



СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК  
АТАЙЫН ЧЫГАРЫЛЫШ  
SPECIAL ISSUE

ISSN 0002-3221

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ УЛУТТУК  
ИЛИМДЕР АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

**КАБАРЛАРЫ**

**ИЗВЕСТИЯ**

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

**PROCEEDINGS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF KYRGYZ REPUBLIC

**№3**



**"Материалы научной конференции,  
посвященные 75-летию основания Института геологии  
им. М.М. Адышева НАН КР"**

**2019**

ISSN 0002 - 3221

КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН  
УЛУТТУК ИЛИМДЕР АКАДЕМИЯСЫНЫН

# КАБАРЛАРЫ

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

БИШКЕК



[ilimbasma@mail.ru](mailto:ilimbasma@mail.ru)

2019

ИЗВЕСТИЯ  
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

ISSN 0002-3221

Редакционно-издательская коллегия:

академик М.С. Джуматаев (главный редактор);  
член-корреспондент О. А. Тогусаков (зам. главного редактора);

Б. М. Дженбаев (отв. секретарь);

академик А. А. Акматалиев

академик Ж. А. Акималиев

академик А. А. Борубаев

академик Ш. Ж. Жоробекова

академик К. М. Жумалиев

академик А. Ч. Какеев

академик Т. К. Койчубев

академик М. М. Мамытов

академик Д. К. Кудаяров

академик Ж. Ш. Шаршеналиев

академик А. Э. Эркебаев

член-корреспондент И. А. Ашимов

член-корреспондент К. Ч. Кожоголов

член-корреспондент Р. З. Нургазиев



Журнал основан  
в 1966 г.  
Выходит 4 раза  
в год.

Журнал зарегистрирован  
в Министерстве  
юстиции КР  
свидетельство  
№1950

Журнал  
входит в  
систему РИНЦ  
с 2016 г.

ИЦ «Илим»  
НАН КР  
г. Бишкек  
пр. Чуй 265а

МАЗМУНУ

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ

Дженчураева А.В., Гетман О.Ф. Биостратиграфия отложений верхнего палеозоя северо-восточной части Кыргызского Тянь-Шаня по фораминиферам.....6  
Фораминиферлер боюнча Кыргыз Тянь-Шандын түндүк-чыгыш бөлүгүндөгү үстүнкү палеозой чөкмөлөрүнүн биостратиграфиясы  
Foraminiferal biostratigraphy of the Upper Paleozoic deposits of the northeast part of Kyrgyz Tien-Shan.

Бакиров А.Б., Сакиев К.С., Орозбаев Р.Т., Тогонбаева А.А., Бакиров А.А. Сакский протерозойско-раннепалеозойский палеоокеан в северном Тянь-Шане.....24  
Түндүк Тянь-Шанда протерозой-эрте палеозойдогу Сак палеоокеаны  
Proterozoic to early paleozoic Sak paleooccean in the northern Tien-Shan

Апаяров Ф.Х., Киселев В.В., Захожая И.Г., Лепёхина Е.Н., Львов П.А. Новые данные о возрасте пород магматических комплексов Актюз-Боординского рудного района (Северный Тянь-Шань, Кыргызстан).....34  
Актюз-Боорду кендүү районундагы магма комплекстүү тоо тектеринин жашы боюнча жаңы маалыматтар (Түндүк Тянь-Шань, Кыргызстан)  
New data on the age of rocks of magmatic complexes of Aktuz-Boordinsky ore region (Northern Tien-Shan, Kyrgyzstan)

Максумова Р.А., Алияскарова А.З. Улутуа–Срединно-Тяньшанский микроконтинент.....43  
Улуу-Тоо–Ортоңку Тянь-Шань микроконтиненти  
Ulutau–Middle Tien-Shan microcontinent

Максумова Р.А., Алияскарова А.З. Верхний докембрий Срединного Тянь-Шаня.....47  
Ортоңку Тянь-Шандын үстүнкү кембрийге чейинки системасы  
Upper Precambrian of the Middle Tien-Shan

Миколайчук А., Крёнер А., Сейитказиев Н. Среднепалеозойский вулканический пояс Срединного Тянь-Шаня (бассейн р. Сарыджаз).....53  
Ортоңку Тянь-Шандын Ортоңку палеозойдогу жанар тоо алкагы (Сары-Жаз дарыясынын өрөөнү)  
Middle Paleozoic volcanic belt of the Middle Tien Shan (Sarydzhazr Valley)

Орозбаев Р.Т., Бакиров А.Б., Такасу А. Минералогия и P-T условия метаморфизма пелитовых гнейсов и выплавления гранитов Актюзского комплекса, Северный Тянь-Шань.....60  
Түндүк Тянь-Шандын Актюз комплексиндеги пелиттик гнейстердин минералогиясы жана метаморфизми менен граниттердин эрүүсүнүн P-T шарттары  
Mineralogy and P-T conditions of metamorphism of pelitic gneisses and melting of granites from the Aktuz complex, Northern Tien-Shan

Сатыбаев М.М., Бакиров А.Б., Сакиев К.С., Такасу А., Орозбаев Р.Т. Метаморфизм пелитовых сланцев Атбашинского и Чолокторского комплексов, Южный Тянь-Шань.....68  
Атбашы жана Чолоктор комплекстериндеги пелит сланецтердин метаморфизми, Түштүк Тянь-Шань  
Metamorphism of pelitic schists from Atbashy and Choloktor complexes, Southern Tien-Shan

Шилов Г.Г. Зоны динамометаморфизма в крыльях крупных разломов Тянь-Шаня.....76  
Тянь-Шандын ири жаракаларынын канаттарындагы динамометаморфизм зоналары  
Dynamo-metamorphism zones in the wings of large faults of the Tien-Shan.

## ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

- Дженчураева Р.Д., Жаанбаева А.А.** Сурьмяно-ртутные и золоторудные месторождения крайние члены единого непрерывного ряда джаспероидных месторождений Тянь-Шаня.....78  
Сурма-сымап жана алтын кендери Тянь-Шандагы джаспероид кендеринин бирдиктүү үзгүлтүксүз катарынын четки мүчөлөрү  
Antimony-mercury and gold deposits are initial and last members in a single continuous row of a jasperoid ore deposits in Tien Shan
- Бакиров А. Б., Мезгин И. А., Бектемирова Т. А.** Минеральные удобрения и кормовые добавки, Кыргызстана.....102  
Кыргызстандагы минералдык жер семирткичтер жана тоютка кошумалар  
Mineral fertilizers and feed additives in Kyrgyzstan
- Ивлева Е.А., Пак Н.Т., Альпиев Е.А.** Региональные факторы размещения золото-медного оруденения в Гава-Сумсарском рудном районе (Кыргызстан).....113  
Гава-Сумсар рудалык районунда алтын-жез кен байлыгынын аймактык жайгашуу себептери (Кыргызстан)  
Regional factors of the location of gold-copper mineralization in the Gava-Sumsar ore region (Kyrgyzstan)
- Кошоев Т.К., Орозбаев Р.Т., Карелина Е.В.** Особенности и стадийность рудной минерализации золоторудного месторождения Талды-Булак Левобережный.....121  
Талды-Булак Левобережный кен чыккан жеринде алтын минерализациясынын өзгөчөлүктөрү жана стадиялары  
The features and staging of ore mineralization in the Taldy-Bulak Levoberezhny gold deposit

## ГЕОГРАФИЯ

- Аламанов С.К., Фомина Т.В., Ахмедов С.М., Бакирова Ч.Б., Сатаров С.С.** Склоновые ландшафты Иссык-Кульской области.....128  
Ысык-Көл областынын каптал ландшафттары  
The slopes landscapes of the Issyk-Kul region
- Монолдорова А.М., Аламанов С.К., Сатаров С.С., Дуулатов Э.С., Памирбек кызы М., Бахтиёров З.Б.** Влияние климата на ширину годичных колец тополя и березы в поймах рек: река Тарим, Китай.....134  
Дарыя жайылмаларындагы ак кайың жана теректин жылдык шакекчелерине климаттын тийгизген таасири: Тарим дарыясы, Кытай  
Climatic response from tree-ring width of populus and betula at the floodplains: Tarim river, China

## ЭКОЛОГИЯ

- Аманов К. А., Касиев А. К.** Экологическая ситуация в долине р. Кичи-Кемин и новые данные о радиоактивных источниках загрязнения окружающей среды.....143  
Кичи-Кемин өрөөнүндөгү экологиялык абал жана айлана-чөйрөнү булгоочу радиоактивдүү булактар жөнүндө жаңы маалыматтар  
Ecological situation in the valley of the river Kichi-Kemin and new data on radioactive sources of environmental pollution

- Кожобаев К.А.** Основные геоэкологические проблемы северных регионов Кыргызской Республики и возможные пути их решения.....147  
Кыргыз Республикасынын түндүк аймактарынын негизги геоэкологиялык көйгөйлөрү жана аларды чечүү үчүн мүмкүн болгон жолдору  
Major geoeological problems northern regions of the Kyrgyz Republic and possible ways of their solution
- Кожобаев К.А., Шайкиева Н.Т., Ашитова Э.** Дегазация хлора из питьевой воды.....155  
Ичме сууларды хлор газдан арылтуу  
Chlorine degassing from drinking water
- Молдогазиева Г. Т.** Загрязнение территории Иссык-Кульской впадины твердыми бытовыми отходами.....161  
Ысык-Көл көлүнүн айланасынын таштандылар менен булгануусу  
Pollution of the Issyk-Kul basin with solid household waste
- Сулайманов А.Б., Аламанов С.К., Абдыжапар уулу Саламат, Сатаров С.С.** Геоэкологическая оценка потенциальных загрязнителей столичного воздуха Кыргызстана.....165  
Кыргызстандын борбор калаасынын абасынын потенциалдуу булгоочу заттарына геоэкологиялык баа берүү  
Geoeological assessment of potential air pollutants of capital city of Kyrgyzstan

## АРХЕОЛОГИЯ

- Мезгин И.А., Пак Н.Т., Ивлева Е.А., Филиппов А.** Древние каменные сооружения «Мугхоны» на территории Кыргызстана.....171  
Кыргызстандын аймагында «Мугхона» байыркы таш курулмалары  
Ancient stone constructions of «Mughony» in territory of Kyrgyzstan

УДК 56 (113.5) (235.216) (04)

Дженчураева Александра Васильевна,  
профессор, доктор геолого-минералогических наук  
Гетман Ольга Федоровна,  
старший научный сотрудник

### БИОСТРАТИГРАФИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ВЕРХНЕГО ПАЛЕОЗОЯ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ КЫРГЫЗСКОГО ТЯНЬ-ШАНЯ ПО ФОРАМИНИФЕРАМ

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены результаты палеонтолого-стратиграфических исследований северо-восточной части Кыргызского Тянь-Шаня. Составлена схема биостратиграфии отложений верхнего палеозоя по фораминиферам. Она послужила для определения возраста свит при составлении крупномасштабных карт данного района, находящегося вблизи золоторудного месторождения Кумтор.

**Ключевые слова:** схема биостратиграфии, крупномасштабные геологические карты, верхний палеозой, фораминиферовые зоны, башкирский и московский ярусы.

### ФОРАМИНИФЕРЛЕР БОЮНЧА КЫРГЫЗ ТЯНЬ-ШАНДЫН ТҮНДҮК-ЧЫГЫШ БӨЛҮГҮНДӨГҮ ҮСТҮҢКҮ ПАЛЕОЗОЙ ЧӨКМӨЛӨРҮНҮН БИОСТРАТИГРАФИЯСЫ

**Аннотация.** Бул макалада Кыргыз Тянь-Шандын түндүк-чыгыш бөлүгүндөгү палеонтологиялык-стратиграфиялык изилдөөлөрдүн натыйжасы каралган. Фораминиферлер боюнча үстүнкү палеозой чөкмөлөрүнүн биостратиграфиялык схемасы түзүлгөн. Бул схема алтын кен чыккан Кумтордун айланасындагы аймактардын чоң масштабдагы картасын түзүүдө, свиталардын жаш курагын аныктоодо колдонулду.

**Негизги сөздөр:** биостратиграфия схемасы, чоң масштабдагы геологиялык карталар, үстүнкү палеозой, фораминифердүү зоналар, башкыр жана москва ярустары.

### FORAMINIFERAL BIOSTRATIGRAPHY OF THE UPPER PALEOZOIC DEPOSITS OF THE NORTHEAST PART OF KYRGYZ TIEN-SHAN

**Abstract.** The article examines the results of paleontological and stratigraphic studies in the northeast part of Kyrgyz Tien-Shan. The scheme of the faunal stratigraphy of the Upper Paleozoic was worked out for foraminifera. It was applied for dating formations while compiling large-scale maps for the area near gold-mine Kumtor.

**Key words:** biostratigraphic schemes, Large-scale geological maps, Upper Paleozoic, foraminifers' zones, Bashkirian and Moscovian stages.

**Введение.** Северо-восточная часть Кыргызского Тянь-Шаня представлена горной системой хребтов Терской Ала-Тоо, Акшийрак и Куйлю, относящимися к Северному Тянь-Шаню [1]. Это очень труднодоступный район, поэтому длительное время он оставался ма-

лонизированным. Однако, открытие золоторудного месторождения Кумтор, располагающегося в этом районе, вызвало необходимость провести там крупномасштабное картирование (м-б: 1:50000). В связи с этим палеонтолого-стратиграфической партии Управления

геологии было выдано геологическое задание – подготовить схемы биостратиграфии отложений палеозоя для составления карт этого масштаба. В данной работе изучением отложений верхнего палеозоя, представленного морскими осадками башкирского и терригенными московского ярусов с 1985 до 1989 гг. занимались авторы данной статьи. В 2018 году было проведено переизучение всех материалов (шлифов, колонок) по этому району. Результаты этой работы впервые приводятся в данной статье.

**Материал.** В изученном районе через отложения верхнего палеозоя было составлено 24 разреза общей мощностью 5500 м. По ним отобрано 350 образцов, из которых изготовлено около 1000 прозрачных и ориентированных шлифов. Из них определены 243 вида фораминифер, которые послужили для составления моноксонной биостратиграфической схемы.

**Биостратиграфия отложений верхнего палеозоя северо-восточной части Кыргызского Тянь-Шаня**

Верхнепалеозойские отложения в изученном районе представлены отложениями баш-

кирского и московского ярусов, причем башкирские породы имеют карбонатный состав, а московские – терригенный.

Башкирский ярус делится на два подъяруса – нижний и верхний. На изученной территории обнаружены породы только нижнего подъяруса. В них выделено 4 биостратиграфические зоны: *Plectostaffella bogdanovkensis*, *Plectostaffella seslavica-Semistaffella inconstans*, *Pseudostaffella antiqua* и *Pseudostaffella praegorskyi*. Отложения московского яруса представлены переотложенными фораминиферами, собранными из карбонатных галек, поэтому они не могут быть расчленены на зоны. Ниже описываются зональные подразделения.

**Верхний отдел, башкирский ярус, нижний подъярус**

**Зона *Plectostaffella bogdanovkensis***

**Типовой разрез** расположен в бассейне р. Куйлю на левом борту левой составляющей – руч. Каракольтор ("Каракольтор II"). Здесь присутствуют подстилающая и перекрывающая зоны (рис. 1).

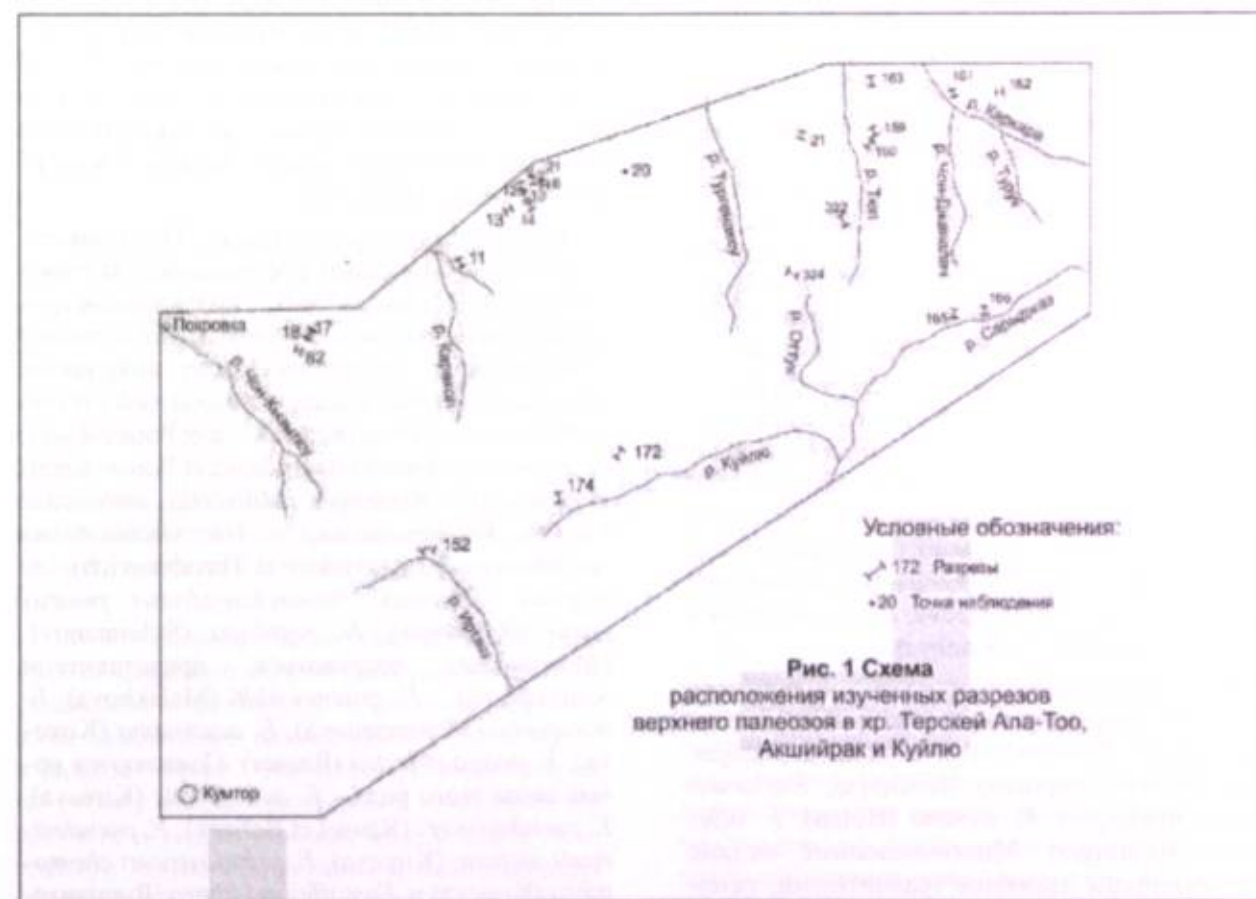


Рис. 1 Схема расположения изученных разрезов верхнего палеозоя в хр. Терской Ала-Тоо, Акшийрак и Куйлю

**Распространение.** Отложения зоны широко развиты в бассейне р. Текес ("Текес"), а так же в бассейне рек Ирташ – Куйлю ("Каракольтор II", "Боорду"). На севере территории в междуречьи рек Текес – Джеты-Огуз, большая часть разрезов зоны представлена красноцветными отложениями и фораминифер не содержит. К описываемой зоне они отнесены условно. В единичных случаях здесь (разрезы "Керегеташ I", "Тюп II") в отложениях зоны встречены фораминиферы широкого стратиграфического распространения. На северо-западе района в бассейнах рек Джеты-Огуз и Арасан отложения зоны отсутствуют в результате размыва.

**Границы.** Нижняя граница нормальная стратиграфическая устанавливается в типовом разрезе "Каракольтор II" и "Текес", с отложениями зоны *Eostigmoillina explicata-Loeblichia minima* серпуховского яруса.

**Верхняя граница** в типовом разрезе "Каракольтор II" и разрезах "Боорду" и "Текес" согласная с вышележащими отложениями зоны *Plectostaffella seslavica-Semistaffella inconstans* и проходит в литологически однородных карбонатных породах (Рис. 2, 3).

**Фораминиферовый комплекс** представлен 21 родом 51 видами фораминифер. Вид-индекс зоны *Plectostaffella bogdanovkensis* встречен в типовом разрезе "Каракольтор II", а так же в разрезе "Боорду". В остальных разрезах зона выделяется по нахождению в отложениях вида-спутника *Plectostaffella varvariensis* (Brazhnikova et Potievskaja). Встречена *Millerella umbilicata* Kireeva, являющаяся прогрессивным элементом комплекса. В комплексе много представителей архедисцид *Neoarchaediscus parvus* (Rauser), *Planoarchaediscus spirillinoides* (Rauser), *Paraarchaediscus magnus* (Schlykova), *Archaediscus velgurensis* Grozdilova et Lebedeva, *Asteroarchaediscus rugosus* (Rauser), *Neoarchaediscus subbaschkiricus* (Reitlinger), *N. postrugosus* (Reitlinger) и другие. Комплекс насыщен многочисленными зоштаффеллами, такими как: *Eostaffella mosquensis* Vissarionova, *E. postmosquensis* Kireeva, *E. prisca ovoidea* Rauser, *E. acutiformis* (Kireeva).

Из нижележащего комплекса переходят "мелкие" фораминиферы *Tuberitina minima* Suleimanov, *Paleonubicularia fluxa* Reitlinger, *Tolypammia complicata* Reitlinger, *Earlandia minor* (Reitlinger), *E. minima* (Birina), *E. aljutovica* (Reitlinger). Многочисленные мелкие фораминиферы являются транзитными, основу же фораминиферового комплекса составляют виды-индексы и впервые появившиеся представители новых родов (таблица 1).

**Мощность** отложений зоны *Plectostaffella bogdanovkensis* в типовом разрезе "Каракольтор II" – 98 м, в разрезе "Боорду" – 124 м, «Текес» – 93 м.

**Зона *Plectostaffella seslavica-Semistaffella inconstans***

**Типовой разрез.** В качестве типового принят разрез "Каракольтор II", расположенный в бассейне р. Куйлю на левом борту левой составляющей – руч. Каракольтор, где описываемая зона наиболее полно представлена (рис. 1)

**Распространение.** Отложения зоны наиболее широко распространены в междуречьи рек Ирташ – Куйлю (разрезы "Каракольтор II", "Сарычат" и "Боорду"), а также по р. Текес ("Текес"). К данной зоне отнесены так же незначительные выходы отложений по р. Керегеташ ("Керегеташ").

**Границы.** Нижняя граница согласная, нарушенная, установлена в типовом разрезе "Каракольтор II", в разрезе "Сарычат", расположенных в междуречьи рек Ирташ – Куйлю, а также в разрезах "Боорду", находящимся в хр. Акшийрак и в разрезе "Текес" по одноименной речке.

Верхняя граница с отложениями зоны *Pseudostaffella antiqua* стратиграфическая, нарушенная нормальная также наблюдалась в типовом разрезе "Каракольтор II", разрезе "Сарычат", по южному склону хр. Терской Ала-Тоо, в хр. Акшийрак (разрез "Боорду") и по р. Текес ("Текес") (рис. 2,3).

**Фораминиферовый комплекс.** Представлен 20 родами и 54 видами фораминифер. В типовом разрезе "Каракольтор II" с низов зоны встречаются виды-индексы *Plectostaffella seslavica* и *Semistaffella inconstans*. Кроме них, также переходят из нижележащих отложений *Plectostaffella varvariensis* (Brazhnikova et Potievskaja), *Pl. varvariensisformis* (Brazhnikova et Potievskaja), *Pl. jakhensis* Reitlinger, *Millerella umbilicata* Kireeva. Из архедисцид – *Asteroarchaediscus baschkiricus* (Krestovnikov et Theodorovich), *A. rugosus* (Rauser), *Neoarchaediscus postrugosus* (Reitlinger), *N. regularis* (Suleimanov). Продолжают развиваться представители зоштаффелл – *E. gruenewaldti* (Malakhova), *E. mosquensis* (Vissarionova), *E. acutissima* (Kireeva), *E. prisca ovoidea* (Rauser). Появляются новые виды этого рода – *E. acutiformis* (Kireeva), *E. pseudostruvei* (Rauser et Beljaev), *E. pseudostruvei angusta* (Kireeva), *E. pseudostruvei chomatifera* (Kireeva) и *Eostaffellina libera* (Rumjanzeva), *E. paraprotvae* (Rauser). Фон сообщества составляют "мелкие" фораминиферы, принад-

лежащие родам *Tuberitina*, *Pseudoglomospira*, *Tolypammia*, *Haplophragmina*, *Endothyra*, переходящие из отложений нижележащей зоны. Важным элементом сообщества является развитие предковых форм рода *Pseudostaffella* представителей *Semistaffella*, кроме вида-индекса это *S. variabilis* (Reitlinger). В данной зоне большое значение имеют водоросли. Именно здесь фиксируются *Beresella* sp., *Donezellalutugini* Maslov, а более примитивная *Donezella delicata* Berchenko характерна только для этих отложений и неизвестна в это время по всему разрезу (таблица 2).

**Мощность** отложений зоны в типовом разрезе "Каракольтор II" – 312 м, в разрезе "Сарычат" – 356 м, в разрезе "Боорду" – 37 м, в разрезе "Текес" – 104 м. Отложения зоны выклиниваются в разрезах "Керегеташ I" – 11 м, "Тюп III" – 21 м.

**Зона *Pseudostaffella antiqua***

**Типовой разрез.** В качестве такового принят разрез "Боорду" как единственный, в котором присутствует фаунистически охарактеризованная перекрывающая зона *Pseudostaffella praegorskyi*.

**Распространение.** Широко развита в северной и средней части изученной территории. Южной границей распространения отложений зоны является субширотная полоса, протягиваемая из бассейна р. Ирташ ("Боорду") в Куйлю ("Сарычат"), а затем к северо-востоку в долину р. Коккянны-Суу ("Каракыр") (рис. 1.)

**Границы.** Нижняя граница по непосредственному смыканию с нижележащим зональным комплексом проводится только в одном разрезе "Каракольтор II". В типовом разрезе "Боорду", а также "Джергалан" она установлена условно в основании интервала с комплексом фораминифер описываемой зоны, сменяющем новые отложения, литологически тесно связанные с подстилающей зоной. В 3 разрезах она совпадает с границей интервалов, содержащих транзитные комплексы фораминифер (рис. 2, 3).

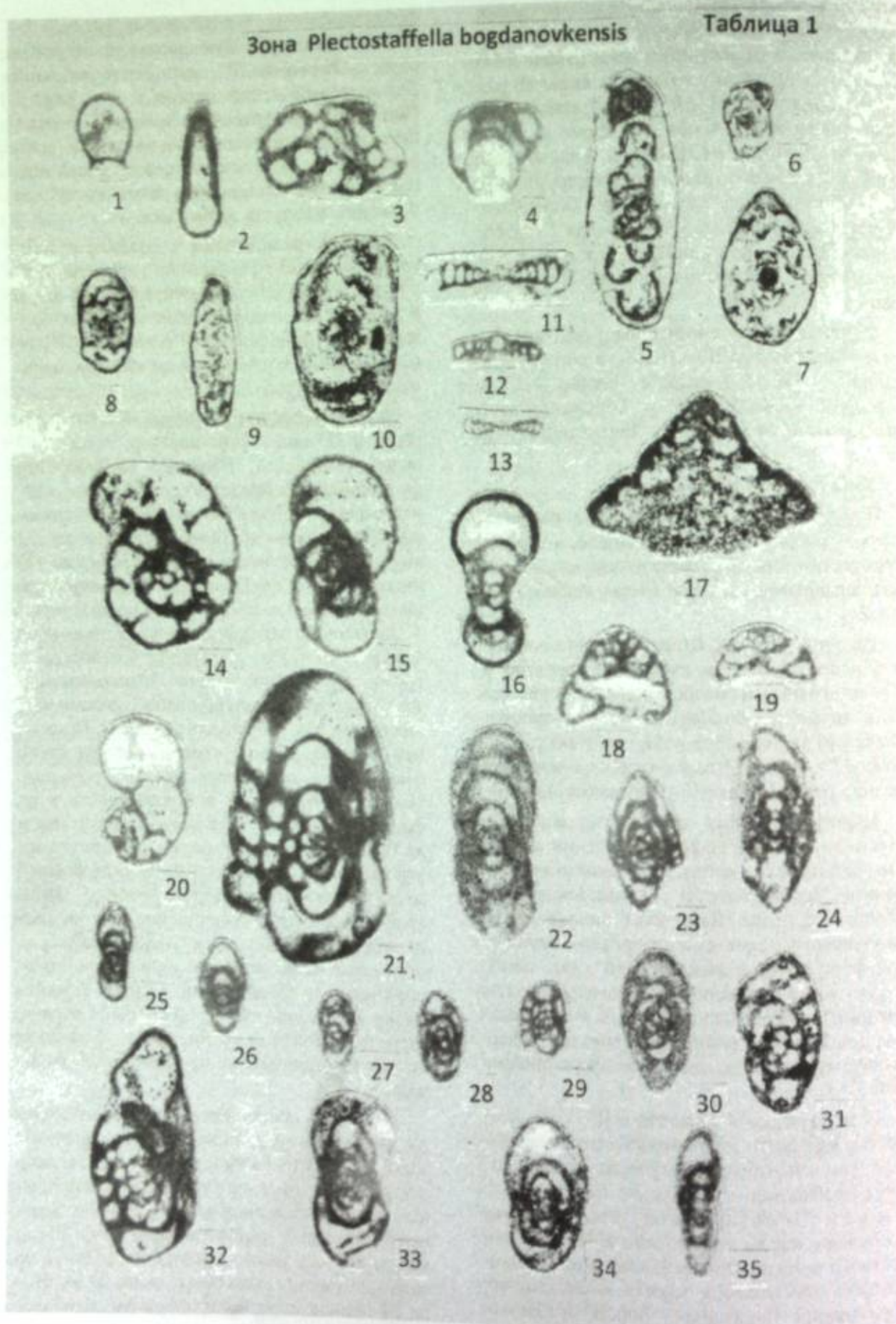
Если в разрезе "Керегеташ II" – это комплексы широкого стратиграфического распространения, поэтому для проведения границы зоны необходимо привлечение литологии, то в разрезе "Текес" она точно устанавливается по рубежу смены транзитного комплекса, известного в подстилающей зоне и ниже, комплексом описываемой зоны и вышележащих образований. В разрезах "Тюп II" и "Каркара" немые подстилающие отложения сменяются на границе интервалом с транзитными

фораминиферами, переходящими выше в зональный комплекс. Условно она проведена в разрезе "Керегеташ II", где в основании зоны 2-х метровый немой интервал, и в разрезе "Каракыр", где зональный комплекс сменяет переотложенный смешанный комплекс нижележащих зон. В остальных пересечениях подстилающие отложения либо размывы, либо не изучались в виду их закрытости.

Верхняя граница зоны в типовом разрезе устанавливается по смыканию зональных комплексов описываемой и перекрывающей зон. В 8 разрезах вышележащая зона не охарактеризована фораминиферами. В остальных 12 разрезах, где она установлена, отложения очень маломощные (рис. 2, 3).

**Фораминиферовый комплекс** состоит из 32 родов и 151 видов фораминифер, 7 родов и 3 видов водорослей. Наиболее разнообразны фузулиниды. Их представляют 75 видов, принадлежащих 8 родам. Самым многочисленным по составу родом являются зоштаффеллы (31 вид), на втором месте псевдоштаффеллы (12 видов). Одно и двухкамерные фораминиферы представлены 9 родами и 21 видом, из которых 4 принадлежат хаплофрагминам. У эндотирид 4 рода и 16 видов, из которых 4 относятся к группе *E. bowmani* Phillips. Тетратаксиды и текстуряриды охарактеризованы 6 родами и 21 видом, из них 13 – неорхедискуссы. Прежде, чем перейти к рассмотрению состава групп зональных и транзитных видов, необходимо указать на некоторую искусственность в их формировании, обусловленную отсутствием на большей части территории фаунистически хорошо охарактеризованной перекрывающей зоны. Ее комплекс в разрезе "Боорду" также крайне беден из-за существенно доломитового состава вмещающих пород. Таким образом, отсутствие на исследуемой территории благоприятных для обнаружения остатков фораминифер отложений влияет на состав в первую очередь транзитных групп, резко увеличивая число фораминифер, не проходящих вверх по разрезу.

По этой же причине непомерно велико число таксонов, встреченных только в пределах зоны. Среди этих 64 видов значительная часть могла бы оказаться, при сохранении нормальных условий осадконакопления, транзитными, переходящими в вышележащую зону. Трудно указать из такого, большого количества наиболее важные зональные виды. В их числе 14 принадлежит зоштаффеллам, наиболее типичными из которых являются *E. kanmerai* (Igo), *E. mixta* Kireeva, *E. ljudmilae* Rauser, *E.*

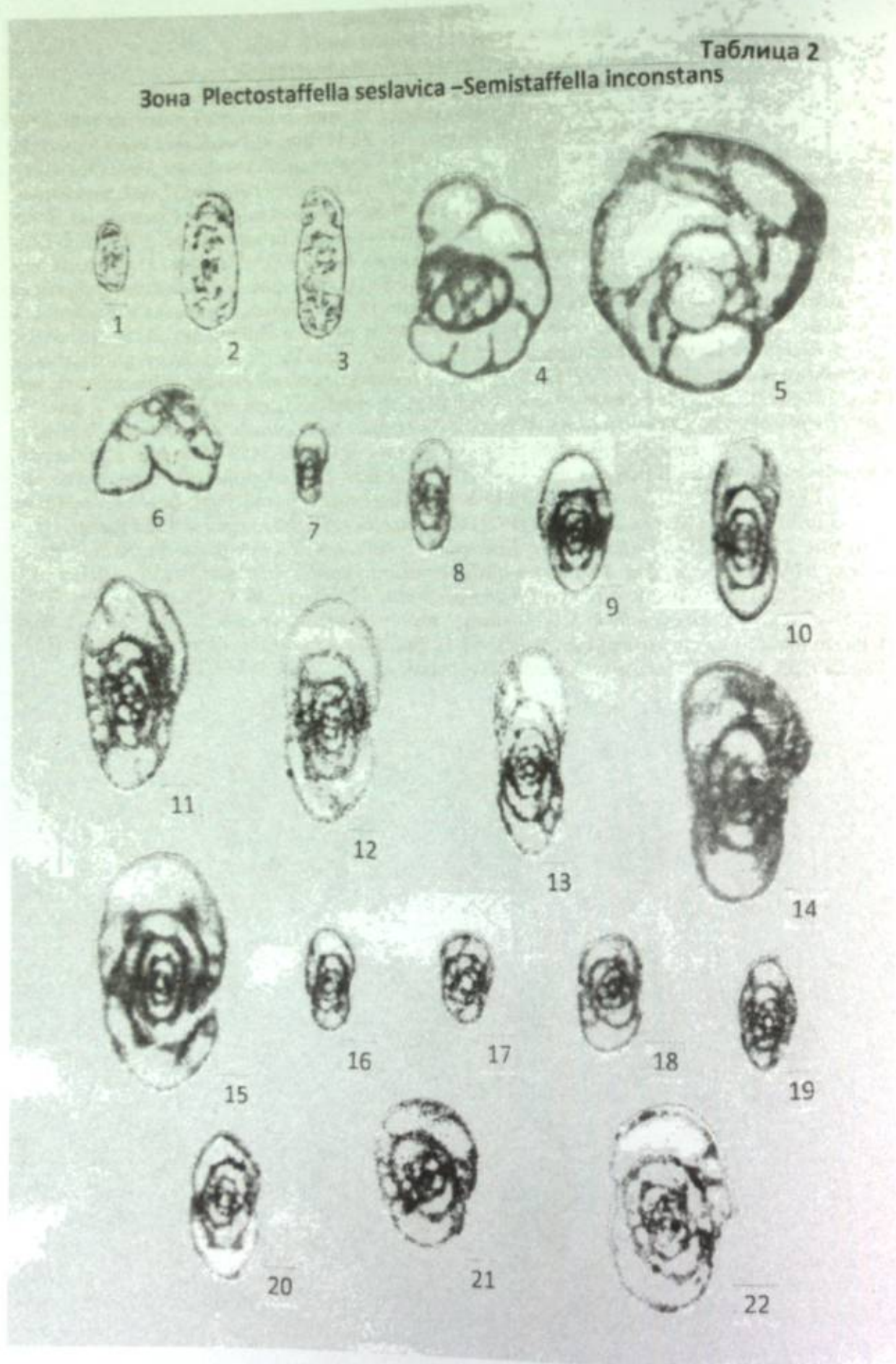


## Объяснения к таблице 1

Все увеличения  $\times 75$ , кроме фигур 1, 5–13Комплекс зоны *Plectostaffella bogdanovkensis*

хр. Акшийрак, бассейн р. Ирташ, разрез 152 «Боорду»

**Фиг. 1.** *Tuberitina maljavkini* Mikhailov,  $\times 100$ , (152-35/1); **фиг. 2.** *Earlandia moderata* (Malakhova), (152-36/3); **фиг. 3.** *Tolyrammina fortis* Reitlinger, (152-38/1); **фиг. 4.** *Paleomubecularia uniserialis* Reitlinger, экз. 3/687 (152-39/1); **фиг. 5.** *Paraarchaediscus magnus* (Schlykova), экз. 3/690 (152-40/1),  $\times 100$ ; **фиг. 6.** *Asteroarchaediscus micus* Rojarkov, экз. 3/703 (152-43/3),  $\times 100$ ; **фиг. 7.** *Asteroarchaediscus ovooides* (Rauser), экз. 3/702 (152-37/1),  $\times 100$ ; **фиг. 8.** *Neoarchaediscus parvus* (Rauser), экз. 3/705 (152-36/2),  $\times 100$ ; **фиг. 9.** *Neoarchaediscus acutiformis* (Grozdilova et Lebedeva), экз. 3/707 (152-39/3)  $\times 100$ ; **фиг. 10.** *Neoarchaediscus subbaschkiricus* (Reitlinger), (152-37/2),  $\times 100$ ; **фиг. 11.** *Monotaxinoides transitorius* (Brazhnikova et Jarzeva), экз. 3/713 (152-36/1),  $\times 100$ ; **фиг. 12.** *Monotaxinoides priscus* (Brazhnikova et Jarzeva), экз. 3/714 (152-39/1),  $\times 100$ ; **фиг. 13.** *Eolastiodiscus donbassicus* (Brazhnikova et Jarzeva), экз. 3/715 (152-43/1),  $\times 100$ ; **фиг. 14.** *Endothyra bowmani* Phillips, экз. 3/718 (152-36/1); **фиг. 15.** *Endothyra compressa* Reitlinger, экз. 3/719 (152-37/1); **фиг. 16.** *Planoendothyra spirilliniformis* (Brazhnikova et Jarzeva), экз. 3/720 (152-40/1); **фиг. 17.** *Globotetrataxis* aff. *elegantula* Brazhnikova, экз. 3/734 (152-36/2); **фиг. 18.** *Endotaxis brazhnikovae* (Bogush et Juferev), экз. 3/736 (152-35/3); **фиг. 19.** *Endotaxis planiformis* Brazhnikova, экз. 3/735 (152-34/3); **фиг. 20.** *Globivalvulina moderata* Reitlinger, экз. 3/740 (152-34/2); **фиг. 21.** *Eostaffella parastruvei* Rauser, экз. 3/742, (152-34/2); **фиг. 22.** *Eostaffella pseudostruvei* (Rauser et Beljaev), экз. 3/748 (152-38/1); **фиг. 23.** *Eostaffella postproikensis* Vdovenko, экз. 3/747, (152-36/2); **фиг. 24.** *Eostaffella mirifica* (Brazhnikova), (152-36/1); **фиг. 25.** *Eostaffella acuta* Grozdilova et Lebedeva, экз. 3/743 (152-43/2); **фиг. 26.** *Eostaffella prisca ovoidea* Rauser, (152-37/3); **фиг. 27.** *Eostaffella postmosquensis* Kireeva, (152-35/2); **фиг. 28.** *Eostaffella acutiformis* (Kireeva), экз. 3/745 (152-36/2); **фиг. 29.** *Plectostaffella varvariensis pusilla* (Brazhnikova et Vdovenko), экз. 3/755 (152-35/3); **фиг. 30–31.** *Plectostaffella bogdanovkensis* Reitlinger, **30.** (152-43/2); **31.** экз. 3/857 (152-43/1); **фиг. 32.** *Plectostaffella bogdanovkensis angulata* Brazhnikova, экз. 3/753 (152-34/1); **фиг. 33.** *Plectostaffella cuboides* (Rumjanzeva), (152-43/1); **фиг. 34.** *Plectostaffella jakhensis* Reitlinger, (152-43/3); **фиг. 35.** *Millerella carbonica* (Grozdilova et Lebedeva), экз. 3/764 (152-36/2).

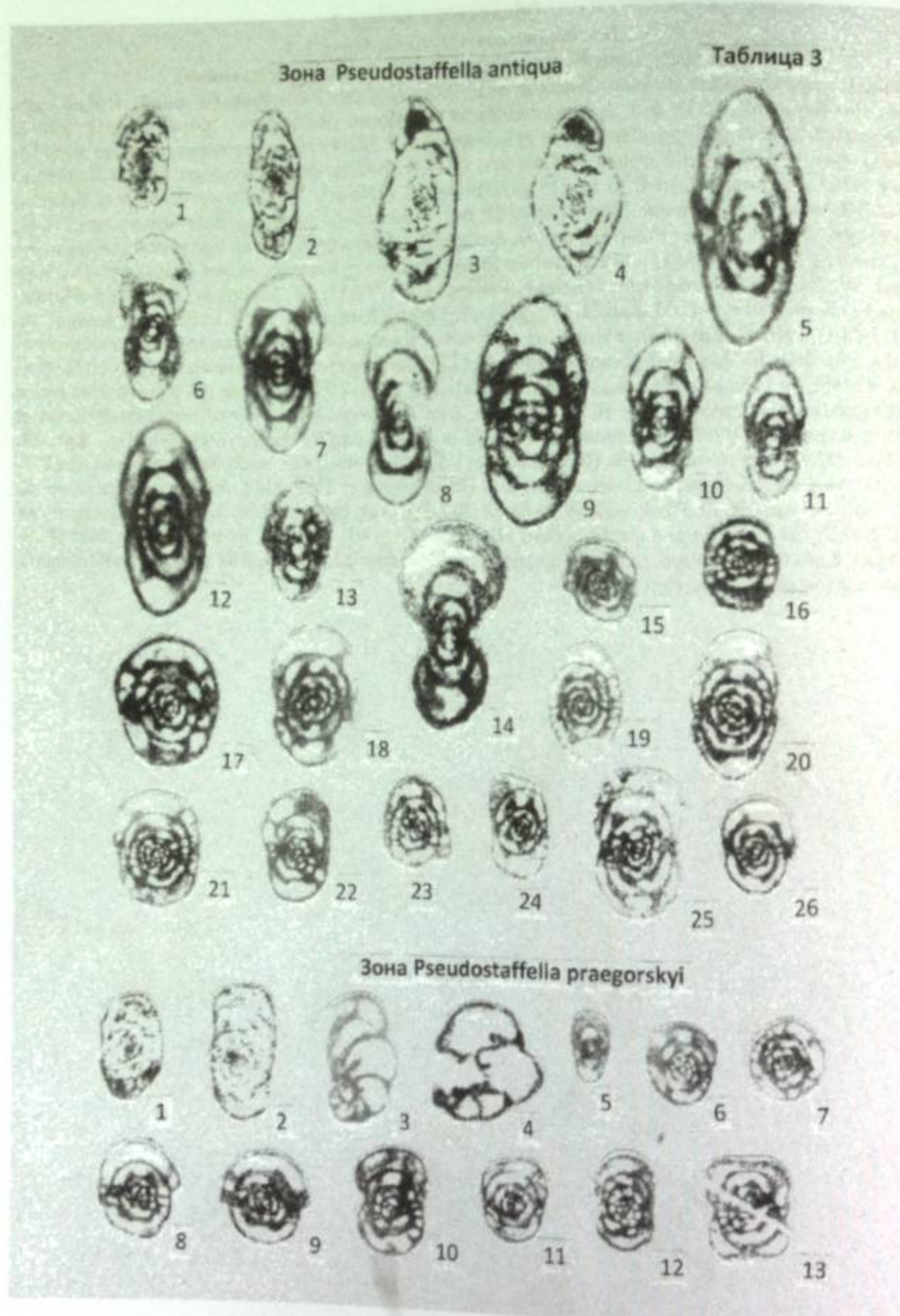


## Объяснения к таблице 2

Все увеличения  $\times 75$ , кроме фигур 1–3Комплекс зоны *Plectostaffella seslavica*–*Semistaffella inconstans*

**Фиг. 1.** *Asteroarchaediscus micus* Rojarkov, экз. 3/802,  $\times 100$ , хр. Акшийрак, бассейн р. Ирташ, разрез «Боорду» (152-46/1); **Фиг. 2.** *Neoarchaediscus postrugosus* (Reitlinger),  $\times 100$ , (152-49/1); **Фиг. 3.** *Neoarchaediscus acutiformis* (Grozdilova et Lebedeva), экз. 3/804  $\times 100$ , местонахождение то же (152-46/1); **Фиг. 4.** *Endothyra bowmani* Phillips, экз. 3/811 (152-47/1); **Фиг. 5.** *Bradyina vemusta* Reitlinger, экз. 3/827, местонахождение то же (152-47/2); **Фиг. 6.** *Endotaxis brazhnikovae* (Bogush et Juferev), экз. 3/831, местонахождение то же (152-49/2); **Фиг. 7.** *Eostaffella postmosquensis* Kireeva, экз. 3/848, местонахождение то же (152-49/2); **Фиг. 8.** *Eostaffella acutiformis* (Kireeva), местонахождение то же (152-49/2); **Фиг. 9.** *Eostaffella prisca ovoidea* Rauser, бассейн р. Каркара, разрез «Каркара» (161-5/3); **Фиг. 10.** *Eostaffella pseudostruvei* (Rauser et Beljaev), экз. 3/851, хр. Акшийрак, бассейн р. Ирташ, разрез «Боорду» (152-47/1); **Фиг. 11.** *Eostaffella parastruvei* Rauser, экз. 3/853, местонахождение то же (152-44/1); **Фиг. 12.** *Eostaffella parastruvei chusovenis* Kireeva, бассейн р. Каркара, разрез «Каркара» (161-5/4); **Фиг. 13.** *Eostaffella acuta* Grozdilova et Lebedeva, местонахождение то же (161-4/12); **Фиг. 14.** *Eostaffella nauvalia* Rumjanzeva, местонахождение то же (161-5/1); **Фиг. 15.** *Eostaffellina libera* Rumjanzeva, местонахождение то же (161-8/3); **Фиг. 16.** *Plectostaffella varvariensis* (Brazhnikova et Potievskaja), экз. 3/858, хр. Акшийрак, бассейн р. Ирташ, разрез «Боорду» (152-46/1); **Фиг. 17.** *Plectostaffella varvariensis pusilla* (Brazhnikova et Vdovenko), экз. 3/865, местонахождение то же (152-49/1); **Фиг. 18.** *Plectostaffella varvariensis lata* (Brazhnikova et Vdovenko), местонахождение то же (152-48/1); **Фиг. 19–20.** *Plectostaffella seslavica* (Rumjanzeva), 19, экз. 3/860, местонахождение то же (152-47/3); 20, бассейн р. Каркара, разрез «Каркара» (161-4/3); **Фиг. 21.** *Semistaffella varibilis* (Reitlinger), бассейн р. Каркара, разрез «Каркара» (161-5/6); **Фиг. 22.** *Semistaffella inconstans* (Reitlinger), местонахождение то же (161-3/1).





## Объяснения к таблице 3

Комплекс зоны *Pseudostaffella antiqua*

**Фиг. 1.** *Neoarchaeodiscus parvus* (Rauser), экз. 3/883,  $\times 100$ , хр. Акшийрак, бассейн р. Ирташ, разрез «Боорду» (152-52/1); **фиг. 2.** *Neoarchaeodiscus acutiformis* (Grozdilova et Lebedeva), экз. 3/880,  $\times 100$ , местонахождение то же (152-60/2); **фиг. 3.** *Neoarchaeodiscus postrugosus* (Reitlinger),  $\times 100$ , бассейн р. Тюп, разрез «Чакурдук» (163-6/1); **фиг. 4.** *Neoarchaeodiscus subbaschkiricus* Reitlinger,  $\times 100$ , бассейн р. Джеты-Огуз, разрез «Джеты-Огуз II» (17-2/1); **фиг. 5.** *Eostaffella karzhantavica* Rumjanzeva,  $\times 75$ , бассейн р. Каркара, разрез «Каркара» (161-7/2); **фиг. 6.** *Eostaffella pseudostruvei* (Rauser et Beljaev),  $\times 75$ , бассейн р. Тюп, разрез «Чакурдук» (163-2/3); **фиг. 7.** *Eostaffella pseudostruvei chomatifera* Kireeva,  $\times 75$ , бассейн р. Каркара, разрез «Каркара» (161-24/12); **фиг. 8.** *Eostaffella pseudostruvei angusta* Kireeva,  $\times 75$ , местонахождение то же (161-24/11); **фиг. 9.** *Eostaffella parastruvei* Rauser,  $\times 75$ , бассейн р. Тюп, разрез «Чакурдук» (163-2/4); **фиг. 10.** *Eostaffella postmosquensis* Kireeva,  $\times 75$ , бассейн р. Каркара, разрез «Каркара» (161-39/5); **фиг. 11.** *Eostaffella acutiformis* (Kireeva),  $\times 75$ , местонахождение то же (161-23/5); **фиг. 12.** *Eostaffella mosquensis* Vissarionova,  $\times 75$ , местонахождение то же (161-10/1); **фиг. 13.** *Eostaffella prisca ovoidea* Rauser,  $\times 75$ , местонахождение то же (161-31/4); **фиг. 14.** *Millerella umbilicata* Kireeva,  $\times 75$ , бассейн р. Тюп, разрез «Чакурдук» (163-6/4); **фиг. 15, 16.** *Pseudostaffella antiqua* (Dutkevich), **15.**  $\times 35$ , местонахождение то же (163-4/7); **16.**  $\times 35$ , местонахождение то же (163-34/5); **фиг. 17.** *Pseudostaffella grandis* (Schlykova),  $\times 35$ , бассейн р. Каркара, разрез «Каркара» (161-34/7); **фиг. 18.** *Pseudostaffella sofronizkyi* Safonova,  $\times 35$ , местонахождение то же (161-27/7); **фиг. 19.** *Pseudostaffella proozawai* Kireeva,  $\times 35$ , бассейн р. Тюп, разрез «Чакурдук» (163-13/1); **20.** *Pseudostaffella* sp. nov. (aff. *proozawai* Kireeva),  $\times 35$ , бассейн р. Джеты-Огуз, разрез «Джеты-Огуз III» (18-1/4); **фиг. 21.** *Pseudostaffella paracompressa* Safonova,  $\times 35$ , бассейн р. Тюп, разрез «Чакурдук» (163-16/4); **фиг. 22.** *Pseudostaffella varsanofievae* Rauser,  $\times 35$ , бассейн р. Каркара, разрез «Каркара» (161-34/5); **фиг. 23.** *Pseudostaffella compressa* (Rauser),  $\times 35$ , бассейн р. Тюп, разрез «Чакурдук» (163-4/9); **фиг. 24.** *Pseudostaffella korobezkikh* Rauser et Safonova,  $\times 35$ , бассейн р. Джеты-Огуз, разрез «Джеты-Огуз III» (18-1/6); **фиг. 25.** *Pseudostaffella irinovkensis* Leontovich,  $\times 35$ , бассейн р. Каркара, разрез «Каркара» (161-31/5); **фиг. 26.** *Pseudostaffella uralica* Kireeva,  $\times 35$ , местонахождение то же (161-27/14)

Комплекс зоны *Pseudostaffella praegorskyi*

хр. Акшийрак, бассейн р. Ирташ, разрез 152 «Боорду»

Все увеличения  $\times 35$ , кроме фиг. 1-5

**Фиг. 1.** *Neoarchaeodiscus* cf. *parvus* (Rauser), экз. 3/913,  $\times 100$ , (152-61/4); **фиг. 2.** *Asteroarchaeodiscus rugosus* (Rauser), экз. 3/914,  $\times 100$ , (152-67/1); **фиг. 3.** *Globivalvulina moderata* Reitlinger, экз. 3/915,  $\times 75$ , (152-62/2); **фиг. 4.** *Globivalvulina scaphoidea* Reitlinger, экз. 3/917,  $\times 75$ , (152-63/3); **фиг. 5.** *Eostaffella postmosquensis* Kireeva, экз. 3/918,  $\times 75$ , (152-63/7); **фиг. 6, 7.** *Pseudostaffella antiqua* (Dutkevich) **6.** экз. 3/919,  $\times 35$ , (152-61/3); **7.** экз. 3/920,  $\times 35$ , (152-63/1); **фиг. 8, 9.** *Pseudostaffella grandis* (Schlykova) **8.** экз. 3/921,  $\times 35$ , (152-61/4); **9.** экз. 3/922,  $\times 35$ , (152-61/2); **фиг. 10.** *Pseudostaffella composita* Grozdilova et Lebedeva, экз. 3/925,  $\times 35$ , (152-63/8); **фиг. 11.** *Pseudostaffella sofronizkyi* Safonova, экз. 3/924,  $\times 35$ , (152-63/7); **фиг. 12.** *Pseudostaffella varsanofievae* Rauser, экз. 3/927,  $\times 35$ , (152-63/2); **фиг. 13.** *Pseudostaffella praegorskyi* Rauser, экз. 3/929,  $\times 35$ , (152-63/5)

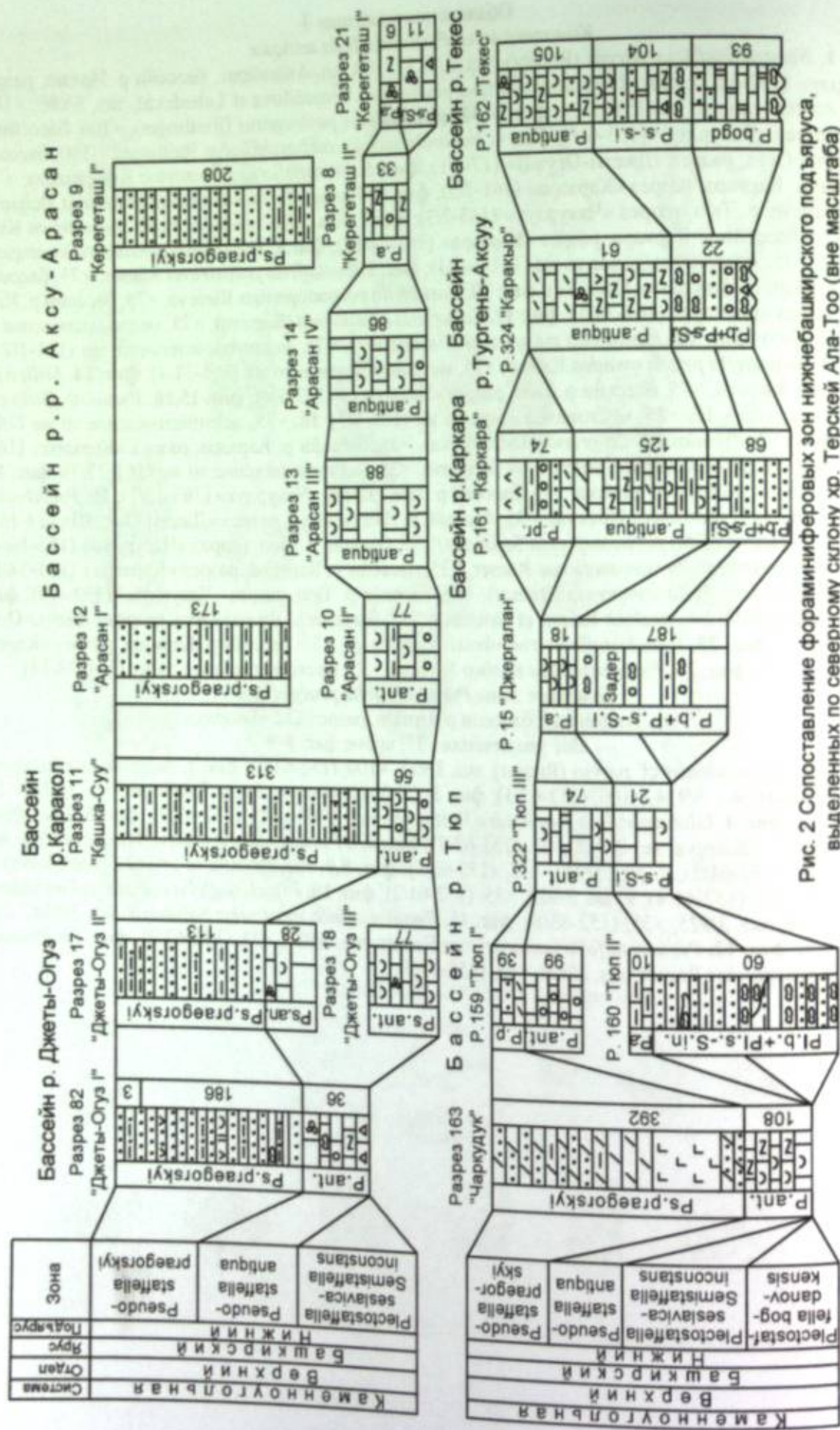


Рис. 2 Сопоставление фораминиферовых зон нижнебашкирского подъяруса, выделенных по северному склону хр. Терской Ала-Тоо (вне масштаба)

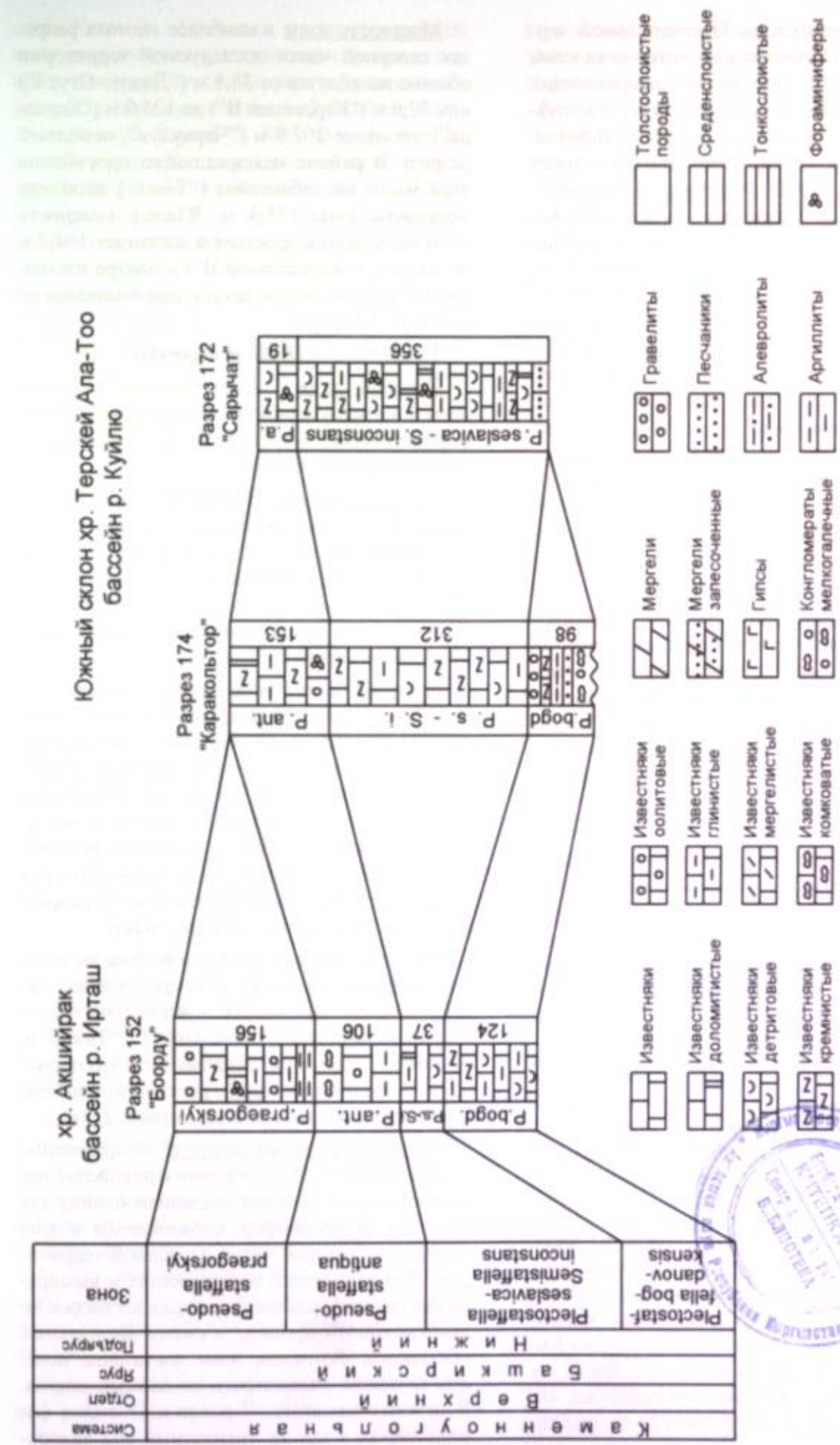


Рис. 3 Сопоставление фораминиферовых зон нижнебашкирского подъяруса, выделенных по южному склону хр. Терской Ала-Тоо и в хр. Акшийрак (вне масштаба)

*pinguis* (Thompson) и др. Отличительной чертой зонального комплекса является появление псевдоштаффелл, логически завершающих эволюцию мелких фузулиид в ряду зоштаффелла – плектоштаффелла – семиштаффелла. Зональными оказались часто встречающиеся *Pseudostaffella grandis* (Shlykova), *Ps. compressa* (Rausser) и еще 4 менее многочисленных видов псевдоштаффелл, 7 родов псевдоэндопир, из которых наиболее часто встречается *Ps. ex gr. bradyi* (Moeller). Следует указать на присутствие в этой группе единичных своеобразных плектоштаффелл, часть из которых, видимо, тесно связана с псевдоштаффеллами. Это, прежде всего, *Plectostaffella irregularia* Reitlinger, *Pl. ovoides formis* (Reitlinger), *Pl. varvariensis indecora* Reitlinger и другие. Отметим появление в составе группы первых озаванелл *O. donbassensis* Sosnina, *O. tingi* Lee et Chen, *O. inflata* Dzhenchuraeva. Здесь же высокоорганизованные архедисциды *Neoarchaediscus timanicus* (Reitlinger), *N. probatus* (Reitlinger).

В составе транзитной группы фораминифер, не проходящих в вышележащую зону, 74 вида. Из них эпиболь к зоне приурочен у 24 видов, среди которых три вида эндопир группы *E. bowmani* Phillips, *Eostaffella acuta* Grozdilova et Lebedeva, *E. pseudostruvei chomatifera* Kireeva, *E. gruenewaldi* (Malakhova), *Millerella umbilicata* Kireeva, *Globivalvulina minima* Reitlinger.

Среди появившихся в описываемой зоне и прослеженных в вышележащую семи видов закономерно оказываются 6 видов псевдоштаффелл, по появлению которых и проводится, главным образом, нижняя граница зоны. Наиболее часто встречаются вид-индекс *Pseudostaffella antiqua* Dutkevich, *Ps. sofronizkyi* Safonova и *Ps. uralica* Kireeva.

Наконец, у всех 7 транзитных видов, проходящих через зону, к ней приурочен эпиболь. Это, прежде всего, *Bradyina cribratomata* Rausser et Reitlinger, *Globivalvulina moderata* Reitlinger, *Gl. scaphoidea* Reitlinger, *Neoarchaediscus postrugosus* (Reitlinger).

В комплексе водорослей 7 родов и 3 вида. Эпиболь отмечен у транзитной *Beresella sp.*, не проходящих в вышележащие зоны по указанным уже причинам *Donezella lutugini* Maslov, *Ungradella uralica* Maslov, *U. grandiasima* Kulik, *Issinella sp.* У двух последних с зоной так же связан эпиболь. Зональными оказались *Antracoporellapsis sp.* и *Antracoporella sp.* (таблица 3).

**Мощность зоны** в наиболее полных разрезах северной части исследуемой территории обычно колеблется от 38,8 м (“Джеты-Огуз I”) или 32,6 м (“Керегеташ II”) до 125,0 м (“Каркара”), не менее 107,9 м (“Чаркудук”, неполный разрез). В районе максимального прогибания этой части палеобассейна (“Текес”) неполная мощность зоны 155,3 м. Южнее мощность зоны несколько возрастает и достигает 164,5 м по разрезу (“Каракольтор II”) в центре площади, по простиранию к западу, выклиниваясь до 104,5 м (“Боорду”).

#### Зона *Pseudostaffella praegorskyi*

**Типовой разрез.** Единственным разрезом зоны в изученном районе, охарактеризованном фаунистически, является “Боорду”, который и принимается за типовой.

**Распространение.** В северной части территории отложения, относимые к данной зоне по положению в разрезе, остатков фауны не содержат. В бассейне р. Ирташ расположен типовой разрез с зональным комплексом фораминифер. Восточнее, по простиранию, отложения зоны не изучались (рис. 1).

**Границы.** В типовом разрезе нижняя граница проводится по непосредственному смыканию интервалов с зональными комплексами описываемой и подстилающей зон. В трех разрезах она совпадает со сменой интервала с зональным нижележащим комплексом немymi отложениями, в трех других проходит либо внутри неохарактеризованного фаунистически интервала, либо по исчезновению в разрезе транзитного комплекса фораминифер.

Верхняя граница зоны неизвестна ни в одном разрезе, поскольку непосредственно перекрывающие отложения повсеместно отсутствуют. В разрезах “Джеты-Огуз I”, “Тюп I” и, особенно, “Чаркудук” доказано, что это происходит в результате трансгрессивного наложения московских конгломератов (рис. 2, 3).

**Фораминиферовый комплекс** по сравнению с нижележащим резко обеднен в результате неблагоприятных условий осадконакопления для развития фораминифер, сложившихся в этот период на большей части изученной территории. Поэтому анализ возникающих и вымирающих групп фораминифер отражает скорее не эволюционный процесс, а смену фашиальных обстановок. Комплекс зоны достаточно невелик и можно рассмотреть ее полный состав. В нем насчитывается 7 родов и 17 видов фораминифер, а так же транзитный род водоро-

слей *Beresella*. Проходят из подстилающей зоны наиболее распространенные (и наименее прихотливые к изменившимся в худшую сторону условиям существования) *Bradyina ex gr. cribratomata* Rausser et Reitlinger, *Eostaffella postmosquensis* Kireeva, *Globivalvulina moderata* Reitlinger, *Neoarchaediscus parvus* (Rausser) и ряд других. Ведущую роль в комплексе играют псевдоштаффеллы (9 видов), из которых зональными оказываются вид-индекс *Ps. praegorskyi* Rausser, а также редкие *Ps. composita* Grozdilova et Lebedeva и *Ps. primitiva* Reitlinger. Остальные широко известны в подстилающей зоне, к которой у них приурочен эпиболь.

**Мощность** зоны очень непостоянна, что связано либо с неполнотой ее разрезов, либо с размывом значительной части ее отложений. Она колеблется от 38,9 м (“Тюп I”) до 1087,9 м (“Чаркудук”), причем в обоих разрезах присутствуют перекрывающие конгломераты. В типовом разрезе неполная мощность зоны 156,4 м.

#### Московский ярус

Биостратиграфический анализ отложений моложе нижнебашкирских затруднен наличием в них остатков только переотложенных фораминифер. По наличию среди них раннебашкирских зональных видов, по положению описываемых пород в разрезе, а так же из-за приуроченности к их подошве перерыва в осадконакоплении с размывом подстилающих отложений мы рассматриваем их в составе московского яруса без детального расчленения на зоны.

**Типовой разрез.** Из двух разрезов, в которых изучались описываемые отложения, только в пересечении “Чаркудук” конгломераты содержат гальки с комплексом фораминифер из подстилающих отложений. Именно это позволяет использовать его в качестве типового.

**Распространение.** На изученной территории отложения московского яруса повсеместно присутствуют только в восточной части северной полосы развития каменноугольных пород, где они были исследованы только в бассейне р. Тюп. Западнее, в междуречья Джеты-Огуз – Ак-Суу, они частично уничтожены предюрским размывом. Южнее, на большей части площади, описываемые отложения не известны (рис. 1).

**Границы.** Нижняя граница в обоих изученных районах задернована. По всей вероятно-

сти, к ней приурочен размыв значительной части (позднебашкирский?) подстилающих пород. Перекрывающие отложения в разрезе “Тюп I” отсутствуют. В типовом разрезе ими являются юрские песчаники, через разлом граничащие с описываемыми образованиями.

**Фораминиферовый и водорослевый комплексы.** обнаруженные в изученных отложениях, являются переотложенными и собраны из гравелитов и галек конгломератов. Анализ всех таксонов позволяет убедиться в отсутствии среди них форм, более молодых, чем раннебашкирские. С другой стороны, при смешении нескольких десятков точечных сборов в один мы невольно теряем информацию о конкретных переотложенных комплексах, что не позволяет распознавать среди наиболее полных из них конкретные размывавшиеся уровни. Поэтому в этом разделе рассматривается не комплекс в целом, а систематизируются формы, полученные из отдельных галек и приведенные в описании разреза “Чаркудук”. В основании отложений гравелиты (10 шлифов) содержат в цементе раковины переотложенных, нередко хорошо отпрепарированных и необломанных раковин. Все они относятся к комплексу широко развитой зоны *P. antiqua*. Из 60 шлифов, изготовленных из отдельных галек и представляющих поэтому фрагменты каких-то зон, 38 содержат достоверный комплекс зоны *P. antiqua*. Остальные 22 шлифа не содержат остатков псевдоштаффелл, и по составу комплекса могут в равной степени принадлежать также подстилающей зоне *Plectostaffella seslavica-Semistaffella inconstans*. Видимо, они в подавляющем большинстве если не все, относятся так же к зоне *P. antiqua*, так как многие ее разрезы представлены чередованием интервалов с зональным псевдоштаффелловым комплексом и транзитным зоштаффелловым. Лишь в одном случае с раннебашкирскими зоштаффеллами встречены типичные для нижнего карбона водоросли *Calcifolium okense*. Это совместная находка, не известная ни в одном из 20 разрезов зоны *P. antiqua*, позволяет предположить, что среди галек известняков наиболее часто встречаемой зоны *P. antiqua* возможны единичные, принадлежащие более древним зонам, в частности *Plectostaffella seslavica-Semistaffella inconstans*.

На первый взгляд подавляющее преобладание комплекса *P. antiqua* в обломках может говорить о незначительном перерыве в образовании её и описываемых отложений. Но, как

известно, на изученной территории более молодые и фаунистически охарактеризованные образования являются уникальными. Поэтому наличие их комплекса в отдельных гальках практически нереально, чем и объясняется на самом деле столь неоднородный состав (таблица 3).

**Мощность** описываемых отложений в типовом разрезе не менее 507,4 м. В неполном разрезе "Тюп I", охватывающем только нижнюю их часть, мощность равна 37,9 м.

**Сопоставление** схемы расчленения верхнепалеозойских отложений со схемами других регионов

Исследуемая территория входит в состав Русско-Среднеазиатской биогеографической каменноугольной провинции [2], наследующей в своем развитии Евразийскую девонскую провинцию [3]. Для сравнения традиционными в ее пределах являются Урал, Донбасс и Русская платформа, как наилучшим образом охарактеризованные остатками фораминифер и имеющие наиболее детальные схемы расчленения. В настоящей работе мы впервые, несмотря на скудность имеющихся в нашем распоряжении сведений, попытались провести сопоставление со схемой биостратиграфии Казахстана. Сопоставление, хотя и предварительное, оказалось необходимым, поскольку территория непосредственно граничит с Казахстаном и может в будущем служить полигоном для детальной увязки биостратиграфических схем этого региона и Центральной Азии.

**Сопоставление с Казахстаном**

Учитывая то, что территория Казахстана охватывает обширную площадь со сложным геологическим строением и различной историей развития, мы проводим сопоставление с биостратиграфической схемой, предложенной М.М. Марфенковой для сопредельной Чу-Бетпакдалинской структурно-фациальной зоны [4]. Она занимает значительную часть Южного Казахстана, включая Чуйскую впадину, Малый Каратау и северные склоны Кыргызского хребта. Горизонты, к которым привязаны фораминиферные комплексы этого региона, увязаны с таковыми Унифицированной схемы Казахстана [6], (рис. 4).

Зоны *Plectostaffella bogdanovkensis*, *Plectostaffella seslavica-Semistaffella inconstans* соответствуют в унифицированной схеме верхней части белутинского горизонта, совпадающей с зоной *E. postmosquensis* - *N. gregorii*,

по общим, наиболее типичным видам *Eostaffella postmosquensis* Kireeva, *E. acutiformis* Kireeva, *E. acuta* Grozdilova et Lebedeva, *Neoarchaeodiscus gregorii* (Dain), *Planospirodiscus minimus* (Grozdilova et Lebedeva) и ряду других [5].

Зона *P. antiqua* отвечает одноименной зоне Унифицированной схемы по появлению и развитию псевдоштаффелл группы *Ps. antiqua* отступлению на второй план зоштаффелл из группы *E. postmosquensis* и *E. pseudostruvei* и сохранившемуся разнообразию высокоорганизованных неоархедискусков.

Зона *P. praegorskyi*. С нижней ее частью в Унифицированной схеме совпадает пробел над зоной *P. antiqua*. Верхней части зоны отвечает основание тастыкудукского горизонта или зоны *Seminovella carbonica*.

**Сопоставление с Уралом**

Зоны *Plectostaffella bogdanovkensis* и *Plectostaffella seslavica-Semistaffella inconstans* сопоставляются с вознесенским и сюржанским горизонтами Унифицированной схемы Урала [7] по максимальному развитию зоштаффелл, среди которых насчитывается 6 видов, относящихся к группам обоих видов-индексов. Второй общей чертой является появление таких высокоорганизованных плектоштаффелл, как *Pl. jakhensis* Reitlinger. Наконец, продолжают свое существование высокоорганизованные неоархедискуссы группы *N. postrugosus* (Reitlinger) (рис. 4).

Зона *P. antiqua* сопоставляется с зоной *P. antiqua* или акавасским горизонтом по общим видам *Pseudostaffella antiqua* Dutkevich, *P. grandis* (Schlykova), *P. uralica* Kireeva. В изученном комплексе имеются многочисленные миллереллы, в уральской схеме приводятся лишь один вид *Millerella elegantula* Rauser, который отсутствует в нашем материале. Но общий фон развития миллерелл позволяет считать общим уровень их развития.

Зона *P. praegorskyi* сопоставляется с зоной *P. praegorskyi* или аксынбашским горизонтом, прежде всего по общему виду-индексу, а также комплексу *P. proozawai* Kireeva, *P. compressa* Rauser, *P. composita* Grozdilova, *P. grandis* (Schlykova). Отличия - в отсутствии в изученном районе шубертелл, которые есть на Урале, а также примитивных штаффеллеформесов типа *Staffellaeformis staffellaeformis* (Kireeva). Озаваинеллы изученного района отличаются более высокой степенью организации и представлены местными видами.

**Сопоставление с Русской платформой**

Для корреляции с этим регионом мы использовали Унифицированную стратиграфическую схему 1990, 1997 [8,9], (рис. 4).

Зона *Plectostaffella bogdanovkensis* сопоставляется с вознесенским горизонтом на Русской платформе по одноименному общему виду-индексу.

Зона *Plectostaffella seslavica-Semistaffella inconstans* сопоставляется с краснополянским горизонтом или зоной *Eostaffella pseudostruvei-E. postmosquensis-Plectostaffella varvariensis* на Русской платформе по общим видам комплексов.

Зона *P. antiqua* сопоставляется с зоной *Pseudostaffella antiqua* или северо-кельтменским горизонтом на Русской платформе. Сопоставление проводится по появлению многочисленных фораминифер группы *P. antiqua*, которые определяют прогрессивное развитие сообщества сравниваемых подразделений. В обоих районах обильны зоштаффеллы и архедискусы.

Зона *P. praegorskyi* коррелируется с зоной *Pseudostaffella praegorskyi-Staffellaeformis staffellaeformis*. Сопоставление производится по общим видам прогрессивной группы *P. gorskyi* (*P. praegorskyi* Rauser), а также многочисленным, переходящим из отложений ниже лежащей зоны псевдоштаффелл из группы *P. antiqua*. Отличие описываемой зоны в изученном районе в отсутствии первых штаффеллеформесов, которые имеются на Русской платформе.

**Сопоставление с Донбассом**

Зона *Plectostaffella bogdanovkensis*, отвечает зонам  $C_1^b$  -  $C_1^g$  (зоны *Loeblichia minima-Monotaxinoides transitorius-Eosigmoilina explicata*, *Plectostaffella berestovensis*). Общими чертами для сравниваемых комплексов является появление *Monotaxinoides transitorius* Brazhnikova et Jarzeva, *Eostaffella postmosquensis* Kireeva, *E. mirifica* (Brazhnikova), *Endotaxis brazhnikovae* (Bogush et Juferev), *Plectostaffella varvariensis* Brazhnikova et Potievskaja).

Зона *Plectostaffella seslavica-Semistaffella inconstans* сравнивается с известняками  $E_1-E_2$  (подзона  $C_1^e$ ) по появлению ряда среднекаменноугольных эндотирид, *Bradyina cribristomata* Rauser et Reitlinger, эпиболью *E. postmosquensis acutiformis* Kireeva, обоих видов-индексов зоны (рис. 4).

Зона *Pseudostaffella antiqua* сопоставляется с зоной *Pseudostaffella antiqua* (от  $C_1^5$  ( $E_3$ ) до  $C_2^1$  ( $F_1$ )), выделенной В. А. Погребняк [10]. Сопоставление производится по общим видам группы *Pseudostaffella antiqua*, а также озаваинелл, которые являются отличительной особенностью этих двух регионов. В других местах на этом уровне озаваинеллы еще не появились.

Зона *Pseudostaffella praegorskyi* сопоставляется с зоной *Pseudostaffella praegorskyi* ( $C_2^1$  с  $F_2$ ). Сопоставление проводится по виду индексу и видам группы *Pseudostaffella antiqua*, при отсутствии в обоих комплексах первых профузудинелл, характерных для аналогичных отложений других регионов.

**Заключение**

Результаты настоящего исследования заключаются в следующем:

1. Были составлены 24 литолого-стратиграфических разреза общей мощностью 5500 метров, по которым послойно было отобрано 350 образцов, из которых изготовлено около 1000 прозрачных и ориентированных шлифов для изучения фораминифер.

2. Детальные определения видов фораминифер в шлифах позволили выделить в верхнепалеозойских отложениях породы башкирского и московского ярусов и составить для них схему биостратиграфии по этим ископаемым остаткам. Башкирские отложения расчленены на 4 монотаксонные фораминиферные зоны: зона *Plectostaffella bogdanovkensis*, зона *Plectostaffella seslavica-Semistaffella inconstans*, зона *Pseudostaffella antiqua* и зона *Pseudostaffella praegorskyi*. Палеонтологическим обоснованием этой биостратиграфической схемы послужили определения и фотоизображения 243 видов фораминифер.

3. Схема биостратиграфии скоррелирована с Унифицированными схемами расчленения верхнего палеозоя Казахстана, Урала, Русской платформы и Донбасса.

4. Настоящая схема биостратиграфии явилась основой для обоснования возраста верхнепалеозойских свит при составлении крупномасштабных карт на северо-восточную часть Кыргызского Тянь-Шаня.

**Литература**

1. Геологическая карта Кыргызской Республики м-б 1:500000, 2008. Составители: Ю.В.

Общая шкала	Русская платформа		Донбасс		Урал		Казахстан		Северный Тянь-Шань	
	Полтавский	Полтавский	Полтавский	Полтавский	Полтавский	Полтавский	Полтавский	Полтавский	Полтавский	Полтавский
Средняя	Средний	Средний	Средний	Средний	Средний	Средний	Средний	Средний	Средний	Средний
Восточная	Восточный	Восточный	Восточный	Восточный	Восточный	Восточный	Восточный	Восточный	Восточный	Восточный
Южная	Южный	Южный	Южный	Южный	Южный	Южный	Южный	Южный	Южный	Южный
Юго-западная	Юго-западный	Юго-западный	Юго-западный	Юго-западный	Юго-западный	Юго-западный	Юго-западный	Юго-западный	Юго-западный	Юго-западный
Западная	Западный	Западный	Западный	Западный	Западный	Западный	Западный	Западный	Западный	Западный
Северная	Северный	Северный	Северный	Северный	Северный	Северный	Северный	Северный	Северный	Северный
Северо-западная	Северо-западный	Северо-западный	Северо-западный	Северо-западный	Северо-западный	Северо-западный	Северо-западный	Северо-западный	Северо-западный	Северо-западный
Северо-восточная	Северо-восточный	Северо-восточный	Северо-восточный	Северо-восточный	Северо-восточный	Северо-восточный	Северо-восточный	Северо-восточный	Северо-восточный	Северо-восточный

Рис.4 Сопоставление зональной схемы расчленения верхнепалеозойских отложений северо-востока Кыргызского Тянь-Шаня со схемами расчленения разновозрастных отложений других регионов по фораминиферам (Казахстан, Русская платформа, Донбасс, Урал)

Жуков, И.Л. Захаров, А.В. Березанский, Р.М. Израилева, Картфабрика г. Санкт-Петербург: ВСЕГЕИ.

- Юферев О.В., 1973. Карбон Сибирского биогеографического пояса, – Новосибирск: Наука.
- Поярков Б.В., Биогеография фораминифер девона. В кн. «Палеобиогеографическое районирование и биостратиграфия», – Новосибирск: Наука, 1977. – с. 8 – 28.
- Марфенкова М.М., Опорный разрез нижней части башкирского яруса Южного Казахстана, Бас-Сунгинский горизонт. Изв. Каз. ССР, сер. геол., 1977. №4, – с. 57-62.
- Марфенкова М.М., Зональное расчленение отложений белеулинского горизонта Центрального Казахстана. Изв. АН Каз.ССР, сер. геол., 1986. №3, – с. 20-25.
- Унифицированная схема Казахстана, – Л: ВСЕГЕИ. 1982.
- Унифицированная схема Урала, – Л: ВСЕГЕИ. 1993.
- Унифицированная схема Русской платформы, – Л: ВСЕГЕИ. 1990.
- Унифицированная схема Русской платформы, – С.Петербург: ВСЕГЕИ. 1997.
- Погребняк В.А., Среднекаменноугольные фораминиферы северной и северо-западной окраин Донецкого бассейна и их стратиграфическое значение. Автореферат канд. диссертации, – М. 1975.

УДК 551.7+551.24 (235.216)

Бакиров А.Б., доктор геол.-минер. наук, академик НАН КР  
 Сакнев К.С., доктор геол.-минер. наук, профессор  
 Научно-исследовательский центр экологии  
 и окружающей среды Центральной Азии  
 Орозбаев Р.Т., канд. геол.-минер. наук, вед. науч. сотрудник  
 Тогонбаева А.А., канд. геол.-минер. наук  
 Бакиров А.А., мл. науч. сотрудник

### САКСКИЙ ПРОТЕРОЗОЙСКО-РАННЕПАЛЕОЗОЙСКИЙ ПАЛЕООКЕАН В СЕВЕРНОМ ТЯНЬ-ШАНЕ

**Аннотация.** Исследование пород акджонского УНР террейна установило три типа протолитов, характерных для геодинамических комплексов пассивной окраины континента, системы островных дуг и дна океана. Анализ большого количества определений изотопного возраста цирконов позволил определить возрасты этих комплексов. Древнейший континент, охватывающий возраст всего архея – раннего протерозоя, распался с образованием протерозойско-раннепалеозойского палеоокеана, названного *Сакским*. Рассмотрен характер эволюции, возможные размеры и особенности его закрытия в среднем ордовике. Исследован характер субдукции, захватившей наряду с океанской литосферой большой блок континентальной коры с осадками островных дуг и пассивных окраин континента.

**Ключевые слова:** Сакский палеоокеан, палеоконтиненты, протолиты, субдукция, Макбальский комплекс.

### ТУНДУК ТЯНЬ-ШАНДА ПРОТЕРОЗОЙ-ЭРТЕ ПАЛЕОЗОЙДОГУ САК ПАЛЕООКЕАНЫ

**Аннотация.** Акжон УНР террейнин тоо-тектерин изилдөө анын курамында үч түрдөгү протолиттерди аныктап чыкты. Алар континенттин пассивдүү чет-жакаларындагы, арал догосу системасындагы жана океандын түбүндөгү геодинамикалык комплекстерге туура келет. Циркон боюнча аныкталган көптөгөн изотоп жаштарын анализдеп, ушул комплекстердин жаштары аныкталды. Илгерки архей – эрте протерозой учурундагы континент бузулуп, протерозой – эрте палеозойго туш келген палеоокеан пайда болгон, ал *Сак* океаны деп аталган. Ошол палеоокеандын эволюциялык мүнөздөмөсү, божомол өлчөмү жана ортоңку ордовикте жабылып жаткан өзгөчөлүктөрү каралды. Континенттин пассивдүү чет-жакаларында жана арал догосу системасында пайда болгон чөкмө тоо-тектерин камтыган континенттик кыртыштын бир чоң бөлүгү океандык литосфера менен кошо туш болгон субдукциянын мүнөзү көрсөтүлдү.

**Негизги сөздөр:** Сак палеоокеаны, палеоконтиненттер, протолиттер, субдукция, Макбал комплекси.

### PROTEROZOIC TO EARLY PALEOZOIC SAK PALEOOCEAN IN THE NORTHERN TIEN-SHAN

**Abstract.** The study of rocks of the Akdzhon UHP terrane has established three types of protoliths, which are characteristic of the geodynamic complexes in continental passive margin, island arcs and the ocean floor settings. Interpretation of a large data set on the isotope ages of zircons made it possible to determine the ages of these complexes. The oldest continent, covering the age of the entire Archaean - Early Proterozoic time, disintegrated to form the Proterozoic-Early Paleozoic paleocean, so called Sak paleocean. The nature of evolution, the possible sizes and features of its closure during middle Ordovician are

considered. The subduction of the oceanic lithosphere has captured a large block of continental crust with island arc and passive margin sediments.

**Key words:** Sak paleocean, paleo oceans, protoliths, subduction, Makbal complex.

В настоящее время в пределах палеозойских структур Тянь-Шаня установлены четыре сутурные зоны, которые представляют собой следы закрытия соответственно четырех древ-

них палеоокеанов: Илийского, Сакского, Туркестанского, Ягнобского. Они разделяли древние континенты Балхашский, Исыккульский, Нарынский, Таримский (рис. 1). Мы будем вести речь о Сакском палеоокеане.

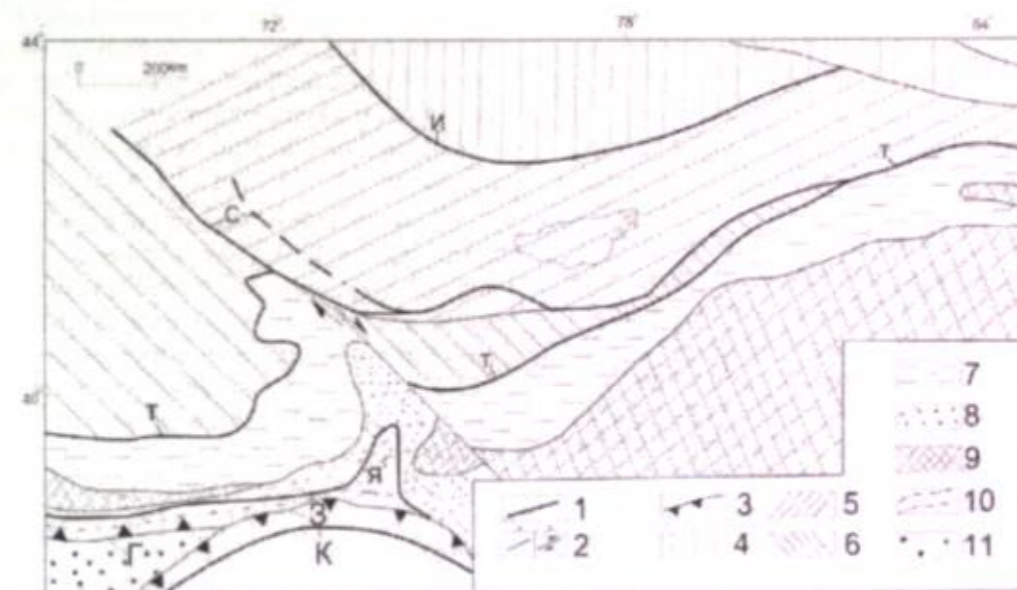


Рис. 1. Важнейшие раннепалеозойские структурные элементы региона.

1 – сутурные линии палеоокеанских бассейнов (И – Илийского, С – Сакского, Т – Туркестанского, Я – Ягнобского, К – Куьльнуьского), 2 – региональные разломы: а – без определения кинематики и б – сдвиги, 3 – позднепалеозойский и кайнозойский глубинные надвиги (Г – Гиссарский, З – Заалайский), 4 – 10 раннепалеозойские континенты: 4 – Балхашский, 5 – Исыккульский, 6 – Нарынский, 7 – складчато-надвиговые комплексы Туркестанского океанского бассейна и внутриокеанского Алайско-Уланского континентального блока, 8 – 9 – Таримский (8 – комплексы склона и шельфа автотона, 9 – внутриплитные комплексы), 10 – комплексы Ягнобского океанского бассейна, 11 – комплексы Каракумского (Каракумо – Цайдамского) континента.

В.Г. Королев (1961) в пределах каледонид Северного Тянь-Шаня выделил Кыргызско-Терскейскую складчатую зону, сложенную «эвгеосинклинальными» образованиями [1]. Позже в результате распространения идеи тектоники литосферных плит в пределах этой зоны установлено наличие сутуры палеоокеана, которая в литературе носит различное название: Ишим-Нарынский [2], Кыргызско-Терскейский [3], Сакский [4, 5], Терскейский [6]. Из приведенных вариантов названий мы предпочтение отдаём Сакскому по следующим причинам. Первое название (Ишим-На-

рынский) пространственно не совпадает с рассматриваемой сутурой. Названия Кыргызско-Терскейский и Терскейский давно оккупированы другими геологическими структурами и использование одного и того же названия для разных структур вызывает путаницу. По мнению А. Бакирова слово Сак не использовано для других геологических структур и идет от названия древнейшего племени, населявшего эту территорию до нашей эры.

Те «эвгеосинклинальные» образования, которые служили основой для выделения сутуры палеоокеана, по геологическим, петрохимиче-

ским и геохимическим данным, отраженным на всех диаграммах ( $\text{FeO}/\text{MgO}-\text{TiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2-\text{K}_2\text{O}$ ) оказались исключительно комплексами задуговых бассейнов и островных дуг [7]. Комплексы собственно дна океана не встречены. Так что Сакский палеоокеан в основном остается загадочным. Однако, некоторые остатки океанических образований были выявлены в протолитах эклогитов Макбальского метаморфического комплекса, а сами породы высоких и сверхвысоких давлений этого комплекса образовались в процессе субдукции океанской литосферы. Поэтому исследование этих остатков позволяют сделать определенные суждения о характере и относительной величине Сакского палеоокеана.

Макбальский купол, сложенный метаморфическими комплексами высоких и сверхвысоких давлений, является узловым районом для исследования Сакского палеоокеана. Геологическое строение этого района изучалось, начиная с 20-х годов прошлого столетия. В.А. Николаев (1928 г.) назвал структуру этого метаморфического комплекса Макбальским антиклиналом очень простого строения [8]. По его представлению в центральной части структуры выходят образования нижнего протерозоя, к периферии складки они переходят в более молодые толщ. Он считал, что степень метаморфизма толщ совпадает со стратиграфией: в центре расположены породы, испытавшие наиболее высокий степень метаморфизма, к периферии они переходят в породы, испытавшие более слабый метаморфизм.

Примерно такого же представления с небольшими изменениями придерживались все последующие исследователи [9, 10, 11, 12, 13 и др.]. Все эти исследователи рассматривали выходы метаморфических пород в качестве единой стратиграфической серии, названной *киргизской*. Принципиально иная точка зрения установилась в результате работ группы исследователей под научным руководством А.Б. Бакирова. Выяснилось, что киргизская серия образована двумя резко отличными друг от друга метаморфическими надкомплексными породами: акджонским и шаркыракским, которые разделены друг от друга тектоническим контактом (Рис. 2). Акджонский надкомплекс испытал метаморфизм высоких и сверхвысоких давлений эклогитовой и алмазно-эклогитовой фаций, а также внедрение интрузивного магматизма. Выяснено, что он был субдуцирован до глубин порядка 120 км и был экзугумирован в среднем ордовике и представляет собой УНР террейн.

Шаркыракский надкомплекс испытал только сильнейшую дислокацию и зеленосланцевый метаморфизм, которые наложены на акджонский УНР террейн, вызвав в нем интенсивный диафторез. На эти древнейшие образования шаркыракский офиолитовый комплекс задугового бассейна с органикой среднего кембрия – раннего ордовика. По окраинам купола встречаются интрузии гранитоидов каледонского тектонического цикла [14].

Палеоокеанские образования связаны только акджонским надкомплексом. В целом он сложен двумя генетическими типами пород: первично осадочными и первично магматическими. Первый генетический тип представлен двумя комплексами: снизу вверх макбальским и нельдинским. Контакт между ними тектонический.

Макбальский комплекс в основном образован тремя группами первично осадочных пород: а) кварцитами, б) метапелитами, слюдяно-кварцевыми и в) карбонатными и силикатно-карбонатными породами. Основную часть комплекса составляет кварциты, образуя массивы с видимой мощностью до 500 м. В них установлены кианит, реликты коэсита и псевдоморфозы кварца по нему. Они содержат довольно крупные экзотические блоки пород метаморфизма низких давлений. Остальные две группы пород слагают отдельные горизонты, мощность которых сильно меняется от места к месту, достигая в ядрах складок до нескольких сотен метров, а на крыльях складок уменьшаясь до 1–2 м, вплоть до полного выклинивания. Общая видимая мощность 1000 м.

Нельдинский комплекс представлен в основном метапелитами и небольшими прослоями до 0,5–1 м мощности темноцветных кварцитов (метачерт) и карбонатных пород. Встречаются горизонты до 40 м мощности темных углеродистых сланцев, обогащенных сульфидами. К этому уровню приурочено колчеданное месторождение Ачикташ. Общая видимая мощность комплекса около 600 м.

Первично магматические породы представлены Метабазитами-I и (коэсит-кианит-лавсонит)-гранат-талк-хлоритондными сланцами. Первые из них сложены эклогитами и апоэклогитовыми породами (амфиболитами с гранатом и без). Они имеют формы линзовидных тел и встречены только в акджонском надкомплекс, среди первично осадочных образований как макбальского, так и нельдинского комплексов. Состав их везде одинаковый. В некоторых из них установлены псевдоморфозы кварца по ко-

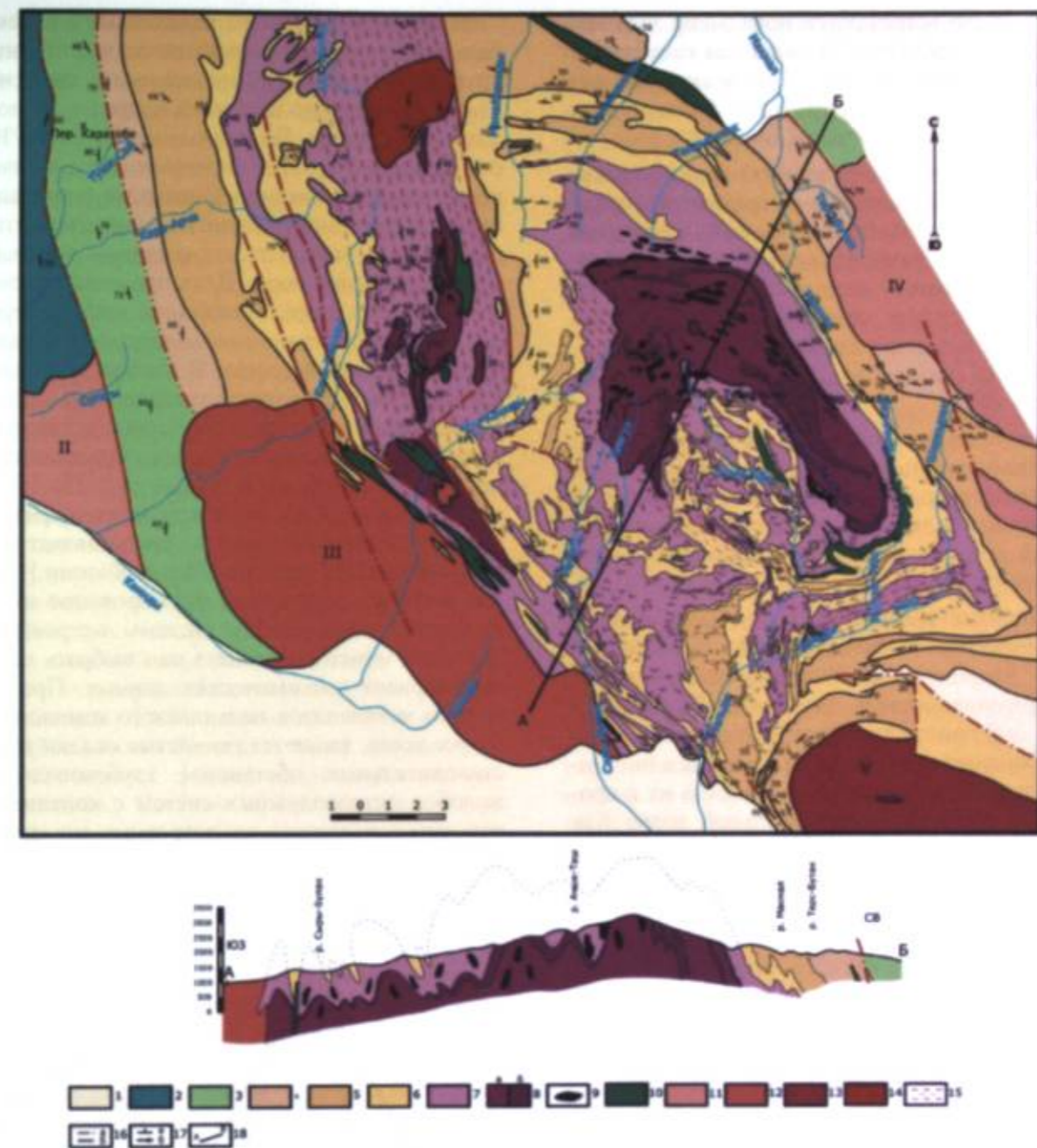


Рис. 2. Геологическая карта района Макбальского купола (Составил А.Б. Бакиров с использованием материала своего, А.Р. Балбачан, В.В. Котова, Л.С. Котовой, Г.А. Петрийчук и К.С. Сакиева). 1 - Кайназойские отложения, 2 - Ордовикские терригенные отложения, 3 - Нижнепалеозойский офиолитовый комплекс, 4 - Верхний протерозой. Терсбутакская свита. Мусковит-хлоритовые сланцы с переслаиванием кварцитов и мраморов. 5-6 Шаркыракский надкомплекс: 5 - Каиндинский комплекс. Мусковит-хлоритовые сланцы с редким переслаиванием кварцитов. 6 - Чымынсайский комплекс. Мраморы с слоями кварцитов. 7-8 Акджонский надкомплекс: 7 - Нельдинский комплекс. Гранат-хлорит-кварц-мусковитовые сланцы с линзами эклогитов и гранат-амфиболитов, 8 - Макбальский комплекс: а) кварциты с переслаиванием гранатовых сланцев и гранат-талк-хлоритондных сланцев и линзы эклогитов и гранат-амфиболитов; б) мраморы, силикатные мраморы, 9 - Эклогиты и гранатовые амфиболиты (метабазиты I), 10 - Амфиболиты (метабазиты II), 11 - Девонские гранитоиды, 12 - Ордовикские гранитоиды, 13 - Верхне-протерозойские гранодиориты, 14 - Нижне-протерозойские гранитоиды, 15 - Рассланцевание, 16 - Границы: а) тектонические, б) стратиграфические и магматические, 17 - а) элементы залегания, б) направление падения шарниров складок, 18 - Линия разреза.

зиту. Редко встречаются небольшие тела метагаббро с гранатом. Размеры тел колеблются в широких пределах от 2–3 до нескольких сот метров по протяженности и от 0,5–2 м до 50 м мощности в средней части линз.

(Козсит-кианит-лавсонит)-гранат-талк-хлоритондные сланцы встречаются среди кварцитов макбальского комплекса и содержат экзотические блоки различного состава (эклогитов, кварцитов, экзотических пород метаморфизма низких давлений) и размеров. Они образуют пластообразные тела с сильно изменяющейся мощностью от полного выклинивания до 100 м.

Интрузивные образования представлены Канджайлявским гнейсовидным биотит-амфиболовым гранодиоритовым массивом, который прорывает нельдинскую свиту, имея мигматитовый контакт, создающий видимость постепенного перехода.

Вопросы протолитов пород акджонского надкомплекса исследованы А. Тогонбаевой [14]. Кварциты макбальского комплекса на дискриминационной диаграмме Th–Sc–Zr/10 (рис. 3-а) однозначно попадают в поле пассивной окраины континента, и распределение микроэлементов указывает на близость их к продуктам верхней континентальной коры. Как было выяснено ранее [15], они, по-видимому, образовались за счет кварцевых и аркозовых песчаников.

Пелитовые сланцы из нельдинского и макбальского комплексов практически идентичны друг другу, геохимические данные и здесь не дают однозначного ответа на вопрос о протолитах этих пород. По диаграмме Th–Sc–Zr/10 они попадают в поле островных дуг с континентальным основанием. Однако, нормированные к примитивной мантии их микроэлементы сравнимы с усредненным составом верхней континентальной коры. Для определения протолитов этих пород, особенно метапелитов нельдинской свиты, необходимо учитывать формационный её состав. В составе комплекса большую роль играют углеродистые породы, встречаются метачерты, черные мраморы, широко развита сульфидизация с образованием крупных залежей колчеданных руд. По этим особенностям и по характеру метаморфизма пород нельдинский комплекс представляет собой аналог комплекса Самбагава Японии [16], для которого определено формирование их в глубоководных желобах системы островных дуг. Этот момент позволяет нам выбрать первый вариант геохимических данных. Протолитами метапелитов нельдинского комплекса, скорее всего, являются глинистые осадки восстановительных обстановок глубоководных желобов островодужных систем с континентальным основанием, т.е. островных дуг японского типа.

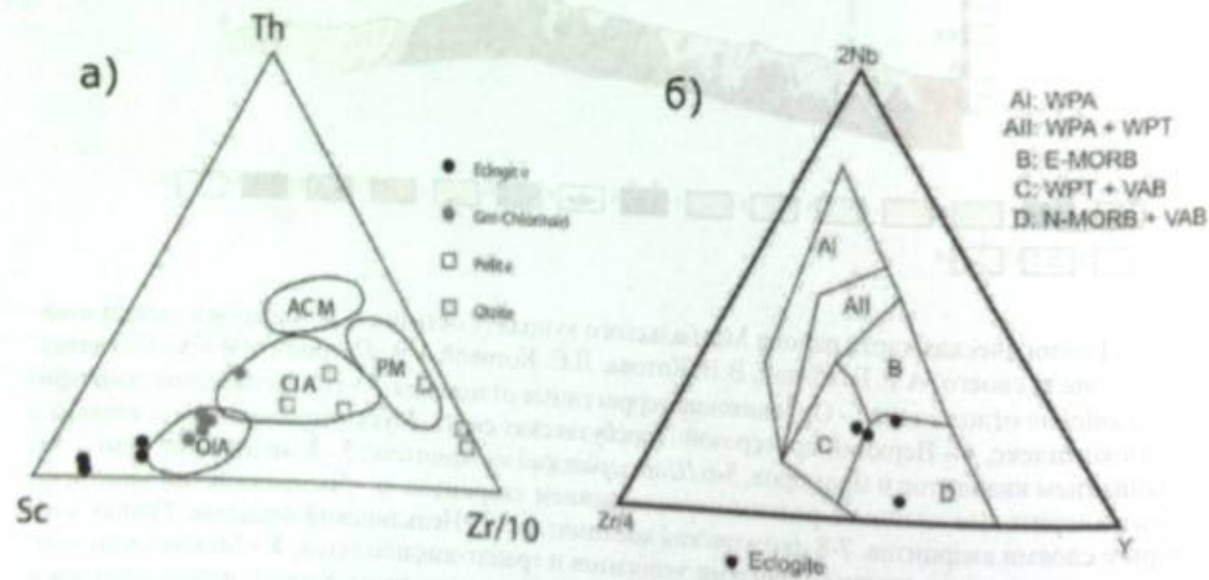


Рис. 3. Дискриминационные диаграммы: а) Th–Sc–Zr/10 [17] и б) 2Nb–Zr/4–Y [22]. Поля: OIA - океанических островных дуг, CIA - континентальных островных дуг, ACM - активная континентальная окраина, PM - пассивной окраины, WPA - платформенные базальты, WPT - внутриплитные щелочные базальты, WAB - внутриплитные толеиты, E-MORB - обогащенные базальты COX, N-MORB - нормальные базальты COX, VAB - базальты вулканической дуги.

Силикатные анализы (козсит-кианит-лавсонит)-гранат-талк-хлоритондных сланцев показали более высокие  $\text{SiO}_2$  (55,6–67,7 мас%) и исключительно высокое содержание  $\text{MgO}$  (10,5–14,0 мас%), чем в эклогитах. Этот вид пород богатый  $\text{MgO}$  был описан ранее из Кокчетавского массива [18], где талк-кианит-фенгит-альмандиновые сланцы имеют такое же высокое содержание  $\text{MgO}$  11,7–18,4 мас%, но по содержанию  $\text{SiO}_2$  похожи на базальтовые породы (43,3–51,6 мас%). На основе химических данных для этих пород в Кокчетавском комплексе протолитом предложены эклогиты. Гранат-(кианит)-талк-хлоритондные сланцы содержат Zr, Th, Rb, Ce и Nb, и по этим признакам аналогичны породам верхней части континентальной коры [19]. В то же время, по распределению Y, Ba и Ti они похожи на базальты из срединно-океанических хребтов (N-MORB). Микроэлементы (Zr, Th, Rb, Ce и Ba), нормированные относительно примитивной мантии (ПМ) в этих сланцах (усредненные) сходны с кварцитами. Однако, элементов (Ti, Ba и P), также нормированных относительно ПМ, в гранат-талк-хлоритондных сланцах и эклогитах (базальтового состава) также сходны, что свидетельствует о более мафическом составе протолитов. Составы гранат-талк-хлоритондных сланцев являются промежуточными между эклогитами и кварцитами. Талк-кианит-фенгит-альмандиновые сланцы (Кокчетавский массив) и гранат-талк-(кианит)-хлоритондные сланцы (Макбальского поднятия) имеют высокое содержание  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$  и низкие,  $\text{Na}_2\text{O}$  и  $\text{K}_2\text{O}$ , но  $\text{SiO}_2$  выше в гранат-талк-хлоритондных сланцах Макбала. Нормированные относительно ПМ элементы сравниваемых пород Кокчетавского массива и Макбальского поднятия аналогичны. На основе того, что минеральная химия всех составляющих минералов в гранат-талк-хлоритондных сланцев и включений в порфиробластовых гранатах являются богатыми  $\text{MgO}$ , предполагается обогащение их  $\text{MgO}$  произошло до образования гранатовых порфиробластов. Вероятно, обогащение  $\text{MgO}$  и истощения  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  и  $\text{K}_2\text{O}$  произошло вблизи срединно-океанических хребтов и вызвано высокотемпературным гидротермальным изменением [18]. На диаграмме Th–Sc–Zr/10 гранат-талк-хлоритондные сланцы занимают поле океанических островов.

К аналогичному выводу независимо пришла также и учёные из Германии. На диаграммах Th/Yb – Nb/Yb и  $\text{TiO}_2/\text{Yb}$  – Nb/Yb состав протолита гранат-талк-хлоритондных сланцев попадает в поле MORB и OIB. Считается,

что эти породы представляют собой магматические породы основного состава, дериваты обогащенной мантии, образованные первоначально в виде базальтов COX или океанических островов [20].

Таким образом, геохимические данные склоняют нас считать протолиты (козсит-кианит-лавсонит)-гранат-талк-хлоритондных сланцев первично магматическими образованиями океанических островов.

Метабазиты-I. Анализ петрохимических данных показал, что эклогиты акджонского надкомплекса образовались за счет пород ложа океана и островных дуг [21]. На дискриминационных диаграммах Zr/Y–Zr и 2Nb–Zr/4–Y (рис. 3-б) микроэлементы эклогитов, нормированные к примитивной мантии, аналогичны нормальным базальтам срединно-океанического хребта (N-MORB), но заметно отличаются от базальтов океанической островной дуги (OIB). Отдельные образцы показывают истощение Nb, которое является характерной для базальтов островных дуг [18].

Таким образом, выделяются три типа протолитов, характерных для трёх геодинамических обстановок: пассивных окраин континентов (в основном кварциты макбальского комплекса), для островодужных систем (породы нельдинского комплекса) и океанического дна [метабазиты – I и (козсит-кианит-лавсонит)-гранат-талк-хлоритондные сланцы]. Они указывают на то, что существовал какой-то палеоокеан, который был обретен с одной стороны системой островных дуг, а с другой – континентом с пассивной окраиной. Первоначально они были разобщены друг от друга на значительные расстояния, в последующем были совмещены в процессе субдукции, закрытия океана и коллизии обрамляющих его континентов [14].

В породах акджонского надкомплекса существуют два типа цирконов: детритовый и магматический. Оба типа циркона в последующем испытали многократную регенерацию в результате наложенных термальных событий. По ним получены интересные данные по абсолютной геохронологии [14, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29].

Детритовые цирконы в кварцитах макбальского комплекса представляют возрасты 3,81–1,45 млрд. лет. Циркон, по которому определена дата 3,81 млрд. лет, был кристаллизован в магме, образованной за счёт плавления пород континентальной коры с возрастом 4 млрд. лет [26]. В этом комплексе нет цирконов с датами



моложе 1450 млн. лет. В сланцах нельдинского комплекса установлены даты детритовых цирконов от 3300 до 1750 млн. лет. В них также нет цирконов с возрастом моложе 1750 млн. лет. Эти даты означают закрытие осадочного бассейна, т.е. могут указать на возраст вмещающих их осадков. Следовательно, они подтверждают ранее установленный для них раннепротерозойский возраст.

В то же время в первично магматических породах (эклогитах и гранат-талк-хлоритовых сланцах), образованных на дне древнего океана, установлены цирконы с возрастом 1900–1800 млн. лет и испытавшие многочисленные наложенные преобразования вплоть до 480 млн. лет указывают на начало зарождения океанской обстановки.

#### История развития района по данным акджонского надкомплеса

1. Континент, продукты разрушения которого слагали кварциты макбальского комплекса, по-видимому, представлял собой сильно аккрецированный коллаж разновозрастных образований, охватывающих, судя по установленным датам, возрасты всех подразделений архея: эо- (3810), палео- (3300–3250), мезо- (3100–2800), неоархея (2800–2500), палеопротерозоя (2500–1600) и первой трети мезопротерозоя (1600–1450 млн. лет). До времени появления первой даты океанских пород регион, по-видимому, входил в состав суперконтинента, соответствующего второму в истории Земли, названному «Карелий», «Колумбий» или «Кенорленд» (рис. 4).

2. Наидревнейший возраст цирконов первично магматических пород дна океана (эклогитов и гранат-талк-хлоритовых сланцев) соответствует датам 1800–1900 млн. лет (рис. 4). Как показано выше, эти породы представляют собой образования срединно-океанского хребта и океанских островов. Следовательно, начало раскрытия Сакского праокеана соответствует этим датам.

Развитие океана продолжается сквозь многочисленных термо-механических преобразований в недрах самого бассейна, свидетелями чего являются образования новых генераций циркона на уровнях 1751; 1650; 1450; 1174; 982; 885 млн. лет. Всё это протекало в условиях существования и разрастания палеоокеана. Он был обрамлен с одной стороны Нарынским и с другой Исык-Кульским палеоконтинентами. В составе каких более крупных палеоконтинентов они находились пока сказать трудно.

3. Уровень 1750–1400 млн. лет характеризуется накоплением осадков в пределах континентов, обрамляющих Сакский праокеан. На пассивной окраине прилегающего Нарынского палеоконтинента, судя по протолитам пород макбальского комплекса, накапливались аркозовые песчаники и в малом количестве карбонатные осадки. На другой окраине Сакского праокеана отлагались осадки островных дуг континентального (японского) типа – протолиты нельдинского комплекса. Они по составу соответствуют образованию глубоководных желобов и бассейне передового прогиба, что указывает на существование субдукционных процессов.

4. Промежуток дат 1400–1300 млн. лет характеризуется отсутствием какой-либо информации. Однако, субдукционные процессы, имевшие место в предыдущем этапе, могли быть завершены закрытием океана и коллизией обрамляющих его континентов. На этом основании с большим вопросом предполагается закрытие Сакского праокеана и формирование какого-то единого древнего континента.

5. На уровне 1300–1000 млн. лет Сакский протоокеан испытывал повторное (?) раскрытие и максимальное расширение. В его пределах протекали термальные проявления с образованием новых генераций циркона из базальтов (протолитов эклогитов). В пределах соседних континентов также происходили интенсивные термальные события, отраженные во внедрении многочисленных гранитных масс, часто имеющих явно внутриконтинентальный характер.

6. Новая обстановка намечается на уровне 960–860 млн. лет. Появляются признаки субдукционных процессов, образовались винчитовые сланцы с возрастом 880 млн. лет – показатели метаморфизма высоких давлений, но низких температур, свойственного для верхней части субдукционного канала. Эти породы встречены в виде экзотических блоков внутри кварцитов, испытавших метаморфизм сверхвысоких давлений.

7. Уровень 800–700 млн. лет характеризуется появлением биотит-фенгит-гранатовых сланцев, метаморфических пород эпидот-амфиболитовой фации, средних давлений с возрастом по K-Ar методу 769 и 717 млн. лет, встречающихся в виде экзотических блоков внутри кварцитов сверхвысоких давлений. Эти породы образовались в верхней части земной коры и, возможно, указывают на условия коллизии континентов. Мы допускаем, что на

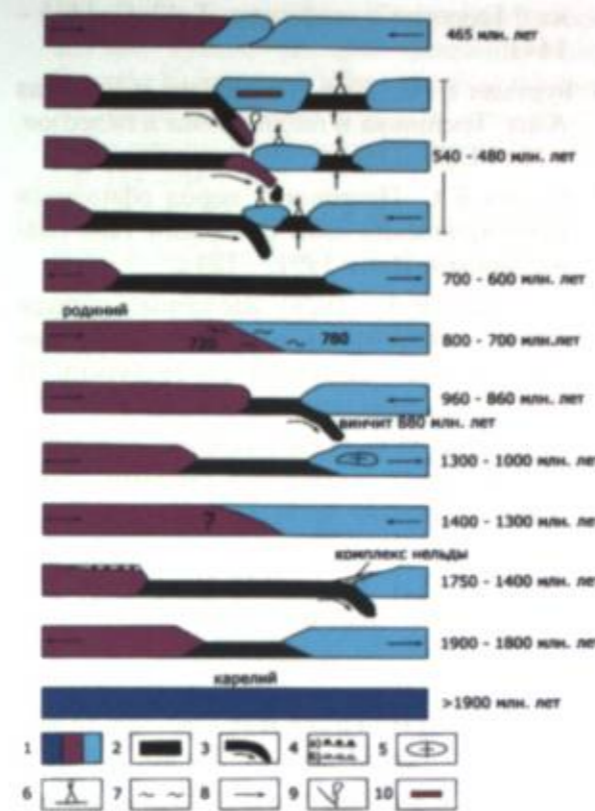


Рис. 4. Схема эволюции Сакского палеоокеана.

1. Древние континенты: а) Карелий, б) Нарынский и в) Исыккульский; 2. Океанская литосфера; 3. Субдукция океанской литосферы; 4. Осадки на окраинах континентов: а) пассивной окраины, б) островодужной системы; 5. Внедрение внутриплитных гранитоидов; 6. Проявление вулканизма; 7. Проявление коллизионного метаморфизма; 8. Направление движения масс; 9. Всплытие диапировой массы сверхвысоких давлений; 10. Силлы диабазов, внедрившихся в верхнюю часть коры. Цифры на рисунках и на правой их части – даты абсолютного возраста.

промежутке указанных времен произошло закрытие Сакского протоокеана, как следствие субдукционных процессов, имевших место в предыдущем этапе.

8. Уровень 700–600 млн. лет характеризуется новым раскрытием, господством и расширением Сакского палеоокеана. Происходили чисто термальные преобразования протолитов эклогитов и метасоматические изменения гра-

нат-талк-хлоритовых сланцев на дне океана ещё до процессов субдукции. В континентальном обрамлении в это время происходила вторая в Тянь-Шане этап рифтогенеза [30].

9. Весьма напряженные и быстротечные процессы происходили в интервале времени 540–480 млн. лет. Наземными геологическими исследованиями были установлены, что в раннем кембрии в районе уже существовал задуговой бассейн с формированием офиолитового комплекса с возрастом  $518 \pm 4$  млн. лет и охватывал весь указанный период. Островная дуга возникла на континентальной основе, что подтверждается составом вулканитов [29].

Показателем субдукционной обстановки является образование эклогитов, возраст которых по Sm-Nd методу  $526 \pm 10$  млн. лет [14], а также коэзит-содержащих гранат-талк-хлоритовых сланцев, указывающих на глубины 120 км [31]. PbO-ThO<sub>2</sub> методом по монациту из этих сланцев и K-Ar методом по фенгиту и парагониту из эклогитов и метапелитовых сланцев доказан возраст проявления метаморфизма сверхвысоких давлений 510–480 млн. лет [23, 24].

Метаморфизм сверхвысоких давлений проявился в условиях температур 550°C, значительно ниже линии солидуса метапелитов. Минеральные ассоциации гранат-талк-хлоритовых сланцев включают лавсонит и хлоритид [31], которые свидетельствуют о холодной субдукции океанской литосферы, в условиях геотермального градиента ниже 5 °C/км. Это обстоятельство свидетельствует о том, что перемещение океанской литосферы от горячего срединно-океанского хребта было достаточно длительным и далёким, что нагретая в зоне СОХ масса смогла остыть, и в нижней части литосферы уже кристаллизовались гранаты, приводящие к её утяжелению, погружению и затягиванию океанскую плиту вниз. Такой слэб, как считается [32], погружается круто подобно марианскому или японскому типам субдукции с формированием островодужной системы с задуговым бассейном.

Если подходить к этому вопросу с точки зрения актуализма, то первая зона холодной субдукции в западной части Тихого океана (глубоководные желоба Тонга – Кермадек) появляется на расстоянии 7000–8000 км от оси спрединга. В современную эпоху только Тихий океан имеет вокруг себя субдукционные структуры с образованием островодужных систем, в то время как, все другие современные океаны таких структур не имеют [32].

На этом основании можно допустить со-размерность Сакского палеоокеана с современными Тихим, по крайней мере, допустить значительные его размеры.

10. В позднем кембрии, в самый разгар островодужных процессов, в районе зафиксированы базальты шошонитовой серии с высоким содержанием калия ( $K_2O=1.5-4.6\%$ ). В совокупности с поведением лёгких РЗЭ они характеризуют финальную стадию развития островных дуг, условия отрыва слэба и подъёма обогащенного мантийного материала [29]. Однако в нашем случае отрыв слэба произошёл внутри активного действия островодужной обстановки, в условиях непрерывного продолжения субдукционных процессов. По-видимому, такая обстановка возникла в результате заклинивания канала субдукции затягивающейся сюда значительной массой континентального блока, что, возможно, привело к замедлению нисходящих движений в верхней части субдукционного канала. В то же время нижняя отяжелевшая в результате преобразования базальта в эклогит часть слэба продолжала движение вниз в прежнем режиме, что могло привести к его отрыву.

Субдукционные процессы, преодолев силы заклинивания, полностью затянув блок континентальной массы вниз, продолжали функционировать вплоть до конца среднего ордовика.

11. Начиная со среднего ордовика в районе возникает орогенная обстановка с накоплением моласс и внедрением гранитондов с возрастом 465 млн. лет.

#### Литература

1. Королев В. Г., 1961. Схема тектонического районирования Тянь-Шаня и смежных регионов. // Изв. Киргиз. филиала Всесоюз. Геогр. о-ва, вып. 3.
2. Авдеев А. В., Ковалев А. А., 1989. Офиолиты и эволюция юго-западной части Урало-Монгольского складчатого пояса. – М: МГУ – 229 с.
3. Ломизе М. Г., Демина Л. И., Зарщикова А. А., 1997. Киргизско-Терской палеоокеанический бассейн (Тянь-Шань) // Геотектоника, № 6, – С. 35 – 55
4. Бакиров А. Б., 1999. Эволюция литосферы Тянь-Шаня // Известия НАН КР. Спец. выпуск. – С. 3–14.
5. Бакиров А. Б., Максумова Р. А., 2001. Геодинамическая эволюция литосферы Тянь-Шаня // Геология и геофизика. Т. 42. С. 1435 – 1443.
6. Буртман В. С., 2006. Тянь-Шань и Высокая Азия. Тектоника и геодинамика в палеозое. – М.: ГЕОС, 216 с.
7. Сакиев К.С. Петрология пород офиолитов Кара-Арчинской зоны Северного Тянь-Шаня. Бишкек, Илим 1991. – 184 с.
8. Николаев В.А. (1928) Щелочные породы Ирису и западное окончание Александровского хребта // Путеводитель экскурсии III Всес. Съезда геологов.
9. Медведева И.Е. (1960) Генезис эклогитов Макбальского поднятия Северный Тянь-Шань // Известия вузов. Геол. и разв., № 11, – С. 41–60.
10. Белькова Л.Н., Огнев В.Н. К стратиграфии и тектонике древних толщ Киргизского хребта//Геология Средней Азии. – Л.: ЛГУ, 1961. – С.37-72.
11. Белькова Л.Н., Огнев В.Н. Древние толщи северного Тянь-Шаня. -М.: Недра, 1964.
12. Киселев В.В., Королев В.Г. Новые данные по стратиграфии докембрия и палеозоя западной части Киргизского хребта//Материалы по геологии Тянь-Шаня. - Фрунзе: Изд. АН Кирг. ССР. -1964 - Вып.IV.
13. Макарычев Г.И. Гесь М.Д. Тектоническая природа зоны сочленения Северного и Среднего Тянь-Шаня//Геотектоника. 1981. №4. – С.57-72.
14. Бакиров А.Б. (отв. ред.), Тагири М., Такасу А., Сакиев К.С., Орозбаев Р.Т. (ред.), Бакиров А.А., Тогомбаева А.А., Сатыбаев М.М., Баслакунов Ж.У., Монография '(U)HP террейны Тянь-Шаня': – Бишкек: Илим, 2017 – с. 232.
15. Бакиров А.Б. Эндегенные геологические формации Киргизии. Часть II. Метаморфические формации. - Фрунзе: Илим, 1984. - 215 с.
16. Hashimoto M. (Editor) (1990). Geology of Japan. Series Development in Earth and Planetary Sciences, Springer Netherlands, Vol. 8, – 250 p.
17. Bhatia M.R., Crook K.A.W. (1986) Trace element characteristics of graywackes and tectonic discrimination of sedimentary basin // Contributions to Mineralogy and Petrology, Vol. 92, – P. 181–193.
18. Yui T.F., Chu H.T., Hwang S.L., Shen P., Wu T.W., Liou J.G., Sobolev N.V. (2010) Geochemistry of garnetiferous Ti-clinohumite rock and talc - kyanite - phengite - almandine schist from the Kokchetav UHP terrane, Kazakhstan: An insight to possible origins of some chemically unusual UHP rocks // Lithos, Vol. 118, – P. 131–144
19. Taylor S.R., McLennan S.M. (1981) The composition and evolution of the continental crust: rare earth element evidence from sedimentary rocks // Phil. Trans. R. Society, A301, – P. 381–399.
20. Meyer M., Klemd R., Hegner E., Konopelko D. (2014) Subduction and exhumation mechanisms of ultra-high and high-pressure oceanic and continental crust at Makbal (Tianshan, Kazakhstan and Kyrgyzstan) // Journal of Metamorphic Geology, Vol. 32, – P. 861–884.
21. Бакиров А.Б. Условия формирования эклогитоносных метаморфических комплексов // Изв. АН Кирг.ССР.- 1990.- N2. - С.55-62.
22. Meschede M. (1986) A method of discriminating between different types of mid-ocean ridge basalts and continental tholeiites with the Nb-Zr-Y diagram // Chemical Geology, Vol. 56, – P. 207–218.
23. Tagiri M., Takiguchi S., Ishida C., Noguchi T., Kimura N., Bakirov A.B., Sakiev K., Takahashi M., Takasu A., Bakirov A.A., Togonbaeva A., Suzuki A. (2010) Intrusion of UHP metamorphic rocks into the upper crust of Kyrgyzian Tien-Shan: P-T path and metamorphic age of the Makbal Complex // Journal of Mineralogical and Petrological Sciences, Vol. 105, – P. 233–250.
24. Togonbaeva A., Takasu A., Bakirov A.A., Sakurai T., Tagiri M., Bakirov A.B., Sakiev K. (2009) CHIME monazite ages of garnet-chloritoid-talc schists in the Makbal complex, Northern Kyrgyz Tien-Shan: first report of the age of the UHP metamorphism // Journal of Mineralogical and Petrological Sciences, Vol. 104, – P. 77–81.
25. Rojas-Agramonte Y., Herwartz D., Garcia-Casco A., Kröner A., Alexeiev D.V., Klemd R., Buhre S., Barth M. (2013) Early Palaeozoic deep subduction of continental crust in the Kyrgyz North Tianshan: evidence from Lu-Hf garnet geochronology and petrology of mafic dikes // Contributions to Mineralogy and Petrology, Vol. 166, – P. 525–543.
26. Rojas-Agramonte Y., Kröner A., Alexeiev D.V., Jeffreys T., Khudoley A.K., Wong J., Geng H., Shu L., Semiletkin S.A., Mikolaichuk A.V., Kiselev V.V., Yang, J., Seltmann R. (2014) Detrital and igneous zircon ages for supracrustal rocks of the Kyrgyz Tian Shan and palaeogeographic implications // Gondwana Research, Vol. 26, – P. 957–974.
27. Konopelko D., Kullerud K., Apayarov F.H., Sakiev K.S., Baruleva O., Ravna E.J.K., Lepikhina E. (2012) SHRIMP zircon chronology of HP-UHP rocks of the Makbal metamorphic complex in the Northern Tien Shan, Kyrgyzstan // Gondwana Research, Vol. 22, – P. 300–309.
28. Konopelko D., Klemd R. (2016) Deciphering protoliths of the (U)HP rocks in the Makbal metamorphic complex, Kyrgyzstan: geochemistry and SHRIMP zircon geochronology // European Journal of Mineralogy, Vol. 28, – P. 1233–1253.
29. Degtyarev K.E., Ryazantsev, A.V., Tretyakov, A.A. et al. (2013) Neoproterozoic-Early Paleozoic tectonic evolution of the western part of the Kyrgyz Ridge (Northern Tien Shan) caldonides // Geotectonics, Vol. 47, – P. 377–417.
30. Максумова Р.А. (2014) Комплексы континентальных рифтов // Геодинамика и оруденение Тянь-Шаня (Кыргызстан) (ред. Бакиров А.Б.). – Бишкек: Илим, – С. 43–45.
31. Orozbaev R., Hirajima T., Bakirov A.B., Takasu A., Maki K., Yoshida K., Sakiev K., Bakirov A.A., Hirata T., Tagiri M., Togonbaeva A. (2015) Trace element characteristics of clinzoisite pseudomorphs after lawsonite in talc-garnet-chloritoid schists from the Makbal UHP Complex, northern Kyrgyz Tien-Shan // Lithos, Vol. 226, – P. 98–115.
32. Ханн В.Е., Ломизе М.Г. (2010) Геотектоника с основами геодинамики. – М: МГУ, 560 с.

УДК 550.93 (575.2)

**Апаяров Фарид Хурматович,***канд. геолого-минералогических наук, ст. научный сотрудник.***Киселев Владимир Владимирович,***доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий лабораторией.***Захожая Ирина Георгиевна,***ведущий геолог редакционной партии ГП «Северо-Кыргызская геологическая экспедиция»***Лепёхина Елена Николаевна,***научный сотрудник Центра изотопных исследований,**ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П.Карпинского» (ВСЕГЕИ)***Львов Павел Алексеевич,***научный сотрудник Центра изотопных исследований,**ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П.Карпинского» (ВСЕГЕИ)*

### НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВОЗРАСТЕ ПОРОД МАГМАТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ АКТЮЗ-БООРДИНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА (СЕВЕРНЫЙ ТЯНЬ-ШАНЬ, КЫРГЫЗСТАН)

**Аннотация.** Представлены результаты U-Pb SHRIMP-II датирования кристаллов циркона из пород 5 интрузивных массивов 4 магматических комплексов Актюз-Боординского рудного района (Северный Тянь-Шань).

Для кварцсодержащего монзонита Кызылсуейского массива одноименного комплекса определен раннеордовикский возраст  $473 \pm 4$  млн лет. Возраст гранита Боординского и Желькильдекского массивов боординского комплекса  $472 \pm 3$  и  $469 \pm 4$  млн лет. Раннедевонский возраст получен для сyenита Бешекинского массива киртабылгинского комплекса -  $401 \pm 3$  млн лет и субщелочного гранита Бурулдайского массива кичикеминского комплекса -  $399 \pm 3$  млн лет.

**Ключевые слова:** Северный Тянь-Шань, рудный район, магматический комплекс, массив, горная порода, циркон, U-Pb датирование, возраст.

### АКТЮЗ-БООРДУ КЕНДУУ РАЙОНУНДАГЫ МАГМА КОМПЛЕКСТУУ ТОО ТЕКТЕРИНИН ЖАШЫ БОЮНЧА ЖАҢЫ МААЛЫМАТТАР (ТҮНДҮК ТЯНЬ-ШАНЬ, КЫРГЫЗСТАН)

**Аннотация.** Бул эмгекте циркон кристаллдарынын U-Pb SHRIMP-II боюнча Түндүк Тянь-Шаньдин 4 магма комплекстик 5 интрузия тоо тектеринин жашын аныктоо боюнча аткарылган жумуштун жыйынтыктары келтирилген.

Кызыл-Суу массивиндеги кварц тутумдуу монзониттин жашы эртеордовик  $473 \pm 4$  млн жыл деп аныкталган. Боорду жана Желкильдек массивдериндеги боорду комплексиндеги граниттин жашы  $472 \pm 3$  жана  $469 \pm 4$  млн. Вешекки массивинин Кыртабылга комплексиндеги сyenиттин жашы  $401 \pm 3$  млн жыл, Бурулдай массивинин Кичи Кемин комплексиндеги субщелочтуу граниттин жашы -  $399 \pm 3$  млн жыл.

**Негизги сөздөр:** Түндүк Тянь-Шань, кендүү район, магма комплекстери, массивдер, U-Pb, тоо тектеринин жашын аныктоо, циркон, тоо тектеринин жашы.

### NEW DATA ON THE AGE OF ROCKS OF MAGMATIC COMPLEXES OF AKTUZ-BOORDINSKY ORE REGION (NORTHERN TIEN-SHAN, KYRGYZSTAN)

**Abstract.** The results of the U-Pb SHRIMP-II dating of zircon crystals from rocks of 5 intrusive massifs of 4 magmatic complexes of the Aktuz-Boordinsky ore region (Northern-Tian-Shan) are presented.

For the quartz-containing monzonite of the Kyzylsui massif of the complex of the same name, the Early Ordovician age was determined to be  $473 \pm 4$  Ma. The granite age of the Boordin and Zhelkilydyk massifs of the boordin complex is  $472 \pm 3$  and  $469 \pm 4$  Ma. The Early Devonian age was obtained for the syenite of the Beshekinsky massif of the kirtabulginsky complex -  $401 \pm 3$  Ma and the subalkaline granite of the Burulday massif of the kichikeminsky complex -  $399 \pm 3$  Ma.

**Key words:** Northern Tien-Shan, ore district, magmatic complex, intrusive massif, rock, zircon, U-Pb dating, age.

Геологическое доизучение масштаба 1:200 000 площади листов К-43-Х, К-43-ХV, К-43-ХVI и составление легенд государственных геологических карт показали невозможность решения вопроса возраста многих геологических подразделений без применения современных изотопно-геохронологических методов.

Одним из наиболее сложных геологических объектов на территории изучаемых листов является площадь Актюз, Боординского рудного района, расположенная в Северном Тянь-Шане в бассейнах рек Кичи-Кемин, Чон-Кемин, Чу.

Актюз-Боординский рудный район относится к крупным рудным районам Кыргызстана. Здесь находятся месторождение золота Талды булак Левобережный, редкометально-редкоземельное Кутессай II, десятки средних и мелких месторождений, сотни рудопроявлений различных металлов.

В 1986-1993 годах рудный район вошел в площадь геологического доизучения масштаба 1:50000. Выделено более 10 интрузивных комплексов, несколько метаморфических комплексов [1, 2]. Район относится к наиболее изученным изотопно-геохронологическими методами площадям в Северном Тянь-Шане. В последнее десятилетие выполнено более 20 определений возраста по единичным зернам циркона [3, 4, 5, 6], включая новые датировки в настоящей работе (рис. 1).

В 1988-1992 годах проведено более 30 определений возраста циркона из магматических и метаморфических пород классическим U-Pb IDTIMS методом по многозерновым пробам циркона (100-200 мг) и методом термоионной эмиссии (ТИЭ  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ) в лаборатории изотопной геологии и геохронологии Института геологии НАН Кыргызской Республики [1, 7].

Нами продатированы породы 5 интрузивных массивов 4 комплексов, принятые возрасты которых вызывали сомнение, либо противоречили имеющимся данным.

Датирование U-Pb методом единичных зерен циркона проведено на вторично-ионном масс-спектрометре SHRIMP-II в Центре изотопных исследований ВСЕГЕИ им. А.П. Карпинского по стандартной методике [8]. Интенсивность первичного пучка молекулярных отрицательно заряженных ионов кислорода составляла ~ 4 нА, диаметр пятна (кратера) составлял ~ 30 мкм. U-Pb отношения нормализовались на значение 0.0668, приписанное стандартному циркону TEMORA, что соответствует возрасту этого циркона 416.75 млн лет [9]. Обработка полученных данных осуществлялась с использованием программы SQUID [10]. Построение графиков с конкордией проводилось с использованием программы ISOPLOT/EX [11]. Погрешности единичных анализов (изотопных отношений и возрастов) приводятся на уровне одной сигма, погрешности вычисленного конкордантного возраста приводятся на уровне двух сигма.

Для выбора участков (точек) датирования на поверхности зерен использовались катодолюминесцентные изображения, отражающие внутреннюю структуру и зональность цирконов. Накопление катодолюминесцентных изображений проводилось на сканирующем электронном микроскопе CamScan MX2500. В каждой пробе измерение содержания элементов и их изотопных отношений проведены в 10 точках зерен циркона.

Кызылсуейский массив (I) расположен в бассейне р. Кызылеу, в 15,5 км юго-западнее с. Орловка. Он относился к ранне-среднедевон-

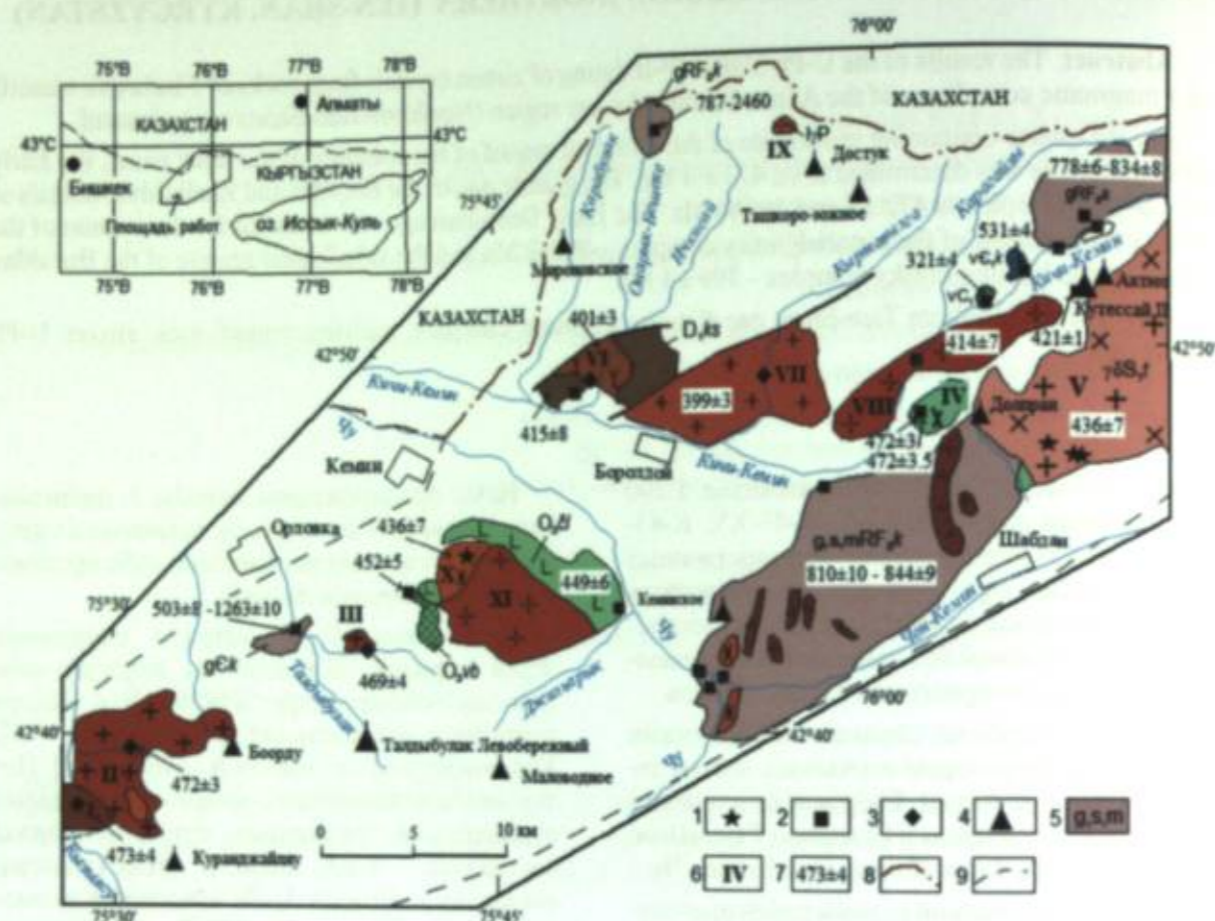


Рис. 1. Схема расположения массивов с пунктами датирования пород

Условные обозначения к рис. 1. 1-3 – пункты датирования пород: 1 – U-Pb TIMS [1,7], 2 – U-Pb SHRIMP-II [3,4,5,6,13], U-Pb TIMS [15], 3 – данная статья; 4 – месторождения; 5 – метаморфические комплексы; 6 – номера массивов: I – Кызылсуевский, II – Боординский, III – Желькильдский, IV – Долпранский, V – Тасакеминский, VI – Бешекинский, VII – Бурулдайский, VII – Кичикеминский, IX – Тастинский, X – Бурубайский, XI – Байбиченсаурский; 7 – линия государственной границы; 8 – линия границы Актюз-Боординского рудного района

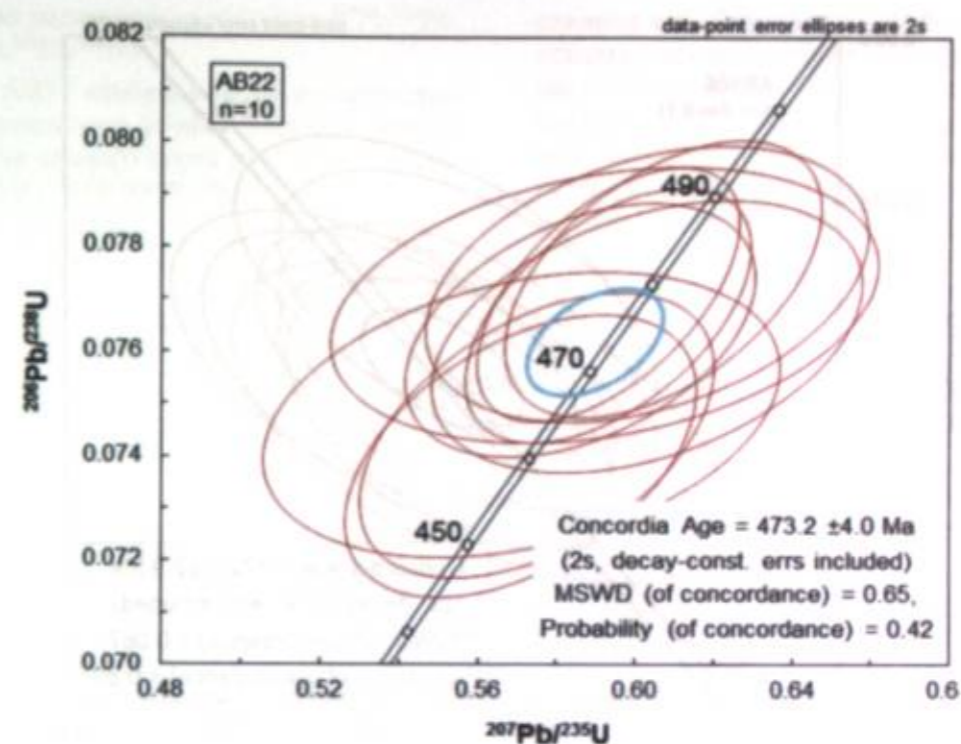


Рис. 2. Диаграмма с конкордией для цирконов пробы AB22

скому кызылсуевскому [12], позднеордовикскому беркутскому [1], раннепермскому кокмоинскому [2] комплексам.

Проба AB22 отобрана из среднезернистого кварцсодержащего монцитита в основании правого борта р. Кызылсу ( $C42^{\circ}38'6.3''$ ;  $B75^{\circ}28'30.4''$  – здесь и далее координаты места отбора проб даются в системе WGS 84), в 180 м юг-юго-восточнее устья ручья Бозайгыр, правого притока р. Кызылсу.

Конкордантный возраст, полученный по результатам U-Pb анализов 10 зерен цирконов составил  $473 \pm 4$  млн лет (флоский век раннего ордовика) (Рис. 2).

В Боординском гранитовом комплексе познерифейского [1, 2] возраста продатированы граниты двух массивов с резко различающи-

мися возрастными по данным датирования многозерновых проб цирконов [1, 7].

На правом борту ручья Чон-Таралган (правый приток р. Кызылсу) в Боординском массиве (II) из красновато-розового крупнозернистого порфировидного гранита с вкраплениями калиевого полевого шпата размером до 3 см отобрана проба AB166 ( $C42^{\circ}39'38.9''$ ;  $B75^{\circ}30'35.6''$ ), в 3,25 км к востоку от р. Кызылсу. Здесь ранее получена U-Pb датировка 566 млн лет [1].

Датирование 9 цирконов пробы AB166 определило их конкордантный возраст  $472 \pm 2$  млн лет (рис. 3), что соответствует флоскому веку раннего ордовика. В расчет не включена датировка  $500.2 \pm 5.2$  млн лет, полученная из ядерной части кристалла циркона (рис. 4).

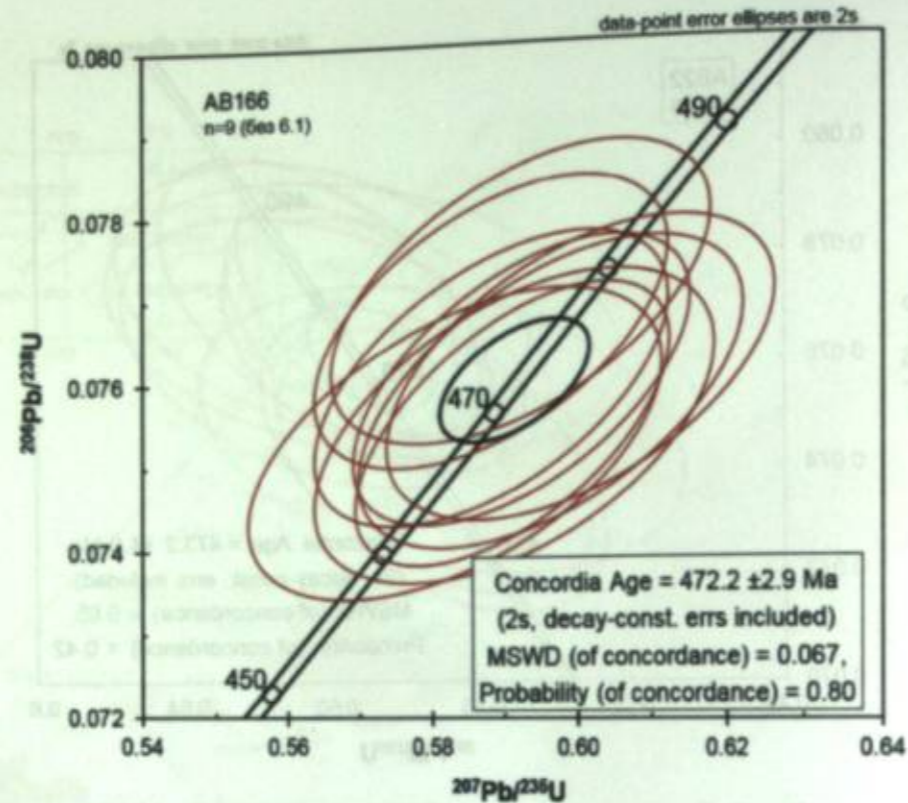


Рис. 3. Диаграмма с конкордией для цирконов пробы AB166

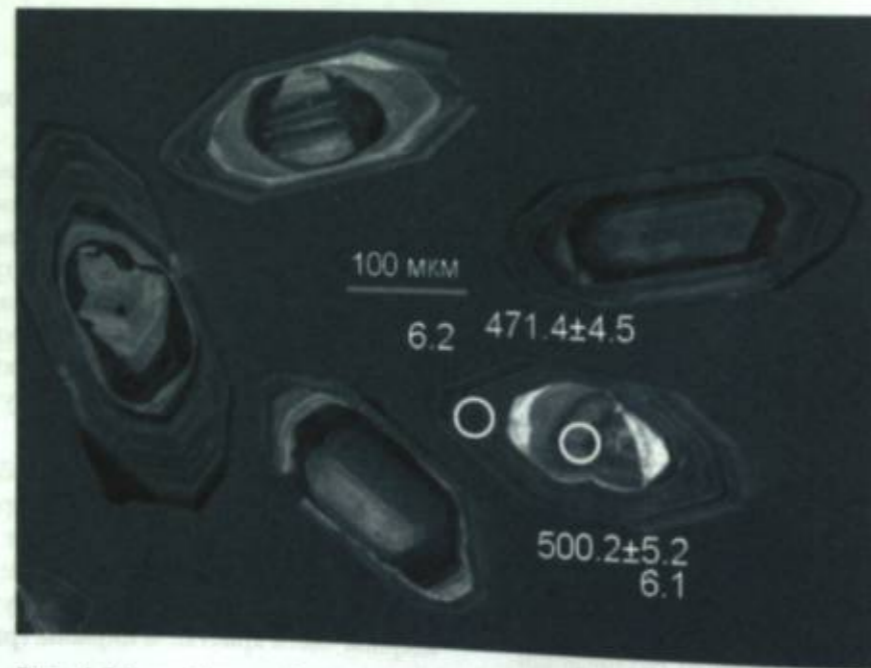


Рис. 4. Микрофотография цирконов пробы AB166, выполненная в режиме катодолуминесценции

Желькильдекский массив находится на правом берегу р. Талдыбулак, между долинами Бурубай и руч. Желькильдек, в западной части разделяющего их хребта. По навескам циркона трех размерных фракций из порфириовидно-

го гранита имеются U-Pb ID TIMS датировки 1060, 945,896 млн лет (более 0,16 мм), 903, 549, 468 млн лет (0,014-0,16 мм) и 630, 479, 448 млн лет (менее 0,014 мм) [1, 7]. Приведены возрасты, полученные соответственно по

отношению радиогенных изотопов  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{135}\text{U}$  и  $^{206}\text{Pb}/^{138}\text{U}$ .

Проба AB27 отобрана из желтовато-серого среднезернистого порфириовидного гранита в основании правого борта руч. Желькильдек ( $\text{C}42^{\circ}42'12.9''$ ;  $\text{B}75^{\circ}39'50.7''$ ), в 3,3 км от его

слияния с р. Талдыбулак. По 8 точкам в кристаллах циркона получен конкордантный возраст  $469 \pm 4$  млн лет (Рис. 5) – (далинский век среднего ордовика). В одном кристалле циркона по двум точкам датирования получены резко расходящиеся значения возраста:  $463 \pm 6$  и  $1162 \pm 13$  млн лет (рис. 6).

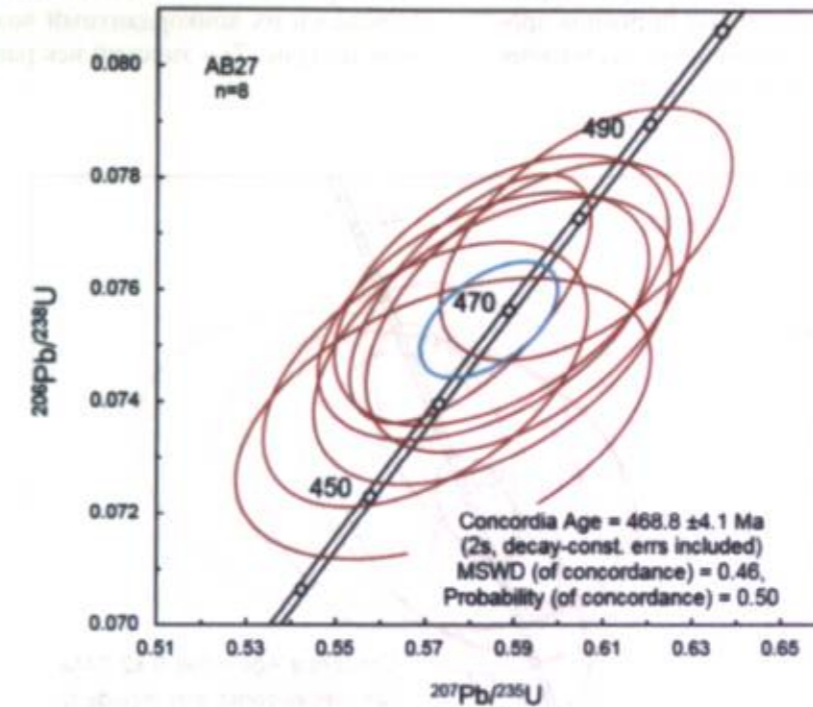


Рис. 5. Диаграмма с конкордией для цирконов пробы AB27

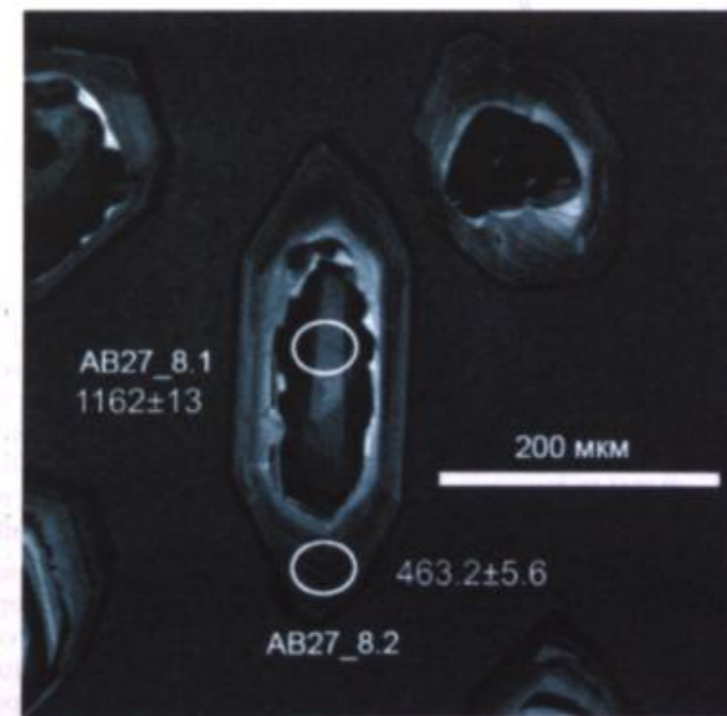


Рис. 6. Микрофотография цирконов пробы AB27, выполненная в режиме катодолуминесценции

Установление в ядрах зерен «древних» цирконов в гранитах боординского комплекса объясняет докембрийские U-Pb датировки в многозерновых пробах и указывает на более высокое их содержание в крупных зернах циркона. Таким образом, значительный разброс значений возраста по многозерновым пробам вызван, как нарушением U-Pb системы цирконов, так и наличием реликтовых цирконов протолита или цирконов, захваченных магматическим расплавом из вмещающих толщ.

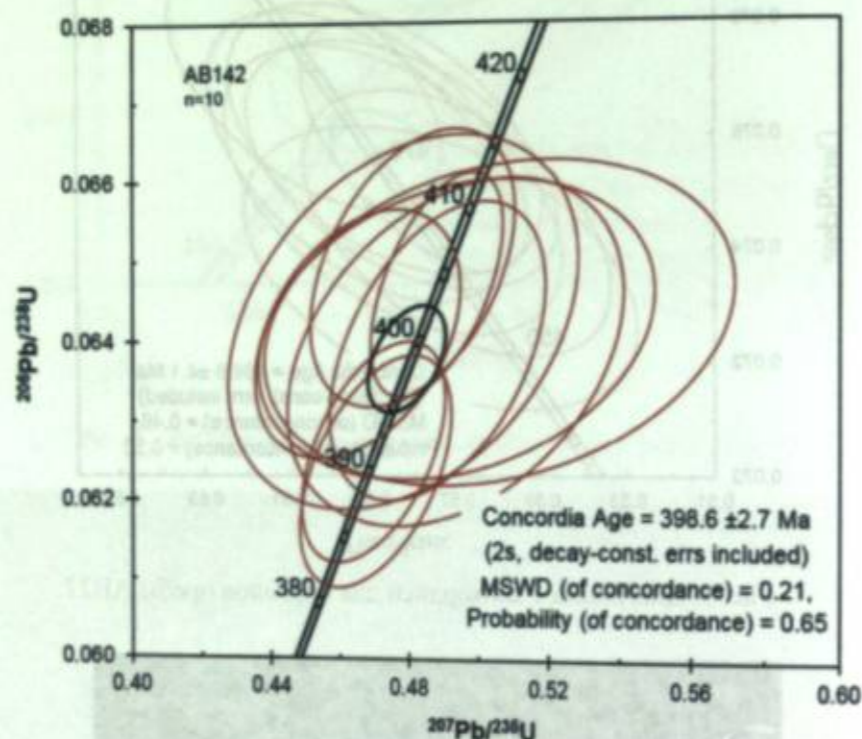


Рис. 7. Диаграмма с конкордией для цирконов пробы AB142

Бешекинский массив (VI) пермского [1] или условно позднепермского [2] киртабулгинского комплекса находится к северу от с. Бейшеке, в нижнем течении р. Ичкисай. Сиениты массива прорывают нижнедевонскую кастекскую свиту кислых вулканитов. По цирконам из риолита получен U-Pb (SHRIMP-II) возраст  $415 \pm 8$  млн лет [13].

Проба AB147 отобрана из красновато-розового среднезернистого сиенита ( $C42^{\circ}49'12.4''$ ;  $B75^{\circ}48'49.1''$ ), в 350 м к северу от с. Бейшеке. Датирование дало конкордантный возраст  $401 \pm 3$  млн лет (рис. 8) – эмсский век раннего девона.

Буруддайский массив (VII) средне-позднедевонского Кичикеминского комплекса [1] расположен к северу от сел Боролдой и Кичи-Кемин. Проба AB142 отобрана из среднезернистого субщелочного гранита на левом берегу р. Кыртавылга ( $C42^{\circ}49'14.0''$ ;  $B75^{\circ}55'37.6''$ ), в 3,7 км к северо-востоку от слияния с р. Кичи-Кемин. По 10 анализам циркона определен их конкордантный возраст в  $399 \pm 3$  млн лет (рис. 7) – эмсский век раннего девона.

На геологической карте Кыргызской Республики масштаба 1:500 000 [2] кислые вулканиты кастекской свиты, прорываемые сиенитами Бешекинского массива, показаны как аксуйская свита нижнего-среднего девона. В стратотипе аксуйской свиты в бассейне р. Ак-Суу U-Pb возраст (SHRIMP-II) вулканитов составляет  $446 \pm 2$  млн лет (поздний ордовик) [14].

Редкометалльно-редкоземельное оруденение месторождений Актюз-Боординского рудного района (Кутессай II и др.) связано с лейкогранитами, гранофирами Кичикеминского массива. В 1988-1992 годах датированием многозерновой пробы циркона ( $376$  млн лет) и  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$  датированием циркона методом термояонной эмиссии ( $388 \pm 8$ ,  $408 \pm 8$ ,  $428 \pm 8$  млн. лет) был

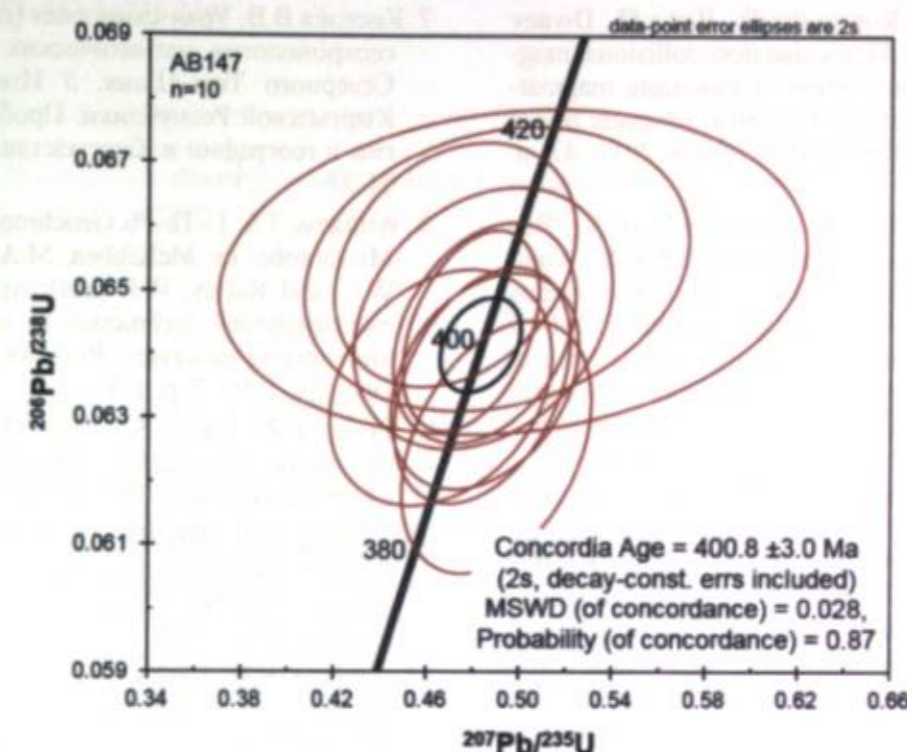


Рис. 8. Диаграмма с конкордией для цирконов пробы AB147

определен более древний, чем принимавшийся пермский возраст лейкогранитов, но на геологических картах был сохранен их пермский [1] и позднепермский [2] возрасты. Раннедевонский возраст лейкогранитов  $416$  и  $414 \pm 7$  млн лет определен U-Pb (SHRIMP-II) датированием [3, 4]. По циркону из гранофира на месторождении Кутессай II Геологической службой США получена датировка  $421 \pm 1$  млн лет (U-Pb TIMS) [15]. Это возраст границы позднего силура и раннего девона.

Таким образом, лейкограниты Кичикеминского массива, как наиболее ранние девонские интрузивные образования и несущие редкометалльно-редкоземельное оруденение, образуют самостоятельный комплекс. Пермскими могут быть лейкограниты Тастинского массива (IX), прорывающие каменноугольные толщ в приводораздельной части Кастекского хребта.

Раннедевонский магматизм широко проявлен в Северном Тянь-Шане [16]. Это подтверждают и проведенные изотопно-геохронологические исследования в Актюз-Боординском рудном районе.

Актюз-Боординский район в геологическом отношении своеобразен и отличается от южных районов Северного Тянь-Шаня скупностью на небольшом пространстве разно-

возрастных многочисленных магматических комплексов. Здесь выделены 13 комплексов и более 50 массивов этих комплексов с возрастом от условно докембрийского до позднепермского [1,2]. Проведенные геологические и изотопно-геохронологические исследования позволяют создать обоснованную схему магматизма района.

#### Литература

1. Морозов В.П., Разбойников А.Г., Оселедько Л.А., Ефремов И.В., Макаров В.А. Геологическое строение и полезные ископаемые Актюз-Боординского рудного района. Отчет Кеминской партии о результатах геологического доизучения в масштабе 1:50000. 1993. Бишкек. Фонды геологической службы Кыргызстана.
2. Геологическая карта Кыргызской Республики, масштаб 1:500000. Гл. редакторы Б.Т. Турсунгазиев, О.В. Петров. СПб. ВСЕГЕИ. 2008.
3. Chiaradia, M., Konopelko, D., Seltmann, R., Cliff, R.A. Lead isotope variations across terrane boundaries of the Tien Shan and Chinese Altay. Mineralium Deposita. 2006. 41. p. 411-428.

4. Seltmann R., Konopelko D., Biske G., Divaev F., Sergeev S. Hercynian post-collisional magmatism in the context of Paleozoic magmatic evolution of the Tien Shan orogenic belt // *Journal of Asian Earth Sciences*. 2011. 42. p. 821-838.
5. Kröner A., Alexeiev D.V., Hegner E., Rojas-Agramonte Y., Corsini M., Chao Y., Wong J., Windley B.F., Liu D., Tretyakov A.A. Zircon and muscovite ages, geochemistry, and Nd-Hf isotopes for the Aktyuz metamorphic terrane: Evidence for an Early Ordovician collisional belt in the northern Tianshan of Kyrgyzstan // *Gondwana Research*. 2012. 21. p. 901-927.
6. Kröner A., Alexeiev D.V., Rojas-Agramonte Y., Hegner E., Wong J., Xia X., Belousova E., Mikolaichuk A., Seltmann R., Liu D., Kisilev, V. Mesoproterozoic (Grenville) terranes in the Kyrgyz North Tianshan: Zircon ages and Nd-Hf isotopic constraints on the origin and evolution of basement blocks in the southern Central Asian Orogen // *Gondwana Research*. 2013. – 23 p. – 272-295 p.
7. Киселёв В.В. Уран-свинцовая (по цирконам) геохронология магматических проявлений Северного Тянь-Шаня. // *Известия НАН Кыргызской Республики. Проблемы геологии и географии в Кыргызстане*. 1999. – С. 21-33.
8. Williams, I.S. U-Th-Pb Geochronology by Ion Microprobe. In: McKibben, M.A., Shanks III, W.C. and Ridley, W.I. (eds), *Applications of microanalytical techniques to understanding mineralizing processes*, *Reviews in Economic Geology*, 1998. 7, p. 1-35.
9. Black, L.P., Kamo, S.L. etc. TEMORA 1: a new zircon standard for U-Pb geochronology // *Chemical Geology*, 2003. 200. p. 155-170
10. Ludwig, K.R. SQUID 1.00, A User's Manual. Berkeley Geochronology Center Special Publication. 2000.No.2, 2455 Ridge Road, Berkeley, CA 94709, USA.
11. Ludwig K.R. User's manual for Isoplot/Ex, Version 2.10, A geochronological toolkit for Microsoft Excel. Berkeley Geochronology Center Special Publication. 1999. No.1a, 2455 Ridge Road, Berkeley CA 94709, USA.

УДК 551.72+552.5 (235.216)

**Максумова Рена Абдуллаевна,**  
*доктор геолого-минералогических наук, профессор, член-корреспондент.*

**Алияскарова Асель Зарылбековна,**  
*мл. научный сотрудник*

### УЛУТАУ – СРЕДИННО-ТЯНЬШАНСКИЙ МИКРОКОНТИНЕНТ

**Аннотация.** В статье «Улутау-Срединно-Тяньшаньский микроконтинент» подчеркнута происхождение Улутау-Срединно-Тянь-Шаньского микроконтинента в результате позднерифей-вендской деструкции земной коры Палеотарима и отделении его красной части Туркестанским океаническим бассейном, возникшим в позднем докембрии. Рифтогенные формации охватывают большие площади в Срединном Тянь-Шане. Основание рифтогенного комплекса датируется возрастом 830 млн лет. Завершение связано с формированием нижнепалеозойской углеродисто-кремнистой группой формаций флишевой формации среднего ордовика и молассами верхнего ордовика.

**Ключевые слова:** микроконтинент, рифтогенные комплексы, тиллиты, аппвеллинг, флишевая формация, турбидиты.

### УЛУУ-ТОО–ОРТОНКУ ТЯНЬ-ШАНЬ МИКРОКОНТИНЕНТИ

**Аннотация.** Бул макалада Улуу-Тоо – Ортонку Тянь-Шань микроконтинентиндеги Палеотаримдин жер кыртышынын кечки рифей-венддеги деструкциясынын натыйжасында жана кечки кембрийге чейинки доордо анын четки бөлүгүнүн Туркестан океандык бассейни менен бөлүнгөнүнөн улам пайда болгону көрсөтүлөт. Ортонку Тянь-Шанда рифтогендик формациялар чоң аянттарды түзөт. Рифтогендик комплекстин негизи 830 млн. жыл менен даталанган. Аяктоосу ортонку ордовиктин флиш формациясынын астыңкы палеозойдук көмүртек-кремний тобунун түзүлүшү жана үстүңкү ордовиктин молассалары менен байланышкан.

**Негизги сөздөр:** микроконтинент, рифтогендик комплекстер, тиллиттер, аппвеллинг, флиштик формация, турбидиттер.

### ULUTAU–MIDDLE TIEN-SHAN MICROCONTINENT

**Abstract.** The article titled “Ulutau–Middle Tien-Shan microcontinent” emphasizes that the Ulutau–Middle Tien-Shan microcontinent formed through the Late Riphean–Vendian destruction of the Earth's crust within the Paleotaram continent and separation of its margin by the Turkestan oceanic basin that had formed in the Late Precambrian time. The microcontinent's rift formations occupy large areas in the Middle Tien-Shan. The base of the rift complex dates back to the age of 830 M years. The completion is interpreted to be the time of deposition of Lower Paleozoic carbonaceous-siliceous group formations, Middle Ordovician flysches and Upper Ordovician molasses.

**Key words:** microcontinent, riftogenic complexes, tillites, apwelling, flysch formation, turbidites.

В результате позднерифей-вендского рифтогенеза широко проявились процессы растяжения и раздробления коры окраины континента Родинии. Образованные в результате раздробления континенты и микроконтиненты присутствуют в структуре Тянь-Шаня. Это до-

вольно крупный континент Палеотарим в каледонидах и Тарим в герцинидах Тянь-Шаня и более мелкие блоки: Таласо-Каратауский, Северо-Тяньшаньский микро континенты. Фундамент Палеотарима сложен гнейсами, амфиболитами, кристаллическими сланцами свиты

Куйлю архей-нижнего протерозоя, включающими раннепротерозойские граниты и гранодиориты, верхнерифейским порфирондным комплексом серии Большого Нарына.

Рифтогенные комплексы этого возрастного интервала широко представлены на северной окраине Палеотарима. Возникшим в позднем докембри-раннем палеозое Туркестанским океаническим бассейном от Палетарима отделен крупный континентальный блок, получивший название Улуту-Срединно-Тяньшанский (Сырдарьинский) микроконтинент. Рифтогенные формации Палеотарима образуют протяженный пояс от Улуту через Большой Каратау, Чаткальский и Пскемский хребты, хребты Джетымтау, Нарынтау, Сарыджаз до Куруктага включительно в Китае.

Рифтогенные комплексы в пределах Кыргызстана слагают большие площади в Срединном Тянь-Шане. Основание комплекса образует вулканогенно-терригенная формация (свиты Жаргалач, Сарыбельнин-Чонто-ры в хребтах Джетым-тоо и Нарын-тоо, муршаская в Чаткальском и Пскемском хребтах, ранская в Большом Каратау. В Пскемском хребте и на Сарыджазе она с разрывом залегает на гранитоидах с возрастом 830 млн. лет. В Северо-Западном Каратау – на граносиенитах с возрастом 720 млн. лет. Возраст порфирондов, составляющих горизонты внутри жаргалачской свиты по датировкам цирконов, полученных уран-свинцовым и свинец-свинцовым методами от  $690 \pm 15$  до  $830 \pm 20$  млн лет [1]. В терригенных породах той же свиты Р.Н.Огурицовой обнаружены микропроблематичные органические остатки верхнего рифея. В различных районах Срединного Тянь-Шаня соотношение терригенных и вулканогенных компонентов сильно меняется. Вулканогенные породы А.А.Судоргиным объединены в кашкауско-жаргалачский риолит-риодацит-трахиандезит-трахибазальтовый комплекс. В Пскемском хребте формация почти целиком составлена эффузивами основного состава и туфами. Субвулканическую фацию покровных вулканитов представляют дайки разнообразных диабазов и диабазовых порфиритов. В хребтах Джетымтау и Нарынтау вулканизм проявляется в виде эксплозивный пепловой кристалло- и витрокластичности, излияний кислых, средних, редко основных лав. Вулканизм по характеру полифациальный (эффузивный, эксплозивный, субвулканический), по направленности антидромный, по составу бимодальный с ярко выраженным калиевым уклоном в начале и калиево-натровым – в конце. Связан с

аппаратами центрального типа. Терригенные компоненты, выполняющие грабены, представлены аркозовыми и кварц-аркозовыми косослоистыми песчаниками, гравелитами, конгломератами с текстурно-структурными особенностями мелководных прибрежно-морских или аллювиальных отложений.

После завершения активного вулканизма вся территория вовлекается в погружение, связанное, очевидно, с разрывом и раздвигом в зоне центрального рифта. На окраине Палеотарима формируется континентальный склон, обращенный к возникшей в венде Ишим-Нарынской палеоокеанической структуре. Рифтовые грабенообразные структуры резко погружаются. В них происходит лавинная седиментация отложений, объединенных в группу тиллоидных формаций (джетымская серия). Она подразделяется на тиллоид-углеродисто-сланцевую железорудную формацию, составляющую нижнюю часть серии (собственно свита джетымтау), тиллоидную флишоидно-молассовую формацию (шорашуйская свита, свита джакболот и их аналоги), верхи серии обособлены в качестве байконурского тиллит-тиллоидного горизонта [2].

Рифей-вендские рифтогенные формации имеют большую мощность (до 3000 м). Фациальный облик толщ свидетельствует о возникновении на окраине Палеотарима ряда крутых уступов в условиях горного рельефа, ступенчато понижающихся в северном направлении. Со склонов этих уступов устремлялась масса обломочного материала, в том числе ледникового. Разносился он системой гравитационных потоков. Ясно выраженная тенденция общего погружения территории привела в кембри-раннем ордовике к появлению фаций континентального склона и затем приконтинентальной абиссальной океанической равнины (шорторская серия кембрия-среднего ордовика).

Состав и строение, фациальная изменчивость верхнерифей-вендских формаций Срединного Тянь-Шаня близка формациям молодых континентальных рифтов, таких как Байкальский, Восточно-Африканский, Рейнский. Последовательность формационных комплексов позволяет восстановить дорифтовую стадию регионального воздымания с преобладанием эрозии (вулканогенно-терригенная формация верхнего рифея), стадию регионального растяжения и интенсивной вулканической деятельности. Стадию начального рифтогенеза сменяет во времени провальная стадия с расширением седиментационных впадин и с

масштабной поставкой незрелого кластического материала (тиллоидные формации венда). В конце венда обширное проседание привело к началу дегенеративной стадии (опусканию), появились обстановки океанской седиментации (фтанитовые и яшмовые формации кембрия – раннего и начала среднего ордовика).

Позднерифей-вендский континентальный рифтогенез в конце венда трансформировался в океанический. Между Палеотаримом и Таласо-Каратауским и Северо-Тяньшанским микроконтинентами возникла Терскейская (с двумя ветвями Ишим-Каратауской и Ишим-Нарынской) палеоокеаническая структура. Срединно-Тяньшанское крыло Байконурского рифта стало быстро погружаться, превращая эту структуру в пассивную окраину, обращенную к упомянутому океаническому бассейну. Она сложена нижнепалеозойскими карбонатно-углеродисто-кремнистой группой формаций кембрия-нижнего и начала среднего ордовика, флишевыми и флишево-молассовыми формациями среднего-низов верхнего ордовика.

**Карбонатно-углеродисто-кремнистая группа формаций** объединяет протягивающиеся на большие расстояния от Улуту до Куруктага выходы пород, слагающих шорторскую, сандалашскую, беркутскую, аюторскую свиты на территории Кыргызстана и их аналоги в указанных районах. Нижняя граница этого комплекса формаций представляет собой тектонизированную поверхность с подстилающими тиллитами венда, образуя таким образом параавтохтонную единицу относительно Палеотаримского (Срединно-Тяньшанского) автохтона. Мощность её колеблется от 100 м в бассейне реки Куйлю до 1000 м в Сандалашском хребте. Возраст документирован находками фауны от раннего кембрия до раннего-начала среднего ордовика включительно.

Группа формаций в целом имеет трёхчленное строение. Нижняя её часть имеет преобладающий кремнистый состав и содержит горизонты углеродисто-глинистых сланцев. Они обогащены V, Mo и некоторыми другими элементами (Pb, P, U, Hg, Bi, Ag). Средняя часть характеризуется изменчивым составом с обязательным присутствием карбонатного материала. Так в шорторских (северных) разрезах хребта Джетымтау, в байдамтальской свите хребта Кокирим-тоо, в горах Джебаглы и Северо-Западном Каратау средняя часть толщи представлена мощными карбонатными породами с резко подчиненными известково-глинистыми и известково-кремнистыми

сланцами. В бассейне реки Сарыджаз, в караторских (южных) разрезах хребта Джетымтоо, в Сандалашском хребте наряду с карбонатными породами значительное место занимают известково-кремнистые, известково-глинистые и чисто кремнистые и углито-глинистые сланцы, в некоторых местах резко преобладающие. Верхняя часть толщи, как и нижняя имеет преобладающий глинисто-кремнисто-сланцевый состав. Углеродисто-глинистые и углеродисто-глинисто-кремнистые сланцы в бассейне реки Сарыджаз и в хребте Джетымтоо имеют повышенное содержание V, Mo и некоторых других элементов. В Сарыджазе фиксируется верхний рудоносный горизонт.

Прослойки с фосфато-кремнистыми и фосфато-карбонатными конкрециями служат индикатором крайне низких темпов седиментации в условиях аппвеллинга на шельфовой окраине и верхней части континентального склона, при этом поставщиком кремнезёма для жизнедеятельности нуждающихся в нём организмов обычно признаётся восходящий поток глубинных вод (аппвеллинг).

**Флишевые формации.** На континентально-склоновых отложениях карбонатно-углеродисто-кремнистой группы формаций залегают песчано-алевролитовые флишоидные толщи, содержащие фаунистические остатки, от верхов лланвира среднего до низов верхнего ордовика включительно (ичкебашская, сарыджазская свиты и их аналоги), и венчается разрез молассами, относящимися к самым верхам верхнего ордовика (аюторская, тезская, каначуйская свиты).

Для сарыджазской свиты характерно ритмичное переслаивание пачек песчаников с различной крупностью зерна. Эти отложения несомненно, формировались в условиях активной гидродинамической обстановки и в основном являются отложениями турбидных потоков и связаны с выносами по каньонам, врезанных в склон континента.

Западнее в бассейне реки Нарын (хребты Акшийрак, Джетымтоо, Нура, Молдо-тоо, Кокыйримтоо) средний-верхний ордовик представлен довольно однообразной толщей, состоящей из песчаниковых, алевролитопесчаниковых, и песчано-алевролитовых, алевролитоглинисто-сланцевых пачек (ичкебашская свита Е.И.Зубцова). Мощность её достигает 1500 м. Она согласно перекрывает шорторскую свиту кембро-ордовика и согласно перекрывается условно верхнеордовикской каначуйской свитой.



Характер стратификации слагающих пород, текстурные особенности позволяют относить ичкебашскую свиту к типичным представителям флишевой формации. Остатки фауны определяют возраст свиты в пределах ландейло-ашгиллия [3].

Формирование описываемых отложений связывается с континентально-склоновой обстановкой седиментации. При этом отличительной особенностью является зрелый, преимущественно кварцевый и аркозово-кварцевый состав терригенной кластики. Анализ строения разрезов описываемых толщ показывает направленное изменение осадконакопления от относительно глубоководных на начальных этапах флишенакпления к мелководным в его конце. Доминируют фации проксимальных турбидитов. Своеобразные парагенезисы пород и характер фаунистических остатков (мел-

кие формы раковинной фауны, обилие личинок и молоди граптолитов и т. д.) свидетельствуют о накоплении осадков верхних частей разрезов в условиях, близких подводно-дельтовым.

#### Литература

1. Сагындыков К.С., Судоргин А.А. Джетымский железорудный бассейн Тянь-Шаня (геология, рудоносность, перспективы). – Фрунзе: Илим. 1984. – 214 с.
2. Королёв В.Г., Максумова Р.А. - Докембрийские тиллиты и тиллоиды Тянь-Шаня. – Фрунзе: Илим. 1984, –189 с.
3. Зима М.Б., Королёв В.Г., Мисюс П.П. Биостратиграфическое расчленение ордовика Тянь-Шаня по граптолитам и брахиоподам – В кн. «Докембрий и палеозой Казахстана». – А-Ата: Наука, 1974, т.1.

УДК 551.72+552.5 (235.216)

Максумова Рена Абдуллаевна,

доктор геолого-минералогических наук, профессор, член-корреспондент.

Алияскарова Асель Зарылбековна,

мл. научный сотрудник

### ВЕРХНИЙ ДОКЕМБРИЙ СРЕДИННОГО ТЯНЬ-ШАНЯ

**Аннотация.** В статье «Верхний Докембрий Срединного Тянь-Шаня» описаны распространение и стратиграфическая позиция отложений, вмещающих тиллиты и тиллоиды. Проведена внутрорегиональная корреляция разрезов. Отмечается большое значение докембрийских тиллитов и тиллоидов для межрегиональных корреляций. Предложено разделение тиллитосодержащего комплекса на две части: 1-кичиталдысуйский и 2-джетымский. Проведена корреляция верхнедокембрийских отложений Таласо-Каратауской зоны Северного и Каратау-Чаткало-Нарынской зоны Срединного Тянь-Шаня.

**Ключевые слова:** Тянь-Шань, Каратау, ледниковый горизонт, Южный Казахстан, тиллиты, аппвеллинг, флишевая формация, турбидиты.

### ОРТОНКУ ТЯНЬ-ШАНДЫН ҮСТҮНКҮ КЕМБРИЙГЕ ЧЕЙИНКИ СИСТЕМАСЫ

**Аннотация.** “Ортонку Тянь-Шандын үстүнкү кембрийге чейинки системасы” деген макалада тиллиттерди жана тиллоиддерди камтыган катмарлардын кезигиши (жайылышы) жана стратиграфиялык позициясы жазылган. Катмарлардын регион ичиндеги корреляциясы жүргүзүлгөн. Кембрийге чейинки тиллиттер менен тиллоиддердин региондор арасындагы корреляция жүргүзүлдөгү чоң мааниси белгиленген. Тиллиттерди камтыган комплексти экиге бөлүүгө сунуш берилген: 1 – Кичиталдысуу, 2 – Жетим. Түндүк Тянь-Шанга таандык Талас-Каратаоо жана Ортонку Тянь-Шанга таандык Каратаоо-Чаткал-Нарын зоналарынын үстүнкү кембрийге чейинки катмарлары боюнча корреляция жүргүзүлгөн.

**Негизги сөздөр:** Тянь-Шань, Каратаоо, мөңгү горизонту, Түштүк Казакстан, тиллиттер, аппвеллинг, флиштик формация, турбидиттер.

### UPPER PRECAMBRIAN OF THE MIDDLE TIEN SHAN

**Abstract.** The article titled “Upper Precambrian of the Middle Tien Shan” describes the distribution and stratigraphic position of the sediments enclosing tillites and tilloids. Intraregional correlation of the sections was carried out. The great importance of Precambrian tillites and tilloids for interregional correlations has been noted. A division of the tillite-containing complex into two parts is proposed: 1) Kichitaldysu and 2) Jetym. Upper Precambrian in the Talas-Karatau zone of the Northern Tien Shan and Karatau-Chatkal-Naryn zone of the Middle Tien-Shan were also correlated.

**Key words:** Tien-Shan, Karatau, glacial horizon, South Kazakhstan, tillites, apwelling, flysch formation, turbidites.

В верхнедокембрийском возрастном интервале в Срединном Тянь-Шане выделен тиллит-тиллоидсодержащий комплекс Тянь-Шаня и Каратау. Е.И.Зубцов [1] назвал его Улутау-Тянь-Шаньским тиллитоносным и подразделил его на четыре горизонта (снизу): кичиталдысуйский (подтиллитовый), джетымский (нижнетиллитовый), джакболотский (межтиллитовый), байконурский (верхнетиллитовый). Ныне представляется возможным детализировать эту стратиграфическую схему, выделить в нём шесть горизонтов.

В.Г. Королёв и Р.А. Максумова [2] провели межзональную корреляцию разрезов Таласо-Каратауской и Улутау-Срединно-Тянь-Шаньской структурно-фациальных зон и сочли возможным выделить общие для них регионально-стратиграфические горизонты:

1. Актугайско-чичканский доледниковый горизонт.
2. Айрансуйский ледниковый горизонт.
3. Дангинский межледниковый горизонт.
4. Арчалинский ледниковый горизонт.
5. Джакболотский межледниковый горизонт.
6. Байконурский ледниковый горизонт.

В обломках известняков джетымской и улутауской серий в Срединном Тянь-Шане были известны микрофитолиты юдомского комплекса Сибири и содержащие характерные диамиктиты гляциального и мариногляциального происхождения, сравнивавшиеся с ледниковыми образованиями лапландского горизонта Русской платформы. Это позволило отнести джетымскую и улутаускую серии Срединного Тянь-Шаня к венду. Нижняя граница этого подразделения в Тянь-Шане датировалась налеганием улутауской серии на гранитоиды, рвущие подстилающие толщи с возрастом 680-730 млн. лет.

Верхняя граница серии по всем регионам размещения Улутау-Тяньшаньского тиллитсодержащего комплекса трассируется по налеганию кремнистых толщ кембрия на верхнюю байконурскую свиту комплекса.

Улутау-Тяньшаньский тиллитоносный комплекс узкой прерывистой полосой длиной 1250 км. Протягивается от северо-западной оконечности хребта Каратау в Казахстане до Сарыджазского хребта в восточной оконечности Советского Тянь-Шаня. Большие площади тиллоиды слагают по северным склонам хребта Большой Каратау, в хребтах Джетымтау, Сарыджазском, и Восточный Ақшірәк, в

хребтах Чаткальском и Сандалашском, а также в Центральном Каратау (Байджансайский район), в горах Джебаглы, Тахталыкской гряде.

Улутауская серия в Южном Казахстане подразделена на хорошо коррелируемые с друг другом серии, свиты и толщи. Основание комплекса сложено песчаниками, гравелитами и конгломератами ранской свиты. Последняя надстраивается кюшюкинкой, карагурской и аксумбинской свитами. Завершается разрез серии байконурской свитой тиллитов. Положение улутауской серии и байконурской свиты между граносиенитами Кумысты с возрастом 730 млн лет и нижнекембрийской курумсаксской свитой позволяет с большой уверенностью датировать основную часть этих отложений вендскими, тем более что аксумбинские известняки содержат вендскую микропроблематику. Вендские микрофитолиты встречаются в карбонатных глыбах в тиллитах байконурской свиты.

История изучения тиллитоносного комплекса в восточной части советского Тянь-Шаня (хр. Джетымтоо и Нарынтау) начинается со времён С.С.Шульца [3], который выделил в этом районе три свиты: 1. Свита рассланцованных кварцевых порфиров Большого Нарына, 2. Свита рассланцованных туфогенных полимиктовых конгломератов Джетымтау (верхний силур), 3. Свита песчаников Калмакашу (девон). На северном склоне хребта Джетымтау С.С.Шульц выделил «свиту Арчалы» пёстрого состава и отнёс её к готландии.

В 1955 г. В.Г.Королёв [4] показал, что «свита Арчалы» объединяет весь разрез нижнего и часть среднего палеозоя. На северном склоне хребта из неё были выделены: 1. Свита Джетымтау, залегающая с резким угловым несогласием на свите кислых эффузивов Большого Нарына, 2. Шортурская свита. В её основании обособлена подсвита верхних тиллитоподобных конгломератов. Обе тиллитсодержащие толщи (нижняя и верхняя) вместе с разделяющей их сланцевой были отнесены к нижнему кембрию, а свита Большого Нарына к верхнему протерозою. Свита Джетымтау с двумя уровнями тиллитов была сопоставлена [4] с тиллитами и перекрывающими их сланцевыми отложениями, развитыми в Южном Китае и относимыми к синийской системе, а в дальнейшем тиллитсодержащая толща была сравнена [5] со спарагмитовой формацией Норвегии, группой Катанга Бельгийского Конго. Эта схема стратиграфии тиллитоносного комплекса была подтверждена в результате съёмочных и тематических работ большого числа исследователей на протяжении 1956-1958 гг. В ре-

зультате этих работ обособилась джетымская серия, состоящая из трёх свит: Джетымтау, Джакболот и «субкембрийских тиллитов» [6] эокембрийского возраста. При этом эокембрий считался аналогом вендской системы. Подошва кембрийской системы была протрассирована по кровле «верхних тиллитов» [6,7]. «Верхние тиллиты» на основе сопоставления с разрезами верхнего докембрия Улутау и Большого Каратау были названы байконурской свитой (термин введён Л.И.Боровиковым в 1955 г.).

В конце 70-х годов джетымская серия изучалась в связи с открытием Джетымского железорудного бассейна Б.Джолдошевым [8], К.С.Сагындыковым [9,10]. В 1978 г. В.Г.Королёв и Р.А.Максумова провели полевую ревизию джетымской серии на южном склоне хребта Джетымтау и на северном склоне хр. Нарынтау и внесли некоторые коррективы изменения в её стратиграфию [2].

Общепризнанным является залегание Улутау-Джетымского тиллитсодержащего комплекса с размывом и стратиграфическим несогласием в Южном Казахстане на гранитоиды, прорывающие подстилающие доулутауские толщи с возрастом 680 – 730 млн лет (альфа-свинцовый метод по цирконам, определение А.А.Краснобаева и уран-свинцовые определения В.В.Киселёва [11]). В Чаткало-Сандалашском районе Кыргызстана тиллитсодержащий комплекс с размывом и конгломератами в основании залегают на выветрелых лейкократовых гранитах Бешторского массива с калий-аргоновым возрастом в 830 – 915 млн лет. Тот же возраст  $829 \pm 20$  млн. лет имеют граниты правых притоков р.Сарыджаз, Чон - и Кичи-Талдысу в восточной части Кыргызского Тянь-Шаня.

С размывом и конгломератами и гравелитами в основании тиллитсодержащий комплекс Джетымской серии залегают на порфиридах серии Большого Нарына в хребте Джетымтау и Нарынтау. Возраст цирконов, подстилающих эффузивов района р.Чирпыкты  $705 \pm 10$  млн лет [12]. Последние данные по возрасту этих эффузивов восточнее г. Нарын в Срединном Тянь-Шане в  $764 \pm 4$  млн лет приведены группой исследователей [13].

Джетымская серия представляет собой трансгрессивную серию отложений от грубозернистых песчаниковых пород и конгломератов в нижней части до тонкозернистых глинисто-карбонатных и карбонатных пород в верхней.

Основание джетымской серии составля-

ют аркозовые песчаники свиты Сарыбельнин-Чонторы одноимённого сая [2] и песчаники по саям Карала-Арча и Убулак, с размывом залегающих на порфиридах свиты Большого Нарына. Среди песчаников имеются прослои и линзы гравелитов и конгломератов с обломками плагиоклазовых гранитов и кварцевых порфиров, а также прослои чёрных кварц-мусковитовых сланцев. Мощность 200-250м. Свита венчается 50-метровым горизонтом массивных светлых зеленоватых полосчатых окремнённых туфов кварцевого порфира. На горизонте порфиридов по очень резкому контакту с *азимутальным и угловым несогласием* залегают массивно-слоистые серые до тёмно-серых крупнозернистые аркозовые песчаники, которые выше согласно сменяются тиллитсодержащей толщей.

Аналогичная толща песчаников выделена К.С.Сагындыковым [10] под названием толща Карала-Арча, сложенной светло-серыми, серыми и зеленовато-серыми, кварц-полевошпатовыми песчаниками и гравелитами. На северном склоне хр. Нарын-тоо К.С.Сагындыков между свитой Большого Нарына и джетымской серией обособил две толщи. Нижняя из них – кашкауская (300 м) - с размывом залегают на свите Большого Нарына. В её составе преобладают полевошпато-кварцевые песчаники, гравелиты, конгломераты, есть горизонты кислых и основных эффузивов, туфов, туффитов. Верхняя – толща – Жаргалач – сложена липаритовыми, дацитовыми, андезитовыми, андезит-базальтовыми эффузивами, их туфами в сочетании с тонкозернистыми обломочными породами и пластовыми железными рудами (700-1000 м) [10]. Возможно, все эти толщи соответствуют свите Сарыбельнин-Чонторы.

Свита Сарыбельнин-Чонторы и её аналоги (кашкауская и жаргалачская свита хр.Нарынтоо [10], кичиталдысуйская свита Сарыджаза, мурсашская свита южного склона Таласского хребта [9], толща конгломератов, песчаников, вулканогенных пород базальтового и андезитового состава так называемого сокращённого типа разреза верхнедокембрийских образований Пскемско-Сандалашского района [2], джайсанторская свита верховьев р.Каракармак, а по-видимому представляют собой самостоятельный комплекс образований, отделённый несогласием от собственно диамиктитов джетымской серии и могут сопоставляться с малокаройской серией Таласо-Каратауской зоны [2]. В сокращённом типе разреза Пскем-Сандалашского района этот комплекс отложений перекрыт 30-метровым горизонтом

тиллитов с доломитами скорее всего байконурской свиты. На последние с резким контактом налегают окварцованные доломиты с прослойками и вкраплениями пирита, доломитовые брекчии, слои доломитов со спутанной оползневой слоистостью мощностью до 10 метров. Этот горизонт доломитов может сравниваться с беркутинскими доломитами Малого Каратау [2].

Этот терригенно-вулканогенный комплекс с разрывом и конгломератами в основании залегают в Пскемско-Сандалашском районе на бешторских гранитах с возрастом 830-915 млн лет (К-Аг метод) [14,15]. Перекрывает сандалашскую свитой, в нижнем горизонте которой в верховьях р. Чаткал собрана раннекембрийская фауна Kutorginaef. Cingulata (billings, Acrotretasp. (определения В.Ю.Горянского) [16,17].

Таким образом, Джетымская серия состоит из двух самостоятельных комплексов, разделённых несогласием и разрывом. Нижний вулканогенно-терригенный, который по времени обособления его В.И.Кнауфом в 1962-1964 г. и названным Е.И.Зубцовым и Е.И.Зубцовой в 1963 и 1966 г. предлагается назвать кичиталдысуйским и собственно джетымским тиллит - и тиллоидсодержащий.

Кичиталдысуйский комплекс или серия имеет нижнюю подпирющую границу в 830-829 млн. лет подстилающих гранитов и перекрывающую границу собственно джетымской серии в хр. Джетымтау, также имеющих в основании массивнослоистые серые до тёмно-серых крупнозернистые аркозовые песчаники с галькой гранитоидов.

Контакт с чёрносланцевой с карбонатами пачкой вышележащей джетымской свитой ос-

ложён разломом, вдоль которого песчаники исчезают и тогда на вулканогенную пачку свиты сарыбельных-чонторы ложатся чёрные филлитовые сланцы с прослоями blastopescanikov, мелкокристаллических мраморов, углеродистых филлитов. Чёрные филлиты местами содержат редкие включения мелкой светлой развальцованной гальки. По простиранию количество и размер галек увеличивается, и тогда порода приобретает облик тиллитоподобных конгломератов.

Трассирование контакта толщ кичиталдысуйского комплекса с собственно джетымским составляет задачу для будущих исследований.

Пока при этой интерпретации строения джетымской серии, мы принимаем следующую стратиграфическую схему этих отложений.

Кичиталдысуйская серия, по составу и характеру нижней и верхней границ коррелируется с малокаройской серией Таласо-Каратауской зоны и может относиться к кудашу (в рамках верхнего рифея) Российской шкалы и к системе Spioenia международнои шкалы). Джетымская серия с двумя уровнями тиллитов - к венду Российской стратиграфической шкалы или системе и верхам той же системы, при корреляции её с конуртобинской свитой Таласского Ала-Тоо, и, наконец, самый верхний горизонт доломитов сокращённых разрезов может коррелироваться с кыршабактинской свитой хр. Малый Каратау, датируемых манькайским ярусом и относится к системе Ediacapa международной шкалы.

Собственно Джетымская серия состоит из трёх свит: Джетымтау, Джакболот и Байконурской.

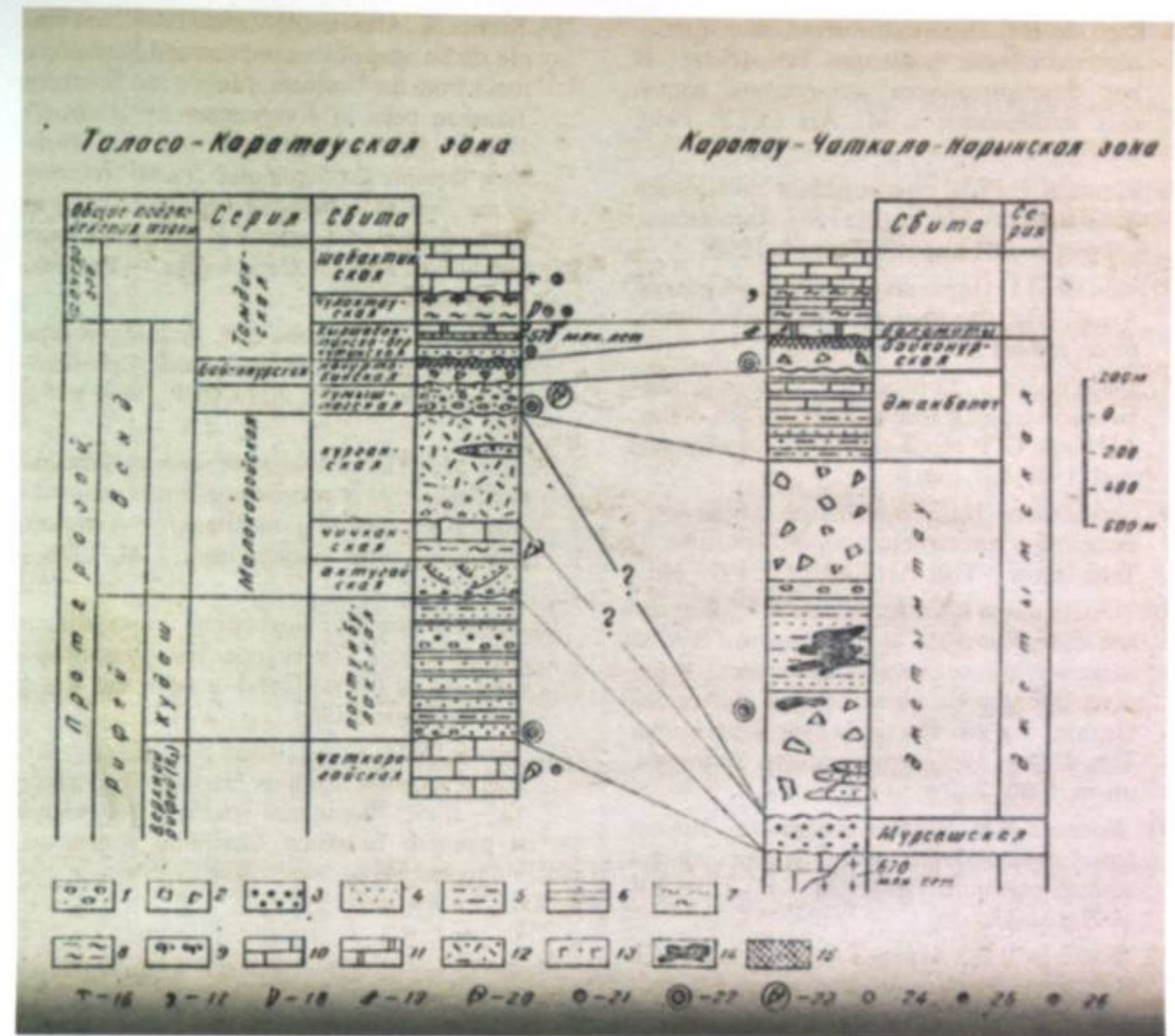


Рис.1 Корреляция верхнедокембрийских отложений Таласо-Каратауской зоны Северного и Каратау-Чаткало-Нарынской зон Среднего Тянь-Шаня.

Условные обозначения к рис. 1. 1-15 - типы пород: 1 - конгломераты; 2 - тиллитоподобные конгломераты; 3 - гравелиты; 4 - песчаники; 5 - алевролиты; 6 - аргиллиты; 7 - кремни; 8 - глинисто-кремнистые породы; 9 - фосфориты; 10 - известняки; 11 - доломиты; 12 - туфы кварцевых порфиров; 13 - эффузивы и туфы основного состава; 14 - гематит-магнетитовые руды; 15 - кора выветривания. Органические остатки 16-23: 16 - трилобиты; 17 - беззамковые брахиоподы; 18 - хиолиты, хиолительминты; 19 - протоконодонты; 20 - строматолиты; 21 - онколиты; 22 - онколиты в гальке конгломератов; 23 - строматолиты в гальке конгломератов; комплексы акритарх: 24 - немакит далдынский; 25 - лонтоваский; 26 - локатинско-вергальский.

#### Литература

1. Зубцов Е.И. Улуту-Тяньшаньский тиллитонный комплекс позднего докембрия. - В кн.: Стратиграфия докембрия Казахстана и Тянь-Шаня. Изд. МГУ, 1971.
2. Королёв В.Г., Максумова Р.А. - Докембрийские тиллиты и тиллоиды Тянь-Шаня. - Фрунзе: Илим, 1984, - 189с.
3. Шульц С.С.К стратиграфии и тектонике палеозоя хребта Терской Алатау в районе р. Малый Нарын. - Изв.АН СССР, сер. геол., 1938, №4.
4. Королёв В.Г. Возраст свиты «Арчалы» и стратиграфия нижнего палеозоя Чаткало-Нарынской зоны. - Тр. Ин-та геол. АН Кирг.ССР, 1957, вып. IX.

5. Королёв В.Г. Поднеокембрийские и нижнепалеозойские формации Тянь-Шаня. - В кн.: Закономерности размещения полезных ископаемых. - М.: АН СССР, 1960, т. III
6. Королёв В.Г. К стратиграфии допалеозоя Тянь-Шаня. - Мат-лы по геол. Тянь-Шаня. - Фрунзе: АН Кирг.ССР, вып.3, 1962.
7. Королёв В.Г. О границах кембрия в Средней Азии. - Тр. Фрунзенского политехн. ин-та, геол., горное дело, 1963, вып.10.
8. Джолдошев Б., Королёв В.Г. Строение джетымской серии в хребте Джетым-Тоо. - Изв. АН Кирг. ССР, серия ест.-техн. наук (геология), 1960, т. II, вып.6.
9. Сагындыков К.С. Строение и состав муршашской и джетымской серий Среднего Тянь-Шаня. - Изв. АН Кирг.ССР, 1976, №1.
10. Сагындыков К.С., Судоргин А.А., Житников А.А., Христова М.П., Грищенко В.А. О вулканогенно-осадочных комплексах верхнего протерозоя антиклинория Большого Нарына. - в кн.: Вопросы рудообразования Тянь-Шаня. Изд. Фрунзенского политехн. ин-та, 1980.
11. Киселёв В.В. Уран-свинцовая (по цирконам) геохронология магматических проявлений Северного Тянь-Шаня. Изв. НАН КР. 1999.с.21-33.
12. Киселёв В.В., Апааров Ф.Х., Комаревцев В.Т., и др. Уран-свинцовый возраст цирконов из толщ докембрийского фундамента герцинид Среднего Тянь-Шаня. // Изв. АН Кирг. ССР. Физ. - техн. и мат. науки. -1988. №4. - с.76-82.
13. Kroner, A., Alexeiev, D.V. et al. 2009. New single zircon ages of Precambrian and Palaeozoic rocks from the Northern, Middle and Southern Tianshan belts in Kyrgyzstan. In: *Abstracts Volume. International Excursion and Workshop Tectonic Evolution and Crustal Structure of the Tien Shan Belt and Related Terrains in the Central Asian Orogenic Belt*. Central Asian Institute of Applied Geosciences. - Bishkek, Kyrgyzstan. 30-31.
14. Зубцов Е.И., Зубцова Е.И. Докембрийские граниты и нижний палеозой Среднего Тянь-Шаня. - Докл. АН СССР. 1963, т.152, №4.
15. Гесь М.Д. Палеозойская структура Чаткальской подзоны и положение в ней гранитоидов (Срединный Тянь-Шань). - Автореф. дис. канд. геол.-минер. наук. - М, 1972. - 32с.
16. Сагындыков К.С. Докембрий и нижний палеозой хребта Кок-Ийрим-Тоо и Тахталыкской гряды (Тянь-Шань). - Автореф. канд. дисс. - Фрунзе, 1964.
17. Мисюс П.П., Сагындыков К.С., Новые данные о нижнем кембрии Чаткальского хребта. - В кн.: Формации позднего докембрия и раннего палеозоя Северной Киргизии. - Фрунзе: Илим, 1967.

УДК (551.24+552.4) (575.2)

Миколайчук Александр Владимирович,  
канд. геол.-минер. наук, ст. научный сотрудник

Альфред Крёнер,  
профессор, Universität Mainz.

Сейитказиев Нурбек Обосбекович,  
преподаватель, Институт горного дела и горных технологий им. академика У. Асаналиева

### СРЕДНЕПАЛЕОЗОЙСКИЙ ВУЛКАНИЧЕСКИЙ ПОЯС СРЕДИННОГО ТЯНЬ-ШАНЯ (БАССЕЙН РЕКИ САРЫДЖАЗ)

**Аннотация.** По результатам детального изучения вулканогенных отложений и их уран/свинцовой датировки методом SHRIMP II в пределах Сарыджазского сегмента Среднего Тянь-Шаня, установлено, что разрезы, считавшиеся позднепротерозойскими в действительности имеют раннекаменноугольный возраст. Проведено их сопоставление с известными среднепалеозойскими вулканогенными отложениями района.

**Ключевые слова:** Срединный Тянь-Шань, поздний протерозой, средний палеозой, вулканогенные образования, тектонические покровы.

### ОРТОНКУ ТЯНЬ-ШАНДЫН ОРТОНКУ ПАЛЕОЗОЙДУК ЖАНАР ТОО АЛКАГЫ (САРЫ-ЖАЗ ДАРЫЯСЫНЫН ӨРӨӨНҮ)

**Аннотация.** Ортонку Тянь-Шань сегменттеринин Сары-Жаз тоо кыркаларындагы жанар тоо тектерин толук изилдөөдө SHRIMP II уран менен коргошунду аралаштырып колдонуу ыкмасынын жыйынтыгы менен тоо кесиндилери баштапкы протерозой дооруна, чындыгында алгачкы таш көмүр курагында экендиги такталды. Ошондой эле белгилүү болгон орточо палеозой жанар чөкмөлөр району менен да салыштырылат.

**Негизги сөздөр:** Ортонку Тянь-Шань, баштапкы протерозой, ортонку палеозой, жанар тоо тектеринин калыптанышы, тектоникалык катмарлар.

### MIDDLE PALEOZOIC VOLCANIC BELT OF THE MIDDLE TIEN-SHAN (SARYDZHAR VALLEY)

**Abstract.** According to the results of the detailed study of volcanogenic deposits and their U/Pb dating by the SHRIMP II in the Saryjaz segment of the Middle Tien Shan, it was established that the sections considered to be Late Proterozoic in reality have Early Carboniferous age. They were compared with the known Middle Paleozoic volcanogenic formations of the region.

**Key words:** Middle Tien-Shan, Late Proterozoic, Middle Paleozoic, volcanogenic formations, thrusts.

Междуречье Кичи - и Чон Талдысу по правобережью р.Сарыджаз (рис.1 и 2) в результате исследований Е.И. Зубцова [3,4] рассматривается как один из стратотипичных районов позднепротерозойского (рифей-вендского) тиллитового комплекса [8]. Согласно наблюде-

ниям Е.И. Зубцова, в бассейне Кичи-Талдысу на аркозовых песчаниках кичиталдысуйской свиты с размывом и несогласием залегает так называемый нижний тиллитовый горизонт, обломочный материал в котором представлен исключительно гранитами сарыджазского ком-

плекса. Наше внимание привлек необычный облик «нижних тиллитов» – полное отсутствие сортировки, стратификации и обилие угловатых обломков. Петрографическое изучение цементирующей массы показало, что она представлена ксенотуфами риодацитов. Этот факт повлек за собой полную ревизию геологического строения хр. Куйлю-Тоо, простирающегося в широтном направлении в междуречье Кичи - и Чон Талдысу. В настоящем сообщении приводятся первые результаты проведенных исследований.

**Геологическое строение хр. Куйлю-Тоо**  
Здесь на гранитах сарыджазского комплекса с уран/свинцовым возрастом 827 мил. лет [5] с глубоким размывом залегает кичиталды-

суйская свита, сложенная в своем основании неотсортированными конгло-брекчиями и песчаниками, состоящими преимущественно из продуктов разрушения подстилающих гранитов (рис. 2). Основной разрез свиты, мощностью до 120-150 м представлен светлыми аркозовыми и кварцевыми песчаниками массивными, параллельно-слоистыми, реже косослоистыми. Е.И. Зубцов [3,4] выделяет в разрезе свиты три ритма, с крупнозернистыми песчаниками в основании и алевролитами и аргиллитами, обогащенными углеродистым веществом в верхней части ритма. По неопубликованным данным Г.Е.Игнатова (1966) и В.А. Грищенко (1985), к устью р. Чон Талдысу мощность свиты уменьшается до первых десятков метров.

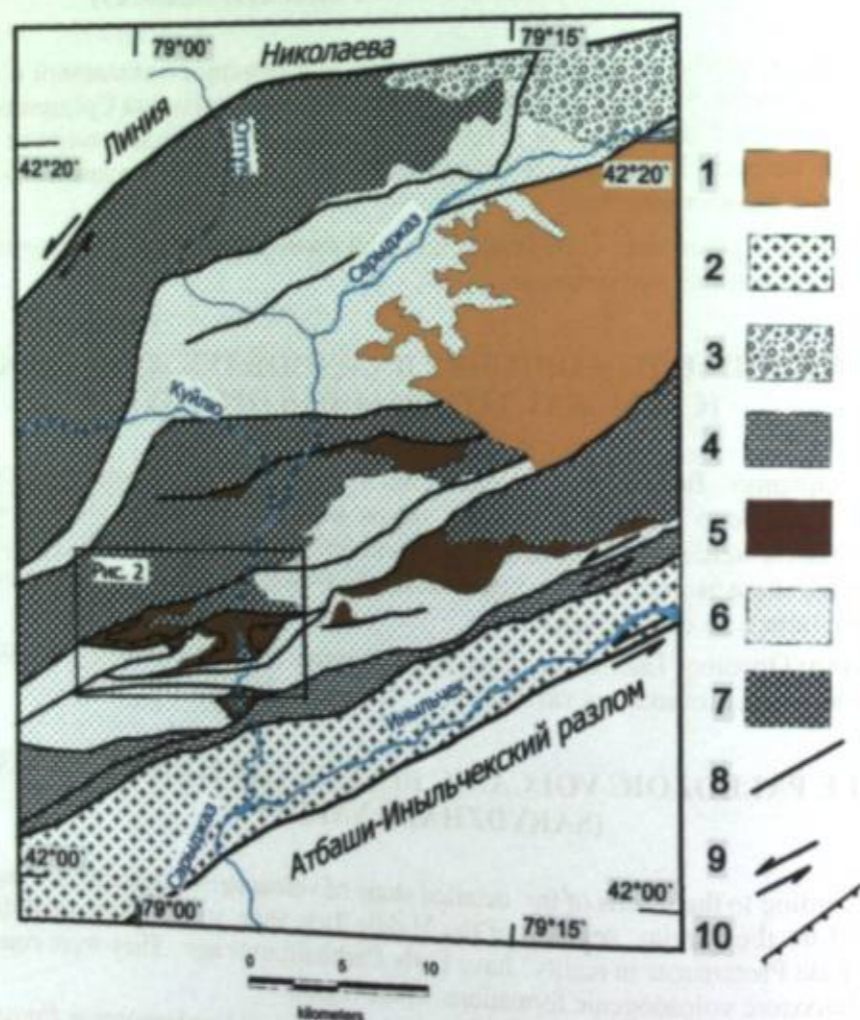


Рисунок 1. Геологическая схема Сарыджазского сегмента Срединного Тянь-Шаня

1 – Сарыджазская внутригорная впадина, кайнозой; 2 – Гранитоиды Теректинского массива, ранняя пермь; 3 – Турукский прогиб, ранний карбон; 4 – Каратау-Нарынская карбонатная платформа, средний палеозой; 5 – Среднепалеозойские вулканы; 6 – Венд – раннепалеозойские отложения; 7 – Докембрийский кристаллический фундамент, метаморфиты, гранитоиды; 8 – разломы крутопадающие и взбросы; 9 – сдвиги; 10 – надвиги.

На различных горизонтах кичиталдысуйской свиты залегает горизонт риодацитовых ксенотуфов, чужеродный обломочный материал в которых представлен исключительно гранитами Сарыджазского комплекса. Порода характеризуется полным отсутствием сортировки. Ксенокласты слагают не менее 30% объема породы, их размер варьирует от 1 м в поперечнике и до обломков крупнопсаммитовой размерности. Туфы чередуются в разрезе с прослоями осадочных пород, представленными аркозами гравийной размерности с плавающей галькой гранитов (перемытыми туфами), которые вверх по разрезу сменяются светло-бурыми и желтыми известковыми песчаниками или глинистыми известняками. Мощность этих слоев варьирует от 3-4 до 15 метров. Е.И. Зубцов отмечал также, что среди

осадочных пород данного горизонта присутствуют тонкослоистые светло-зеленые пачки алевролит-аргиллитового состава [4]. Описанный горизонт ксенотуфов мы выделяем в качестве нижней подсвиты вулканогенной чонталдысуйской свиты. Максимальной мощности до 200 м эти туфы достигают по левобережью р. Кичи-Талдысу, а в приустьевой части р. Чон-Талдысу видимо совсем выклиниваются и на аркозы кичиталдысуйской свиты ложатся эффузивы и туфы основного и среднего состава верхней под свиты чонталдысуйской свиты (неопубликованные данные В.А. Грищенко, 1985). Верхняя подсвита чонталдысуйской свиты наиболее полно вскрывается в нижней части восточного склона горы Кургак, обращенного к долине р.Сарыджаз.

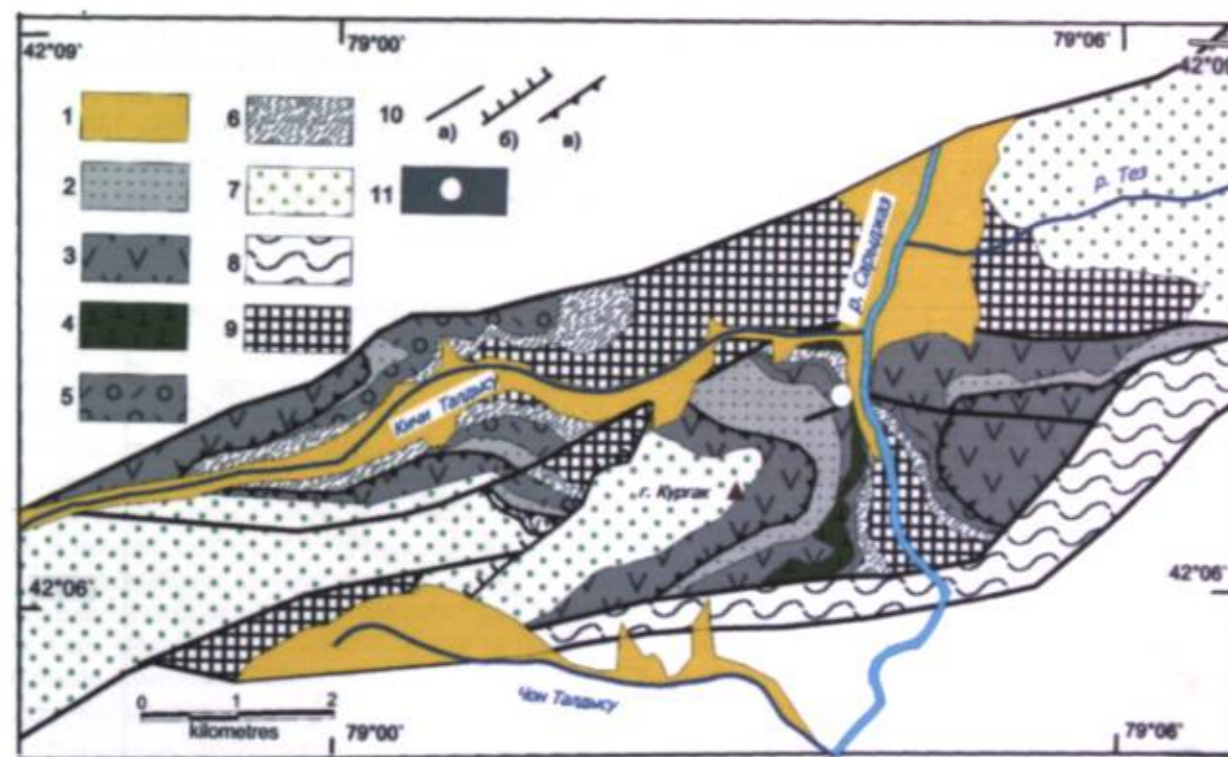


Рис. 2. Схематическая геологическая карта хр. Куйлю-Тоо (междуречье Кичи – и Чон Талдысу). Составлена с использованием данных [9] и неопубликованных материалов (Грищенко, 1985).

1 – четвертичные отложения; 2 – кургакская толща, поздний карбон – пермь: красноцветные песчаники, алевролиты, прослой доломитов; 3- 5 – чонталдысуйская свита, ранний карбон: 3 – верхняя подсвита, туфы, реже эффузивы базальт-андезитового состава; 4 – силлы габбро, габбро-долеритов; 5 – нижняя подсвита, ксенотуфы риодацитов; 6 – кичиталдысуйская свита, поздний девон – ранний карбон (?), аркозовые песчаники, алевролиты, углеродистые аргиллиты; 7 – тезская свита, поздний ордовик: полимиктовые песчаники, алевролиты; 8 – шорторская свита, кембрий- ранний ордовик: фтаниты, углеродистые сланцы; 9 – гранитоиды сарыджазского комплекса, поздний протерозой; 10 – разломы: а) крутопадающие, б) взбросы, в) Учкунгейский тектонический покров; 11 – место отбора пробы на U/Pb возраст.

Сложена она агломератовыми, псефитовыми и псаммитовыми туфами базальтов, трахибазальтов и андезитов. Встречаются ксенотуфы с обломками гранитондов. Толща грубослоистая, мощность слоев колеблется от 3 до 25 м. В подчиненных количествах в разрезе присутствуют потоки миндалекаменных трахибазальтов и андезитов. Верхи подбиты сложены туфоалевролитами, среди которых в одном случае встречен слой серых тонкослоистых кремней. Мощность верхней подбиты в изученных разрезах не превышает 200-220 м.

В пробе MAV 55/16, отобранной из вулканической бомбы в туфах андезито-базальтового состава выявлены цирконы, по которым методом SHRIMP II установлен возраст  $321.3 \pm 2.9$  млн. лет, что отвечает границе нижнего и верхнего карбона (рис. 2, таб. 1). Вероятно, комагматичными этим вулканикам являются силлы габбро и габбро-долеритов, широко развитые среди песчаников кичиталдысуйской свиты и перекрывающих их аркозовых ксенотуфов. Скорее всего это одно пластовое тело мощностью не менее 70-80 м, кровля которого в верхних 3-5 м сложена темно-зелеными миндалекаменными базальтами.

Средняя часть склонов горы Кургак сложена красноцветными терригенными отложениями, которые мы предлагаем выделить в ранге самостоятельной кургакской толщи. Как самостоятельное геологическое тело впервые ее описывал Е.И. Зубцов [4], сопоставляя с джакболотской свитой венда. С базальным горизонтом гравелитов и мелкогалечных конгломератов (0,5-4 м) и несогласием до  $5-7^\circ$ , на вулканиках основного и среднего состава залегает толща бурых и бордовых алевролитов и тонкослоистых песчаников, часто косослоистых. Им подчинены серо-зеленые разновидности того же состава. В верхах разреза присутствует горизонт глинистых известняков и доломитов, мощностью до 6-10 м. Мощность толщи до 350 м. В верховье р. Кичи Талдысу, где верхняя подбиты чонталдысуйской свиты выклинивается, кургакская толща со стратиграфическим несогласием залегает на ксенотуфах нижней подбиты. По устному сообщению проф. Эдварда Собеля (Потсдамский университет, Германия), в песчаниках кургакской толщи установлены детритовые цирконы раннекаменноугольного возраста, следовательно, ее возраст не древнее позднего карбона.

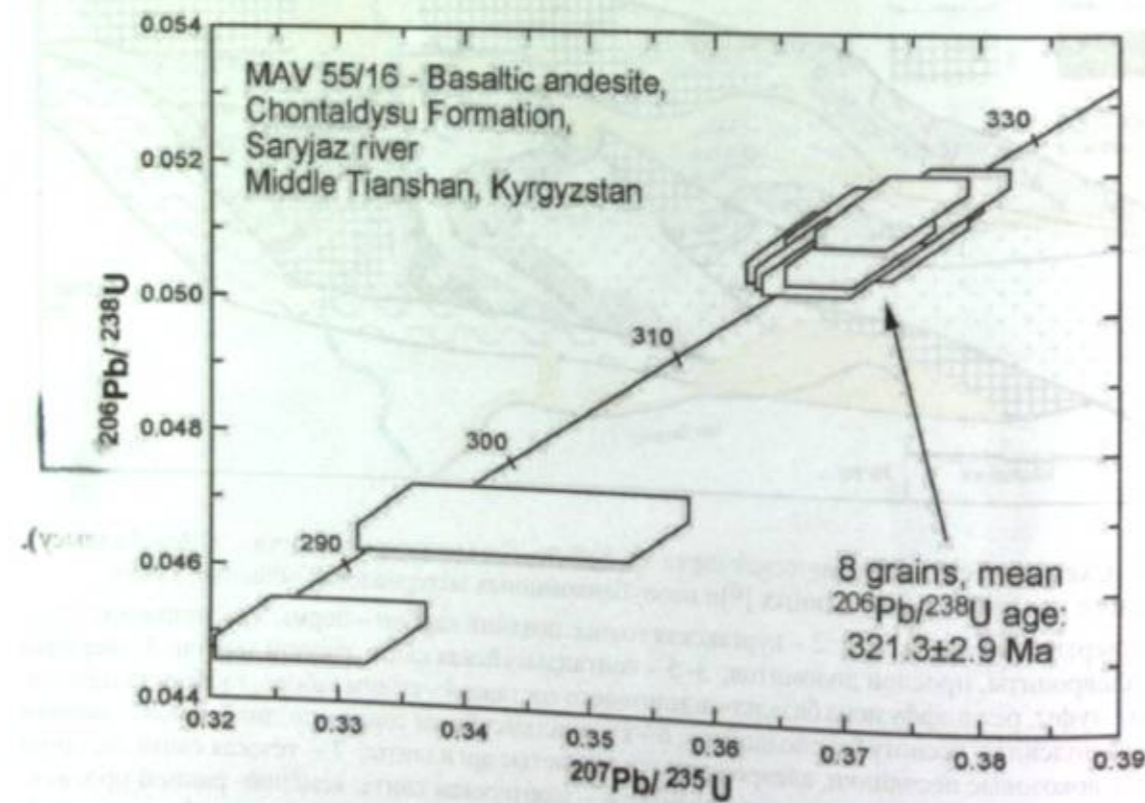


Рисунок 3. Диаграмма с конкордией для магматических цирконов из андезито-базальтов чонталдысуйской свиты. Координаты места сбора пробы:  $42^\circ 06' 59''$ ;  $9^\circ 03' 52''$

Таблица 1.

Результаты анализа магматических цирконов из андезито-базальтов чонталдысуйской свиты (метод SHRIMP II)

Sample No.*	U ppm	Th ppm	Th/U	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ age $\pm 1\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ age $\pm 1\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ age $\pm 1\sigma$
MAV55-16-1	763	364	0.477	19596	0.0530 7	0.0510 5	0.373 7	321 3	322 5	328 $\pm$ 31
MAV55-16-2	1378	673	0.488	7405	0.0529 6	0.0508 5	0.370 6	319 3	320 5	323 $\pm$ 27
MAV55-16-3	984	536	0.545	9709	0.0527 8	0.0510 5	0.370 7	320 3	320 6	315 $\pm$ 36
MAV55-16-4	1008	504	0.500	32895	0.0529 5	0.0509 5	0.371 6	320 3	321 4	323 $\pm$ 23
MAV55-16-5	803	382	0.475	32755	0.0527 7	0.0509 5	0.370 6	320 3	319 5	317 $\pm$ 28
MAV55-16-6	1481	1006	0.679	12626	0.0526 5	0.0515 5	0.374 6	324 3	322 4	314 $\pm$ 23
MAV55-16-7	610	318	0.521	3105	0.0535 $\pm$ 19	0.0468 5	0.345 $\pm$ 13	295 $\pm$ 3	301 $\pm$ 10	349 $\pm$ 81
MAV55-16-8	1184	510	0.431	14196	0.0530 $\pm$ 5	0.0516 5	0.377 $\pm$ 6	324 $\pm$ 3	325 $\pm$ 4	327 $\pm$ 23
MAV55-16-9	328	240	0.732	41876	0.0529 $\pm$ 11	0.0451 5	0.329 $\pm$ 8	284 $\pm$ 3	289 $\pm$ 6	325 $\pm$ 49
MAAV55-16-	1135	527	0.464	3852	0.0528 $\pm$ 8	0.0513 5	0.373 $\pm$ 7	322 $\pm$ 3	322 $\pm$ 5	318 $\pm$ 35

\*MAV55-16-1 is spot on grain 1, MAV55-16-2 is spot on grain 2, etc.

В приводораздельной части хребта Куйлю-Тоо на красноцветы кургакской толщи надвинут тектонический покров, сложенный песчаниками и алевролитами тезской свиты и вулканиками базальт-андезитового состава чонталдысуйской свиты, находящихся однако в опрокинутом залегании. Постель тектонического покрова проявлена милонитами мощностью до 10 м. Этот разлом, околнуривающий по периметру горы Кургак, как и стратиграфические единицы, слагающие аллохтон, показаны на картах предшественников [2], но необычное для Среднего Тянь-Шаня появление вулкаников под терригенными отложениями тезской свиты долго оставалось необъяснимым. Вполне логичное соображение высказал М.Д. Гесь [1], предположив, что «раннепалеозойские вулканики», установленные в разрезах Среднего Тянь-Шаня, представляют собой островодужные комплексы, шарьированные в позднем ордовике со стороны Северного Тянь-Шаня.

Детальное изучение аллохтонной пластины по южному склону горы Кургак позволило снять существующие неопределенности и противоречия. Гребень и северный склон горы Кургак сложен черными алевролитами, погружающимися к югу под углом  $30^\circ$ . С резким угловым несогласием на них залегает горизонт мелкообломочных брекчий и гравелитов мощностью в первые метры. Азимут падения  $340^\circ$ , угол падения –  $40-45^\circ$ . Обломки представлены исключительно черными алевролитами, цемент карбонатный. Последние 0,5 м базального горизонта сложены криноидными известняками с редкими включениями обломков

алевролитов. Затем вверх по разрезу (и вниз по южному склону) вскрываются темно-зеленые базальты, их туфы, в равных количествах переслаивающиеся с андезитовыми туфами. Среди последних преобладают агломератовые и бомбовые разновидности. Выявлены два потока подушечных лав базальтов мощностью 3-5 м, выпуклость подушек в которых обращена к видимому основанию слоя, что однозначно свидетельствует об его опрокинутом залегании. Верхние 30-50 м изученного разреза сложены дацитами и их псаммитовыми туфами. Видимая мощность разреза составляет 300-350 м. Таким образом, гомодромная смена эффузивных пород в разрезе от базальтов к дацитам, и ориентировка подушечных лав однозначно указывают на опрокинутое залегание разреза и позволяет допускать, что вулканики слагающие тектонический покров, являются разновозрастными вулканикам автохтона (чонталдысуйской свиты). Описанный тектонический покров, названный по левому притоку р. Кичи Талдысу, Учкунгейским является крупной региональной структурой, прослеженной по простиранию не менее чем на 15 км, от верховий Кичи Талдысу и до среднего течения р. Тез, левого притока Сарыджаза. Направление движения масс к настоящему времени, к сожалению, не установлено.

Среднепалеозойские вулканики Среднего Тянь-Шаня бассейна р. Сарыджаз. Каким бы неожиданным нам не показался перевод докембрийских вулкаников в средний палеозой, при более внимательном анализе геологии района мы убеждаемся, что данный

вывод не является сенсационным. Среднепалеозойский вулканизм для данного района был отмечен еще при среднемасштабных съемках [2,9], хотя и недостаточно надежно обоснован в то время. Вулканиды данного уровня первоначально описывались как талдысуйская свита девона [2,9], но в связи с тем, что это название оказалось реокупированным для позднедевонских вулканидов Кыргызского хребта, Т.А. Додонова в своем обобщении по магматизму СВ части Кыргызстана (Додонова, 1974, неопубликованные данные) предложила рассматриваемый стратиграфический уровень описывать под названием арпатакырской свиты, по урочищу Арпатакыр, расположенного между р. Куйлю и его правым притоком, р. Курсай.

Отложения свиты слагают две полосы широтного простирания (рис. 1). Северная полоса вскрывается в долинах рек Сарыджаз, Мукачи и Карагайте на протяжении 8 км. К этой же полосе можно отнести выходы, вскрывающиеся на левом борту р. Курсай (правый притока р. Куйлю). Здесь установлено стратиграфическое наложение отложений свиты на неровную размытую поверхность гранитов сарыджазского комплекса. В основании свиты вскрываются серые массивные известняки, мощностью до 10 м, в которых Б.В. Поляков определил позднедевонские фораминиферы *Gribrosphaeroidessimplex* Beittl., *Archaeosphaeragrands* Lip. [7]. На них залегают красные агломератовые туфы, вулканические бомбы в которых представлены щелочными базальтами и составляют от 25 до 75 % объема породы. Туфы перекрываются щелочными базальтами. Мощность вулканогенных отложений не более 50 м [7]. Наиболее полный разрез северной полосы вскрывается по долине р. Мукачи. В нижней части разреза развиты бурые туфы базальтов с прослоями алевролитов и потоками миндалекаменных-трахибазальтов или лавобрекчий мощностью 3-8 м. Выше по разрезу преобладают вулканиды. Они представлены миндалекаменными щелочными базальтами, афировыми базальтами, трахиандезитами и их кластолавами. Подчиненную роль играют агломератовые и лапиллиевые туфы. Преобладают коричневые или бурые оттенки пород, реже встречаются зелено-серые. Мощность разреза составляет 855 м [11].

Южная полоса вскрывается в верховье р. Тез и прослеживается на расстоянии 15 км. Арпатакырская свита здесь с угловым несогласием залегают на песчаниках тезской свиты. От выше описанного разреза (р. Мукачи), разрез р. Тез отличается значительным объе-

мом терригенно-карбонатных отложений. По нашим наблюдениям, в видимом основании свиты вскрываются известковые конгломераты разногалечные с серым песчаным цементом (6-8 м). На конгломератах залегают темно-серые алевролиты, черные микрослоистые глинистые известняки, светло-серые или бежевые искристые доломиты (70 м). С 10 м слоем красно-бурых туфоалевролитов в основании, выше залегают зеленые афировые базальты и кластолавы (~100 м). Эффузивы, в свою очередь, перекрываются карбонатными отложениями (около 80 м), среди которых присутствуют черные среднезернистые известняки с редкими прослоями серо-зеленых тонкослоистых кремней. Арпатакырская свита в южной полосе не превышает 375 м и в равной степени представлена базальтами, туфами и терригенно-карбонатными отложениями. Здесь в известняках свиты собраны водоросли *Parachaetetessp.* и фораминиферы *Parathuramminasuleimanovi* Lip.; *Tournaisian* позднего девона – турне. Определения С.Б. Гушина, А.В. Дженчураевой [11].

На основе 25 силикатных анализов установлено, что эффузивы Арпатакырской свиты располагаются в полях субщелочных и щелочных пород. Для них характерно высокое содержание  $K_2O$ , отношение  $K_2O/Na_2O$  меняется от 0.12 до 4.83. При этом в большей части образцов (72 %) содержание  $Na_2O$  превышает содержание  $K_2O$  [11].

Выявлен четкий тектонический контроль в пространственном распространении среднепалеозойских вулканидов района. Обычно основной объем среднепалеозойских отложений Среднего Тянь-Шаня представлен карбонатной платформой, сформировавшейся в обстановке пассивной окраины, и прослеживающийся к западу, северо-западу до 2 000 км [10]. Здесь же карбонатные отложения пассивной окраины слагают узкий блок, шириной от 1 до 3 км, простирающийся параллельно краевому Атбаш-Иньльчекскому разлому. Северная часть Среднего Тянь-Шаня в данном сегменте представлена так называемой Сарыджазской глыбой. В интерпретации В.И. Кнауфа эта структура представляет собой фрагмент срединного массива, прослеживающегося от китайской границы на востоке и до хр. Нарын-Тоо на западе. Сарыджазская глыба характеризуется высоким стоянием кристаллического фундамента и небольшой мощностью рифей-раннепалеозойского осадочного чехла [6]. В течение всего силура и большей части девона этот район также представлял собой область денудации, и только в самом конце

девона здесь проявилась морская трансгрессия, которая сопровождалась вулканической деятельностью, что может интерпретироваться как формирование активной окраины, сопряженной с Туркестанским палеоокеаном.

Авторы выражают признательность Мурату Жусупбекову, оказавшему неоценимую помощь в организации и проведении полевых работ.

#### Литература

1. Гесь М.Д. Террейновая структура и геодинамическая эволюция каледонид Тянь-Шаня. НАН КР. – Бишкек. 2008. – 159 с.
2. Захаров И.Л., Мозолев Л.Н. Геологическая карта СССР масштаба 1:200000. Серия Северо-Тяньшанская. Лист К-44-XIV. – М.: Недра, 1971.
3. Зубцов Е.И., Зубцова Е.И. Докембрийские тиллиты Тянь-Шаня// Докл. АН СССР. 1966. Т.169. N 1. – С. 173-176.
4. Зубцов Е.И. Докембрийские тиллиты Тянь-Шаня и их стратиграфическое значение// Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел геологии. Т. LXXVII (1). 1972. – С. 42-56.
5. Киселев В.В. Уран-свинцовая (по цирконам) геохронология магматических проявлений Северного Тянь-Шаня// Изв. НАН Кыргызской Республики. Проблемы геологии и географии в Кыргызстане. 1999. – С.21-33.

6. Кнауф В.И. Тектоника// Геология СССР. Том XXV. Кыргызская ССР. кн.2. – М.: Недра. 1972. – С.156-280.
7. Малыгина А.А., Додонова Т.А. (1972). Девонская система // Геология СССР. Том XXV. Кыргызская ССР. – М.: Недра, 1972. кн.1. – С. 126-148.
8. Стратифицированные и интрузивные образования Киргизии. – Фрунзе: Илим. 1982. кн. 1. – 371 с.
9. Шендерович Д.М., Макаров В.А. (1965) Геологическая карта СССР масштаба 1:200000. Серия Северо-Тяньшанская. Лист К-44-XIII. – М.: Недра. 1965.
10. Alexeiev D.V., Cook H.E., Djenchuraeva A.V., Mikolaichuk A.V. (2017) The stratigraphic, sedimentologic and structural evolution of the southern margin of the Kazakhstan continent in the Tien Shan Range during the Devonian to Permian. In: Brunet, M.-F., McCann, T. & Sobel, E. R. (eds) Geological Evolution of Central Asian Basins and the Western Tien Shan Range. Geological Society, London, Special Publications. 2017. Vol. 427. P. 231-269. <https://doi.org/10.1144/SP427.3>
11. Mikolaichuk A.V., Apayarov F.Kh., Buchroithner M.F., Chernavskaja Z.I., Skrinnik L.I., Ghes M.D., Esmintsev A.N., Neyevin A.V., and Charimov T.A. Digital Geological Map of the Khan Tengri Massif (Kyrgyzstan). 2008. ISTC Project No KR-920. <http://www.kyrgyzstan.ethz.ch/other-projects/iste-project-no-kr-920/>

УДК 552.42 (235.216)

Орозбаев Рустам Талапкерович,  
канд. геол.-минер. наук, вед. научный сотрудник  
Бакиров Апас Бакирович,  
доктор геол.-минер. наук, академик НАН КР  
Такасу Акира,  
профессор Университета Шиманэ, Япония

### МИНЕРАЛОГИЯ И *P-T* УСЛОВИЯ МЕТАМОРФИЗМА ПЕЛИТОВЫХ ГНЕЙСОВ И ВЫПЛАВЛЕНИЯ ГРАНИТОВ АКТЮЗСКОГО КОМПЛЕКСА, СЕВЕРНЫЙ ТЯНЬ-ШАНЬ

**Аннотация.** Изучен минеральный состав пелитовых гнейсов актюзского метаморфического комплекса и установлены *P-T* условия их формирования. Они указывают на то, что метapelиты актюзского комплекса испытали метаморфизм высоких давлений. Полученный *P-T* путь изменений пелитовых гнейсов протекал от прогрессивной стадии ( $T = 475\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $P = 10$  кбар), через пик метаморфизма ( $T = 635\text{--}745\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $P = 13\text{--}15$  кбар) к ретроградной стадии в зеленосланцевой фации. Предложенный метаморфизм пелитовых гнейсов эквивалентен третьему этапу метаморфизма ранее предложенного метаморфизма заключенных в них эклогит-гранатовых амфиболитов.

**Ключевые слова:** Северный Тянь-Шань, Актюз, метаморфизм, гнейс, *P-T* условия.

### ТҮНДҮК ТЯНЬ-ШАНДЫН АКТҮЗ КОМПЛЕКСИНДЕГИ ПЕЛИТТИК ГНЕЙСТЕРДИН МИНЕРАЛОГИЯСЫ ЖАНА МЕТАМОРФИЗМИ МЕНЕН ГРАНИТТЕРДИН ЭРҮҮСҮНҮН *P-T* ШАРТТАРЫ

**Аннотация.** Актүз метаморфикалык комплексинин пелит гнейстеринин минералдык курамы изилденди жана алардын пайда болуу учурундагы *P-T* шарттары аныкталды. Гнейстер жогорку басымдагы метаморфизмге учураптыр. *P-T* шарттары үч стадияда жүргөн экен: прогрессивдүү ( $T = 475\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $P = 10$  кбар), эң бийик метаморфизми ( $T = 635\text{--}745\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $P = 13\text{--}15$  кбар) жана ретрограддуу жашыл сланецтер фациясы. Гнейстердин аныкталган метаморфизми мурун сунушталган Актүз комплексиндеги эклогит-гранат амфиболиттердин метаморфизминин үчүнчү этабына дал келет.

**Негизги сөздөр:** Түндүк Тянь-Шань, Актүз, метаморфизм, гнейс, *P-T* шарттар.

### MINERALOGY AND *P-T* CONDITIONS OF METAMORPHISM OF PELITIC GNEISSES AND MELTING OF GRANITES FROM THE AKTYUZ COMPLEX, NORTHERN TIEN-SHAN

**Abstract.** The mineral compositions of pelitic gneisses from the Aktuz metamorphic complex are studied and their *P-T* conditions of formation were revealed. They have experienced high-pressure metamorphism. The obtained *P-T* path for pelitic gneisses proceeded from the prograde stage ( $T = 475\text{ }^{\circ}\text{C}$  and  $P = 10$  kbar), through the peak of metamorphism ( $T = 635\text{--}745\text{ }^{\circ}\text{C}$  and  $P = 13\text{--}15$  kbar) to the retrograde greenschists facies stage. The proposed metamorphism of pelitic gneisses is equivalent to the third metamorphic event of the previously proposed metamorphism of enclosed eclogite-garnet amphibolites in the Aktuz complex.

**Key words:** Northern Tien-Shan, Aktuz, metamorphism, gneiss, *P-T* conditions.

#### Введение

В Кыргызском Тянь-Шане обнаружены три метаморфических комплекса высоких и сверх-высоких давлений. В Северном Тянь-Шане

расположены Актюзский и Макбальский метаморфические комплексы, а в Южном Тянь-Шане находится Атбашинский метаморфический комплекс (рис. 1).

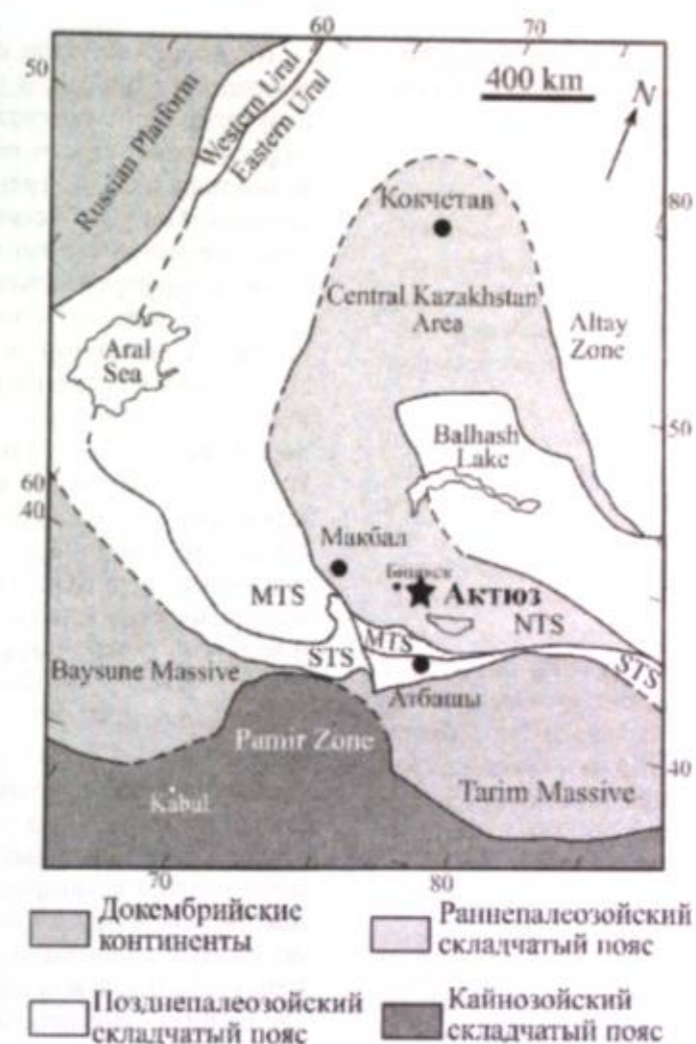


Рис. 1. Схематическое тектоническое деление Центральной Азии с указанием метаморфических комплексов.

Актюзский метаморфический комплекс расположен в Заилийском хребте Северного Тянь-Шаня [1, 2, 3] и состоит, в основном, из чередующихся серых пелитовых и красно-розоватых гранитных гнейсов. Местами, гнейсы имеют мигматитовую текстуру, указывающую на частичное плавление во вмещающих гнейсах. Метабазиты актюзской свиты представлены в основном эклогитами, гранатовыми амфиболитами, эпидотовыми амфиболитами и амфиболитами, которые встречаются в виде будин и линз среди вмещающих гнейсов. Эклогиты сохранились в центральных частях гранатовых амфиболитов и амфиболитов. Обнажения актюзской свиты протягивается в В-З ~ СВ-ЮЗ направлении примерно на 20 км в длину и до 5 км в ширину.

**Изученность метаморфических пород актюзского комплекса.** Эклогиты актюзского комплекса петрологически изучены более детально. В более ранних работах показано, что

формирование эклогитов протекало в условиях эклогитовой фации ( $T = 650\text{--}670\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $P = 12\text{--}14$  кбар) с последующими стадиями ретроградных преобразований в эпидот-амфиболитовой ( $T = 520\text{--}550\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $P = 7\text{--}8$  кбар) и зеленосланцевой ( $T = 300\text{--}350\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $P = 4\text{--}5$  кбар) фациях [2, 4, 5].

Становление эклогитов протекало сложно: в них в свою очередь определено три этапа метаморфизма. Первый этап метаморфизма эклогитов протекал в условиях амфиболитовой фации ( $T = 560\text{--}650\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $P = 4\text{--}10$  кбар). Второй этап метаморфизма в свою очередь представлен тремя стадиями: прогрессивной в условиях эпидот-глаукофансланцевой фации, пиковой в эклогитовой фации ( $T = 550\text{--}660\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $P = 21\text{--}23$  кбар) и ретроградной в эпидот-амфиболитовой фации. Третьему этапу метаморфизма эклогитов соответствуют хорошо документированный одноэтапный метаморфизм гранатовых амфиболитов и вмещающих их гнейсов



[6]. В данной статье приведены результаты более детальных петрологических исследований, *P-T* условий формирования пелитовых гнейсов актюзского комплекса.

**Петрографическое описание пелитовых и гранитных гнейсов.** Вмещающие эклогиты гнейсы разделены на серые пелитовые и красно-розовые гранитные разновидности. Местами, происходит переслаивание этих гнейсов в масштабе от нескольких сантиметров до нескольких метров.

**Пелитовые гнейсы.** Пелитовые гнейсы, в основном, состоят из плагиоклаза, кварца, фенгита, и биотита с подчинённым количеством граната, эпидота, хлорита, калиевого полевого шпата, Са-амфибола, апатита, кальцита, рутила, титанита, ильменита, гематита и циркона. Чередование тёмноцветных прерывистых слоев биотита, эпидота и хлорита до 2 мм в мощности с более светлыми слоями плагиоклаза и кварца определяют гнейсовидность породы. Жилы и прожилки (от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров по мощности), состоящие из кальцита и калиевого полевого шпата, пересекают поперек сланцеватости.

Гранаты встречаются как включения в плагиоклазе и фенгите, а также в виде отдельных зерен в матрице. Кристаллы граната имеют идиоморфно-гипидиоморфную форму размером до 1,5 мм в диаметре, и показывают зональность от бледно-розового в ядре до бесцветного на краю. Гранаты содержат минеральные включения кварца, фенгита, рутила, апатита и циркона, и частично или полностью замещаются хлоритом, биотитом и эпидотом.

Плагиоклаз имеет идиоморфную призматическую форму до 4 мм и содержит минеральные включения кварца, эпидота, фенгита, калиевого полевого шпата, биотита, апатита, титанита, рутила и ильменита. Очень редко встречаются включения Са-амфибола (Mg-роговая обманка). Калиевый полевой шпат до 0,5 мм находится в матрице, а также слагает прожилки, где добавляется также кальцит.

Включения фенгита обнаружены в порфи-робластовом гранате, и иногда в цирконе. Таблитчатые зёрна фенгита до 2 мм в длину находится в матрице и содержат минеральные включения эпидота, граната, кварца, рутила и циркона. Местами фенгит замещается биотитом и хлоритом. Биотит встречается как включения в порфиробластовом плагиоклазе и как отдельные зерна до 1 мм в матрице. Эпидот описан как включения в плагиоклазе и фенгите, а также в виде отдельных зерен встречается в матрице. Кристаллы эпидота до 0,5 мм содержат включения титанита, кварца и рутила. Иногда эпидот имеет зональность от ядра к периферии. Рутит окружён ильменитом или титанитом, а иногда последнее находится как включения в рутиле. Цирконы найдены как призматические кристаллы до 0,2 мм в длину, и включают в себе такие минералы, как кварц, апатит, фенгит, эпидот, калиевый полевой шпат, биотит и хлорит.

**Гнейсо-граниты.** Структура гнейсо-гранитов гранобластовая. Гнейсовидность определена переслаиванием биотит-хлорит-гематитовых и калиевый полевой шпат-плагиоклаз-кварцевых слоев. Гранитовые гнейсы, в основном, состоят из калиевого полевого шпата, плагиоклаза и кварца с подчинённым количеством биотита, граната, фенгита, хлорита, кальцита, ильменита, гематита и циркона. Калиевый полевой шпат (до 1 мм) и плагиоклаз (до 1,5 мм) содержат редкие включения кварца и циркона. Гранаты обнаружены в виде гипидиоморфно-кеноформных зерен до 1 мм в поперечнике и содержат минеральные включения кварца и редко биотита. Гранаты замещаются биотитом и хлоритом. Цирконы образуют призматические кристаллы до 0,2 мм в длину и имеют включения кварца, апатита, фенгита, калиевого полевого шпата, альбита (Ап<1), биотита, хлорита, рутила, титанита и ильменита.

**Химический состав минералов** был определен электронным микроскопом (JEOL JXA-8800M), установленный на "Кафедре наук о Земле" Университета Шимане, Япония. Результаты анализов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав минералов из пелитовых гнейсов актюзского комплекса

Минерал	гранат		гранат	фенгит		био-тит	био-тит	аль-бит	аль-бит	хлорит	эпидот	амфибол	
	ядро	край		ядро	край								
SiO <sub>2</sub>	37,25	37,77	36,59	47,31	46,82	45,38	36,37	36,24	66,54	68,54	25,98	36,84	49,88
TiO <sub>2</sub>	0,11	0,10	0,03	0,88	1,19	1,22	1,74	2,41	0,00	0,00	0,28	0,12	0,02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,38	20,25	20,22	24,75	27,39	29,21	13,82	15,53	20,01	19,32	19,37	23,09	4,05
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,01	0,03
FeO*	26,17	27,13	18,67	6,38	4,31	5,67	16,79	22,28	0,03	0,07	22,94	12,85	16,18
MnO	6,21	3,44	15,28	0,08	0,08	0,08	0,63	0,47	0,00	0,00	0,96	0,35	0,82
MgO	0,93	1,40	0,94	2,80	2,36	1,95	12,86	9,42	0,01	0,00	17,21	0,06	12,54
CaO	8,64	9,57	7,66	0,04	0,00	0,07	0,00	0,09	1,51	0,32	0,05	23,04	11,41
Na <sub>2</sub> O	0,01	0,02	0,03	0,28	0,43	0,39	0,05	0,07	10,98	11,82	0,07	0,00	1,19
K <sub>2</sub> O	0,04	0,05	0,05	9,54	10,48	10,11	9,19	9,06	0,18	0,17	0,03	0,02	0,38
Total	99,77	99,71	99,46	92,05	93,05	94,07	91,46	95,58	99,29	100,26	86,88	96,38	96,50
Oxygen	12	12	12	22	22	22	22	22	8	8	28	25	23
Si	3,003	3,030	2,966	6,687	6,514	6,286	5,738	5,592	2,943	2,993	5,494	5,908	7,401
Ti	0,007	0,006	0,002	0,093	0,124	0,127	0,207	0,280	0,000	0,000	0,045	0,014	0,002
Al	1,937	1,915	1,932	4,122	4,490	4,767	2,569	2,824	1,043	0,994	4,827	4,363	0,709
Cr	0,002	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,002	0,003
Fe <sup>2+</sup>	0,045	0,016	0,135	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,723	0,436
Fe <sup>3+</sup>	1,720	1,804	1,130	0,754	0,502	0,657	2,215	2,875	0,001	0,002	4,057	0,000	1,571
Mn	0,424	0,234	1,049	0,009	0,010	0,010	0,084	0,061	0,000	0,000	0,171	0,048	0,103
Mg	0,112	0,167	0,113	0,590	0,489	0,402	3,025	2,167	0,001	0,000	5,424	0,014	2,774
Ca	0,746	0,822	0,665	0,006	0,000	0,010	0,000	0,015	0,071	0,015	0,012	3,959	1,814
Na	0,001	0,003	0,005	0,078	0,115	0,103	0,017	0,021	0,942	1,000	0,027	0,000	0,344
K	0,004	0,006	0,005	1,719	1,859	1,787	1,849	1,783	0,010	0,010	0,009	0,005	0,072
Total	8,001	8,003	8,003	14,057	14,103	14,149	15,704	15,618	5,011	5,015	20,066	16,036	15,230

\* Total Fe as FeO.

**Гранат.** Химический состав и характер зональностей в гранатах пелитовых и гранито-гнейсах слегка отличаются друг от друга. Включения граната в плагиоклазе и фенгите имеют похожий химический состав с теми гранатами, которые находятся в матрице тех же пород. Гранаты в пелитовых гнейсах образуют несколько видов зональности: увеличение Mg от ядра (0,11 p.f.u.) к середине (0,31 p.f.u.) и затем уменьшение к краю (0,15 p.f.u.); Ca демонстрирует прерывистое увеличение от ядра (0,52 p.f.u.) к краю (0,82 p.f.u.) (рис. 2). Другой тренд зональности – это непрерывное увеличение Mg (0,15–0,30 p.f.u.) и прерывистое уменьшение Ca (0,89–0,69 p.f.u.) от ядра к краю. В обоих трендах, Mn показывает похожий контур зональности, где Mn (0,88–0,13 p.f.u.) уменьшается от ядра к краю и слегка увеличивается в самом дальнем крае (0,18 p.f.u.). Fe<sup>2+</sup> преры-

висто уменьшается от ядра (0,94 p.f.u.) к краю (0,83), однако в некоторых образцах Fe<sup>2+</sup> увеличивается от ядра (1,37–1,90 p.f.u.) к середине и/или к краю и уменьшается в краях или в дальних краях (1,49 p.f.u.). Самый дальний край некоторых гранатов имеет очень высокое содержание Mn, достигающее до 1,10 p.f.u. с составом Mg = 0,12, Ca = 0,68 и Fe<sup>2+</sup> = 1,05 p.f.u. (табл. 1). Тенденции обогащения краев граната марганцем (Mn) хорошо описаны в литературе и это есть результат диффузии Mn во время ретроградного метаморфизма. Гранаты в гранито-гнейсах характеризуются низким содержанием Mg (<0,02 p.f.u.). Fe<sup>2+</sup> варьирует между 1,50 p.f.u. и 1,57 p.f.u. Зональность гранатов документировано непрерывным уменьшением Mn (0,44–0,18) и увеличением Ca (0,97–1,30) от ядра к краю.

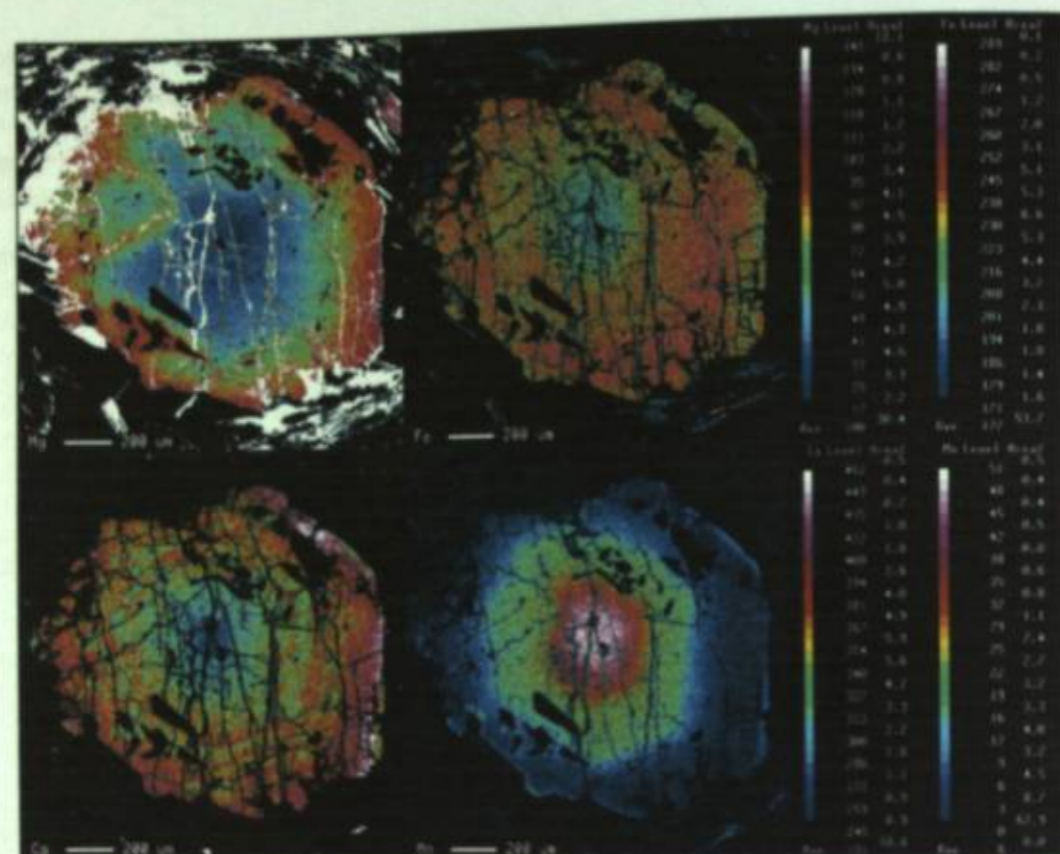


Рис. 2. Элементное (Mg, Fe, Ca, Mn) картирование гранатов в пелитовых гнейсах актюзского комплекса.

**Слюды.** Включения фенгита в гранате и порфириобластовом плагиоклазе пелитовых гнейсов содержат Si от 6,29 до 6,69 p.f.u. с соотношением  $X_{Na} = 0,03-0,09$ . Включения фенгита в цирконах от пелитовых и гранито-гнейсов имеют содержания Si = 6,63–6,85 p.f.u. ( $X_{Na} = 0,01-0,04$ ) и 6,26–6,88 p.f.u. ( $X_{Na} = 0,01-0,03$ ), соответственно. Содержание Si в фенгите, которое описано в матрице пелитовых гнейсов, варьирует в пределах 6,29 и 6,67 p.f.u. ( $X_{Na} = 0,06$  to 0,08), и имеют тенденцию уменьшения от ядра к краю.

**Полевой шпат.** Анаортитовый компонент плагиоклаза в пелитовых гнейсах увеличивается от ядра ( $Al_{0,5}$ ) к краю ( $Al_{1,0}$ ). Полевой шпат в гранито-гнейсах классифицирован как альбит ( $Al_{0,5}$ ) и калиевый полевой шпат ( $Or_{92,97}$ ). Включения в цирконах (гранито-гнейсы) - калиевый полевой шпат ( $Or_{92,99}$ ) и чистый альбит ( $Al_{0,5}$ ), при этом в цирконах из пелитовых гнейсов найден только калиевый полевой шпат ( $Or_{92,98}$ ).

**Другие минералы.** Включения амфиболов в порфириобластовом плагиоклазе пелитовых гнейсов классифицированы как Mg-роговая обманка [Si = 6,95–7,40 p.f.u.;  $Na_p = 0,16-0,21$ ;  $X_{Mg} = 0,58-0,64$  и  $TiO_2 = 0,02-0,86$  wt%] и чермакит (Si = 6,27–6,36 p.f.u.;  $Na_p = 0,47-0,48$ ;  $X_{Mg} = 0,58-0,60$  и  $TiO_2 = 0,83-0,87$  wt%). Эпидоты во вмещающих гнейсах имеют  $X_{Fe} = 0,18-0,28$ . Соотношения  $X_{Mg} = Mg/(Fe + Mg)$  в хлорите варьирует от 0,52 до 0,66. Включения хлорита в цирконах пелитовых и гранито-гнейсов показывают величины 0,54 и 0,11–0,17, соответственно.

**Метаморфизм и P-T условия формирования пелитовых гнейсов.** Структурные особенности минералов и их химический состав, в пелитовых гнейсах актюзского комплекса, указывают на наличие трёх стадий метаморфизма: прогрессивная, пик и ретроградная стадии.

Компьютерное приложение THERMOCALC v.3.21 [7], с усовершенствованными термодинамическими данными [8], был использован

для вычисления P-T условий метаморфических пород. А конкретно, метод вычисления "average P-T" в данном приложении применён для минеральных ассоциаций, которые интерпретированы как сосуществующие вместе на каждой стадии эволюции пелитовых гнейсов.

Таблица 2

Вычисления P-T условий формирования пелитовых гнейсов актюзского комплекса.

Порода	Образец	Стадия	Минеральная ассоциация	THERMOCALC					
				T, C	T, ad	P, kbar	P, ad	cor	sigfit
Пелитовые гнейсы	KG-432	Прогрессивная	Amp, Pl-c, Ep1, Phn1, Kfs, Bt1	477	77	9,6	3,2	0,939	1,36
		Пик	Pl-r, Phn2-c, Ep2, Bt2	637	126	12,8	4,5	0,987	0,51
	KG-430	Пик	Grt-r, Pl, Phn2-c, Bt2	745	67	15,0	2,4	0,810	1,62
		Пик	Grt-r, Pl, Phn2-c, Bt2	711	53	13,9	1,9	0,796	1,44
	03-37	Пик	Grt-r, Pl, Phn2-c, Bt2	736	61	14,1	1,9	0,774	1,36
		Пик	Grt-r, Pl, Phn2-c, Bt2	725	47	14,6	1,6	0,787	1,13
	Пик	Grt-r, Pl, Phn2-c, Bt2	737	69	13,8	2,1	0,807	1,42	

Прогрессивная стадия эпидот-амфиболитовой фации определена минеральными включениями в порфириобластовом плагиоклазе, т.е. эпидот, фенгит ( $Si < 6,67$  p.f.u.), кварц, калиевый полевой шпат, биотит, Mg-роговая обманка. Минеральная ассоциация включений указывает на метаморфические условия  $T = 477$  °C и  $P = 10$  кбар для прогрессивной стадии пелитовых гнейсов. Химический состав плагиоклаза, фенгита, эпидота, и биотита в матрице выражает условия пика метаморфизма как  $T = 635$  °C и  $P = 13$  кбар (образец KG-432; см. табл. 2; рис. 3).

Минеральные ассоциации пиковой стадии для образцов 03-37 и KG-430 определены как гранат, фенгит, плагиоклаз, биотит, кварц, рутил и апатит, и с помощью THERMOCALC вычислены P-T условия как  $T = 710-745$  °C и  $P = 14-15$  кбар (табл. 2; рис. 3). Максимальное содержание Si фенгита в матрице ( $Si < 6,63$  p.f.u.) и во включений ( $Si < 6,88$  p.f.u.) в порфириобластовом плагиоклазе и цирконе из пелитовых и гранито-гнейсов также указывают на условия

Активность минералов определён другим компьютерным приложением AX [8]. Активность  $H_2O$  приравнена к единице. Допущено, что кварц и  $H_2O$  присутствует во всех минеральных ассоциациях. Результаты данных вычислений суммированы в таблице 2.

высоких давлений, с минимальным давлением 13 кбар при 700 °C [9] (рис. 3). Таким образом, условия для пиковой стадии метаморфизма для вмещающих гнейсов получены  $T = 635-745$  °C и  $P = 13-15$  кбар.

Вычисленные P-T условия пика метаморфизма (образцы 03-37 и KG-430) располагаются выше линии солидуса водосодержащих метапелитов, близко к линии дегидратационно-разложения мусковита [10]. Это свидетельствует о том, что определенная часть вмещающих гнейсов испытала плавление (рис. 3). P-T вычисления для образца KG-432 показывают, что эти породы не достигают линии солидуса водо-содержащих метапелитов и, соответственно, не обладают признаками частичного плавления.

И наконец, фенгит и гранаты замещаются хлоритом, биотитом, который указывает на ретроградный метаморфизм вмещающих гнейсов в условиях зеленосланцевой фации, с минеральной ассоциацией хлорит и биотит (рис. 3).

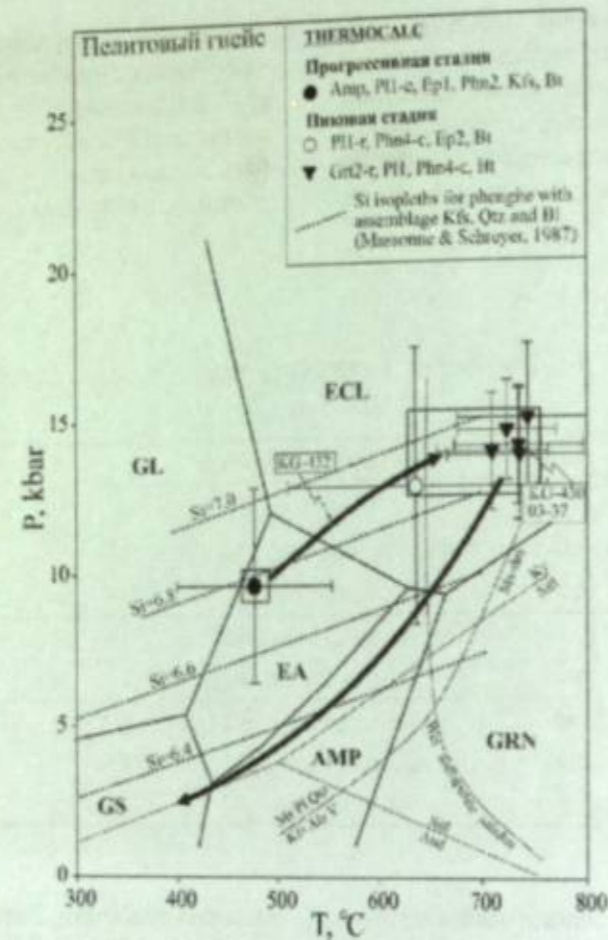


Рис. 3. Вычисленные P-T условия актыюзских пелитовых гнейсов. ECL – эклогитовая фация; GL – глаукофан-сланцевая фация; EA – эпидот-амфиболитовая фация; AMP – амфиболитовая фация; GS – зеленосланцевая фация; GRN – гранулитовая фация. Солидус метапелита и линия дегидратации мусковита (Ms-dm) согласно [10].

#### Выводы

1. Пелитовые гнейсы в актыюзском комплексе испытали метаморфизм высоких давлений в эклогитовой фации (рис. 3). Полученный P-T путь для пелитовых гнейсов от прогрессивной стадии ( $T = 475^\circ\text{C}$  и  $P = 10$  кбар), через пик метаморфизма ( $T = 635\text{--}745^\circ\text{C}$  и  $P = 13\text{--}15$  кбар) к стадии зеленосланцевой фации очень сходен с P-T путь, установленный для гранатовых амфиболитов (сильно измененных эклогитов) актыюзского комплекса [6]. Это означает, что метаморфизм пелитовых гнейсов, эквивалентен третьему этапу метаморфизма эклогит-гранатовых амфиболитов [6].

2. P-T условия пика метаморфизма расположены значительно выше линии солидуса метапелитов. Следовательно, образование широко развитых в районе красно-розоватых гранитных гнейсов могли быть результатом плавления части пелитовых гнейсов (рис. 3). Минеральный состав породы, включения ми-

нералов в цирконе, а также наложенность гранитных гнейсов на все породы актыюзского комплекса не противоречат образованию этих пород путём плавления пелитов в земной коре на глубинах 40–50 км от поверхности Земли.

#### Литература

1. Бакиров А.Б. Тектоническая позиция метаморфических комплексов Тянь-Шаня. – Фрунзе: Илим, 1978. – 261 с.
2. Бакиров А.Б. Особенности строения и условия формирования эклогитоносных метаморфических формаций Тянь-Шаня // Кристаллическая кора в пространстве и времени. Метаморфические гидротермальные процессы. – М.: Наука, 1989. – С. 193–203.
3. Бакиров А.Б., Тагири М., Сакиев К.С., Ивлева Е.А. Нижний докембрий Тянь-Шаня и геодинамические условия его формирования. // Геотектоника. – 2003. – № 5. – С. 27–40.

4. Tagiri M., Yano T., Bakirov A., Nakajima T., and Uchiyama S. Mineral parageneses and metamorphic P-T paths of ultrahigh-pressure eclogites from Kyrgyzstan Tien-Shan. // The Island Arc. – 1995. – С. 280–292.
5. Klemd R., Hegner E., Bergmann H., Pfänder J.A., Li J.L., Hentschel F. Eclogitization of continental crust of the Aktyuz Complex during Late Palaeozoic plate collisions in the Northern Tianshan of Kyrgyzstan. // Gondwana Research. – 2014. – С. 925–941.
6. Orozbaev R.T., Takasu A., Bakirov A.B., Tagiri M., Sakiev K.S. Metamorphic history of eclogites and country rock gneisses in the Aktyuz area, Northern Tien-Shan, Kyrgyzstan: a record from initiation of subduction through to oceanic closure by continent-continent collision. // Journal of Metamorphic Geology. – 2010. – № 28. – С. 317–339.
7. Powell R., Holland T.J.B. Optimal geothermometry and geobarometry. // American Mineralogist. – 1994. – № 79. – С. 120–133.
8. Holland T.J.B., Powell R. An internally consistent thermodynamic data set for phases of petrological interest. // Journal of Metamorphic Geology. – 1998. – № 16. – С. 309–343.
9. Massonne H.-J., Schreyer W. Phengite geobarometry based on the limiting assemblage with K-feldspar, phlogopite and quartz. // Contributions to Mineralogy and Petrology. – 1987. – № 96. – С. 212–224.
10. Le Breton N., Thompson A.B. Fluid-absent (dehydration) melting of biotite in metapelites in the early stages of crustal anatexis. // Contributions to Mineralogy and Petrology. – 1988. – № 99. – С. 226–237.

УДК 552.16 (235.216)

Сатыбаев Максатбек Мундусович,  
PhD, науч. сотрудникБакиров Апас Бакирович,  
доктор геол.-минер. наук, академик НАН КРСакнев Кадырбек Сатыбалдынович,  
доктор геол.-минер. наук, профессорНаучно-исследовательский центр экологии и  
окружающей среды Центральной Азии (г. Бишкек)Такасу Акира,  
профессор Университета Шиманэ, ЯпонияОрозбаев Рустам Талапжерович,  
канд. геол.-минер. наук, вед. научный сотрудник

### МЕТАМОРФИЗМ ПЕЛИТОВЫХ СЛАНЦЕВ АТБАШИНСКОГО И ЧОЛОКТОРСКОГО КОМПЛЕКСОВ, ЮЖНЫЙ ТЯНЬ-ШАНЬ

**Аннотация.** Изучена петрология пелитовых сланцев Атбашинского и Чолокторского комплексов и получены  $P$ - $T$  условия их формирования. Результаты показывают, что пелитовые сланцы чолокторского комплекса испытали метаморфизм высоких давлений в эклогитовой фации ( $P = 21$ – $23$  кбар и  $T = 530$ – $580$  °C), в то время как пелитовые сланцы атбашинского комплекса испытали максимальный метаморфизм только в условиях эпидот-амфиболитовой фации ( $P = 10$ – $12$  кбар и  $T = 515$ – $565$  °C). Позднюю ретроградную стадию в зеленосланцевой фации пелитовые сланцы обоих комплексов испытали возможно одновременно.

**Ключевые слова:** пелитовые сланцы, Атбашинский комплекс, Чолокторский комплекс,  $P$ - $T$  условия, Атбашинский хребет.

### АТБАШЫ ЖАНА ЧОЛОКТОР КОМПЛЕКСТЕРИНДЕГИ ПЕЛИТ СЛАНЕЦТЕРДИН МЕТАМОРФИЗМИ, ТҮШТҮК ТЯНЬ-ШАНЬ

**Аннотация.** Атбашы жана Чолоктор комплекстериндеги пелит сланецтердин петрологиясы изилденди жана алардын пайда болгон  $P$ - $T$  шарттары аныкталды. Натыйжалар көрсөткөндөй чолоктор комплексиндеги пелит сланецтер жогорку басымдагы эклогит фациясында болгон метаморфизмге учурады ( $P = 21$ – $23$  кбар и  $T = 530$ – $580$  °C), ошол эле маалда атбашы комплексинин пелит сланецтери максималдуу метаморфизми эпидот-амфиболиттик фация шарттарында өткөн ( $P = 10$ – $12$  кбар и  $T = 515$ – $565$  °C). Аягында эки комплекстин пелит сланецтери жашыл-сланецтер фациясындагы ретрограддык стадияны бир убакта өтүшү мүмкүн.

**Негизги сөздөр:** пелит сланецтери, Атбашы комплекси, Чолоктор комплекси,  $P$ - $T$  шарттары, Атбашы тоо кыркасы.

### METAMORPHISM OF PELITIC SCHISTS FROM ATBASHY AND CHOLOKTOR COMPLEXES, SOUTHERN TIEN-SHAN

**Abstract.** The petrology of the pelitic schists of the Atbashi and Choloktor complexes were studied and their  $P$ - $T$  conditions of formation are obtained. The results show that the pelitic schists of the Choloktor complex experienced a high-pressure metamorphism in the eclogite facies conditions ( $P = 21$ – $23$  kbar and  $T = 530$ – $580$  °C), whereas the pelitic schists of the Atbashi complex experienced a maximum metamorphism in the epidote-amphibolite facies conditions ( $P = 10$ – $12$  kbar and  $T = 515$ – $565$  °C). Probably, the pelitic schists of both complexes are experienced similar later retrograde stage in the greenschist facies conditions.

**Key words:** pelitic schists, atbashi complex, choloktor complex,  $P$ - $T$  conditions, Atbashi ridge.

### Геология района

Атбашинский и Чолокторский метаморфические комплексы расположены на северном склоне Атбашинского хребта, который протягивается на более 130 км в СВ-ЮЗ направлении (рис. 1).

Названные метаморфические комплексы расположены к югу от Атбаш-Иныльчекского регионального шва, который проходит вдоль северо-западного подножья Атбашинского хребта и ограничивает Южный Тянь-Шань с северо-запада.

Атбашинский комплекс, слагает довольно широкую полосу с шириной до 15 км с самого юго-западного конца до самого северо-восточного его окончания одноименного хребта (рис. 1). Он сложен двумя группами пород: сланцевой и в меньшем количестве карбонатно-сланцевой. Сланцевая часть комплекса представлена в основном метапелитами: переслаиваниями мусковитовых, гранат-мусковитовых и мусковит-альбит-кварцевых

сланцев, реже альбит-мусковит-цоизитовых, альбит-мусковит-биотитовых (стильпомелановых) сланцев и гнейсов. Встречаются также амфибол (актинолит и реже глаукофан)-мусковитовые, двуслюдяные, гранат-мусковит, мусковит-хлорит-альбитовые разности сланцев. Карбонатно-сланцевая часть сложена полосчатыми хлорит-мусковит-альбитовыми сланцами с прослоями мраморов и альбитовых гнейсов [1]. Внутри Атбашинского комплекса встречаются несколько серпентинитовых тел, имеющих с вмещающими породами тектонический контакт. По породам Атбашинского комплекса получены данные абсолютного возраста: калий-аргоновым методом валовому составу пород (Л.В. Фирсов, г. Новосибирск)  $1100$ ,  $585$  и  $567 \pm 7$  млн. лет и  $366 \pm 15$  млн. лет [1]. Данные уран-свинцовым методом по циркону из метапелита варьируют между  $2620$  и  $329$  млн лет [2].

Все контакты комплекса с соседними геологическими телами тектонические. Общая видимая мощность комплекса превышает 1200 м.

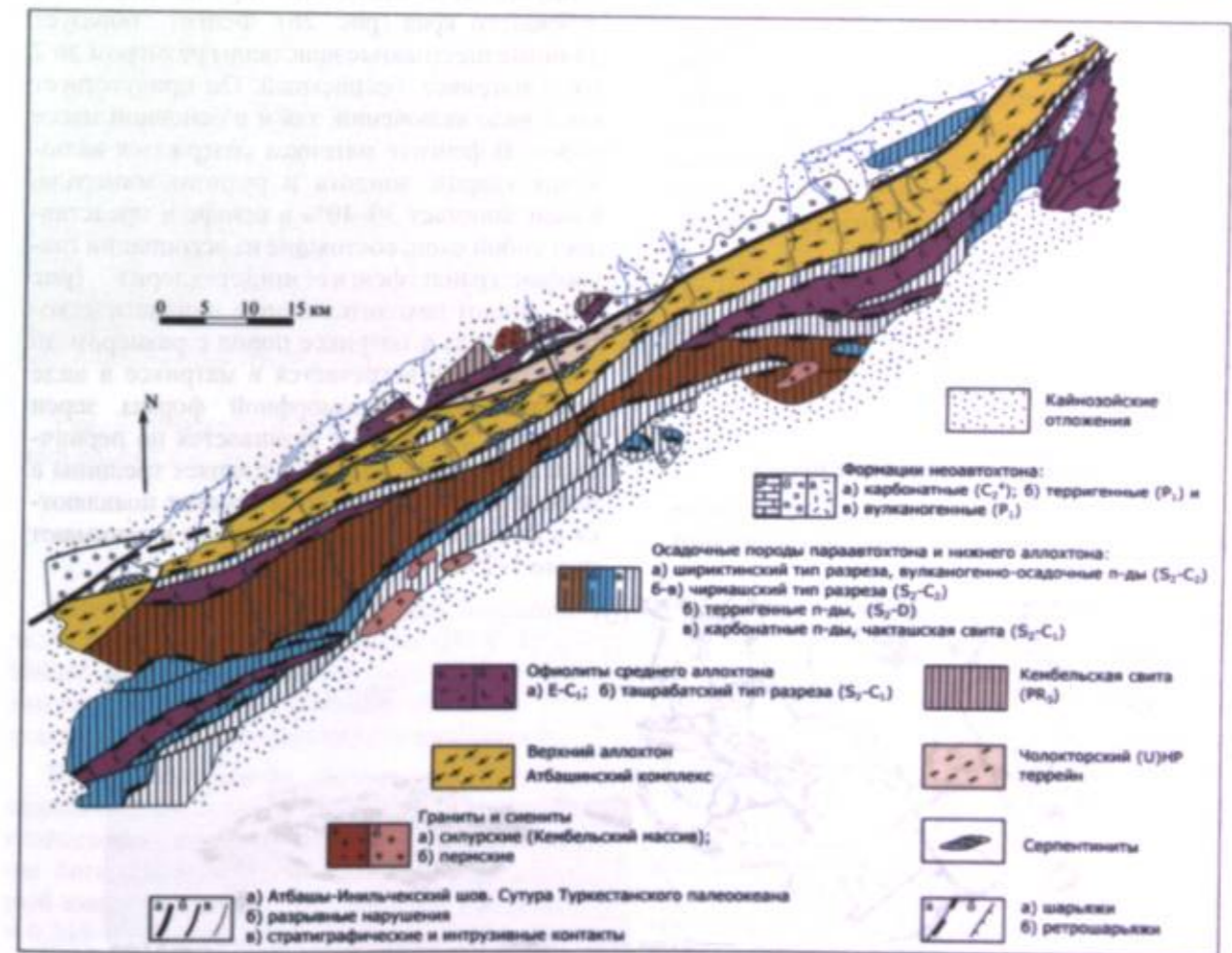


Рис. 1. Тектоническая карта Атбашинского хребта

**Чолокторский комплекс.** В Атабашинском хребте чолокторский эклогитоносный комплекс представлен метаморфическими породами высоких и сверхвысоких давлений (рис. 1). Она обнажается на северо-западном склоне атабашинского хребта и простирается в направлении СВ-ЮЗ примерно на 10–15 км с шириной 1–1,5 км. Видимая мощность комплекса около 400 м. Чолокторский комплекс на юго-востоке по разлому граничит с метаморфическими породами Атабашинского комплекса (рис. 1) [3]. На северо-западе комплекс по тектоническому контакту перекрывается отложениями верхнего карбона. Чолокторский комплекс в основном сложен кварц-мусковитовыми, гранат-мусковитовыми и гранат-глаукофановыми сланцами, в которых в большом количестве встречаются линзовидные тела эклогитов, апоэклогитовых гранатовых амфиболитов, а также небольшие тела гранат-гальковых сланцев и серпентинитов. Встречаются крупные блоки карбонатных пород.

Эклогиты изучены более детально, нежели чем пелитовые сланцы. Наличие кварцевых псевдоморфоз по козситу в гранатах и клинопироксенах эклогитов указывает на то, что они испытали метаморфизм сверхвысоких давлений [4, 5]. Получены различные *P-T* условия формирования для эклогитов, где давление (*P*) и температура (*T*) варьируется в пределах 545–725 °C и 18–35 кбар, соответственно [4, 5, 6, 7].

В данной работе изучены минералогия и петрология пелитовых сланцев Чолокторского и Атабашинского комплексов, и получены новые данные по *P-T* условиям их формирования.

#### Петрографическое описание пород

**Чолокторский комплекс.** Глаукофаносодержащие пелитовые сланцы Чолокторского

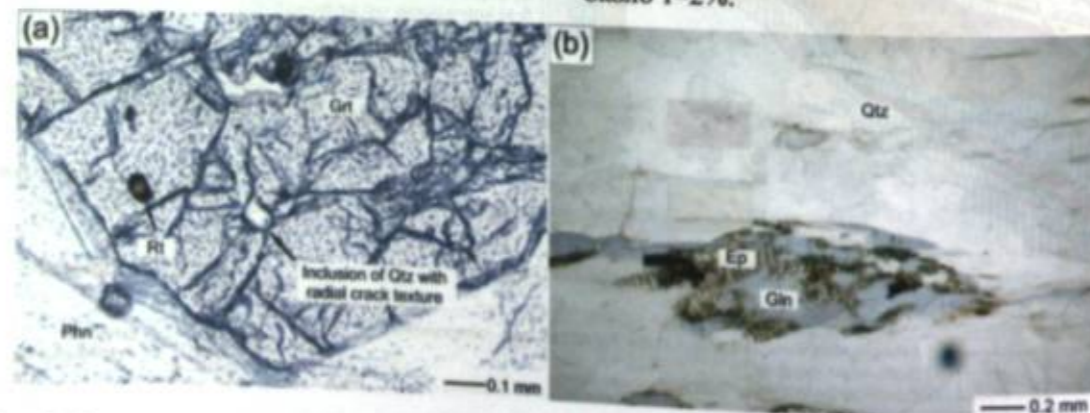


Рис. 2. Пелитовые сланцы Чолокторского комплекса [7]: (а) гранат с включением кварца с концентрическими и радиальными трещинами; (б) глаукофан в ассоциации с эпидотом.

комплекса макроскопически окрашены в голубой цвет. Структура порфириобластовая и текстура сланцеватая. Для этой группы пород характерна следующая минеральная ассоциация: кварц, гранат, глаукофан, фенгит, эпидот и рудный минерал. Вторичными минералами чаще являются хлорит и карбонат. Гранат бледно-красноватого цвета встречается в виде порфириобластов правильной формы до 2,5–3 мм в диаметре. Он содержит включения хлорита, кварца, фенгита, рутила и титанита. В гранате наблюдаются также кварцевые включения с концентрическими (рис. 2а) и радиальными трещинами (псевдоморфозы кварца по козситу?). В некоторых случаях гранат частично замещается хлоритом (рис. 2а). Глаукофан в шлифе занимает 30–35% и встречается в виде призматических кристаллов в матрице размером до 4 мм по длине. Он имеет бледно-голубые окраски и клеточные и ромбические формы. Включения в нём представлены рутилом, эпидотом, титанитом и темными минералами. Кристаллы глаукофана химически и оптически зональны от темно-синего ядра до бледно-голубоватого края (рис. 2б). Фенгит образует длинные шестоватые кристаллы размером до 2 мм в матрице, бесцветный. Он присутствует как в виде включений, так и в основной массе пород. В фенгите матрикса содержатся включения кварца, эпидота и рудного минерала. Кварц занимает 30–40% в шлифе и представляет собой слои, состоящие из ассоциации глаукофан+гранат+фенгит+эпидот+хлорит (рис. 2б). Эпидот находится в виде призматического кристалла в матрице пород с размером до 1 мм. Хлорит встречается в матрице в виде неправильной ксеноморфной формы зерен размером до 0,4 мм и развивается по первичным минералам, а также заполняет трещины в породе. Рутил, ильменит и гематит появляются в форме включения и матрикса и занимают около 1–2%.

**Атабашинский комплекс.** Пелитовые сланцы Атабашинского комплекса в основном состоят из кварца, граната и хлорита. Вторичные минералы представлены альбитом, фенгитом, кальцитом и эпидотом. Акцессорные минералы: титанит, рутил и турмалин. Слацеватость определяется по предпочтительной ориентировке фенгита и хлорита. Альбит образует порфириобласты размером до 3 мм в диаметре. Порфириобластовый альбит включает в себе гранат, фенгит, кварц, эпидот, турмалин, рутил и титанит (рис. 3а). Гранат по форме образования представлен двумя видами: порфириобласты и мелко-зернистые гранаты в матрице и как включения в альбите (рис. 3б). Порфириобластовые гранаты меняются от полуправильной до неправильной форм зерен в матрице пород размером до 1 мм в диаметре, и включает в себе кварц, рутил и эпидот. Гранат замещается хлоритом. Мелкозернистые гранаты в альбите и в

матрице обладают правильными до полуправильными зернами с размером до 0,5 мм (рис. 3б). Большинство зерен гранатов содержат многочисленные включения мелкозернистого кварца и эпидота. Фенгит присутствует в двух формах: в основной массе пород и как включения в альбите (рис. 3а). В основной массе он образует таблитчатые полуправильные формы зерен размером до 1 мм. Хлорит представлен чешуйчатыми кристаллами в основной массе размером до 1 мм по длине. Он оптически зонален от бледно-зеленого до зеленого цвета и включает в себе гранат, кварц и углеродсодержащие минералы. Хлорит замещает гранат и развивается по их трещинам (рис. 3б). Эпидот образует кристаллы от правильной до полуправильной формы и встречается в матрице породы размером до 0,5 мм. Он содержит включения альбита, фенгита, и хлорита, а также мелкозернистого углеродсодержащего вещества.

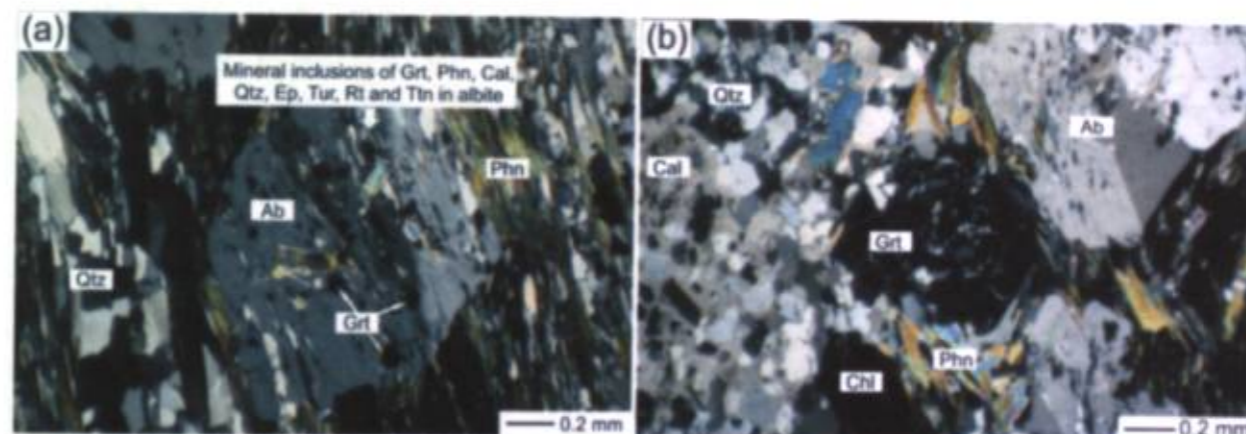


Рис. 3. Микрофотографии пелитовых сланцев Атабашинского комплекса [7]: (а) порфириобластовый альбит с включениями граната, фенгита, кварца, хлорита, эпидота, турмалина; (б) порфириобластовый гранат с мелкими включениями кварца.

**Химический состав минералов** был определен электронным микросондом (JEOL JXA-8800M), установленным на кафедре «наук о Земле» Университета Шимане (Япония). Результаты анализов представлены в таблице 1.

Химический состав граната в пелитовых сланцах отражен на рис. 4. Гранаты пелитовых сланцев Чолокторского комплекса представлены богатым содержанием альмандина, который имеет состав  $Fe^{2+} = 1.210-1.809$  r.f.u.,  $Mg = 0.245-0.693$  r.f.u.,  $Ca = 0.466-0.646$  r.f.u. (намного ниже чем у гранатов пелитовых сланцев атабашинского комплекса),  $Mn = 0.086-0.934$

r.f.u. (рис. 4). Гранаты пелитовых сланцев чолокторского комплекса обладают зональностью:  $Mg$  и  $Fe$  увеличивается, а  $Mn$  уменьшается от ядра к краю. (рис. 4). Химический состав гранатов пелитовых сланцев атабашинского комплекса:  $Fe^{2+} = 1.848-1.705$  r.f.u.,  $Mg = 0.155-0.082$  r.f.u.,  $Mn = 0.513-0.201$  r.f.u.,  $Ca = 0.934-0.578$  r.f.u. (рис. 4). В них установлена зональность:  $Mn$  увеличивается от края к ядру, в то время как  $Ca$  уменьшается.  $Fe$  в гранатах сланцев атабашинского комплекса немного ниже чем у граната пелитовых сланцев чолокторского комплекса (рис. 4).

Таблица 1

Химический состав минералов пелитовых сланцев чолокторского и атбашинского комплексов

Минерал	Чолокторский комплекс							Атбашинский комплекс					
	Grt		Gln	Phn		Chl	Ep	Phn	Phn	Phn	Chl	Ab	Ep
	ядро	край		ядро	край		in Ab	ядро	край				
SiO <sub>2</sub>	37,01	37,68	57,43	49,54	52,30	26,11	36,9	50,62	52,95	49,03	24,70	69,23	37,94
TiO <sub>2</sub>	0,11	0,06	0,04	0,22	0,22	0,00	0,049	0,21	0,12	0,19	0,02	0,00	0,096
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,55	21,27	8,74	26,19	25,45	20,05	23,27	29,08	24,89	29,77	19,56	19,40	26,75
FeO	20,68	27,78	8,84	3,88	3,76	22,46	11,89	2,86	2,99	2,53	29,57	0,00	6,904
MnO	12,72	1,98	0,03	0,00	0,01	0,33	0,261	0,05	0,03	0,00	0,30	0,03	0,065
MgO	2,23	4,94	13,49	3,23	3,98	17,87	0,151	2,90	4,10	2,76	13,29	0,00	0,04
CaO	6,85	6,44	1,45	0,00	0,00	0,01	22,21	0,00	0,01	0,01	0,04	0,10	23,36
Na <sub>2</sub> O	0,04	0,00	6,50	0,59	0,20	0,00	0,033	0,47	0,09	0,42	0,00	11,44	0,026
K <sub>2</sub> O	0,05	0,04	0,08	10,53	8,28	0,04	0,051	10,29	11,13	10,62	0,04	0,06	0,058
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	0,02	0,00	0,14	0,14	0,07	0,131	0,05	0,04	0,04	0,01	0,00	0,029
Total	100,2	100,2	96,60	94,32	94,34	86,93	94,95	96,52	96,33	95,37	87,53	100,3	95,27
O	12	12	23	22	22	28	25	22	22	22	28	8	25
Si	2,975	2,969	7,967	6,760	6,988	5,477	6,174	6,677	7,019	6,559	5,365	3,010	6,145
Ti	0,007	0,003	0,004	0,023	0,023	0,001	0,006	0,020	0,012	0,019	0,004	0,000	0,012
Al	1,946	1,976	1,428	4,212	4,007	4,957	4,588	4,520	3,889	4,694	5,009	0,994	5,108
Fe	1,390	1,831	1,026	0,442	0,420	3,941	1,664	0,315	0,332	0,283	5,372	0,000	0,935
Mn	0,866	0,132	0,003	0,000	0,001	0,059	0,037	0,005	0,003	0,000	0,054	0,001	0,009
Mg	0,267	0,581	2,790	0,657	0,793	5,587	0,038	0,570	0,811	0,550	4,304	0,000	0,01
Ca	0,590	0,544	0,216	0,000	0,000	0,003	3,982	0,000	0,001	0,002	0,009	0,005	4,055
Na	0,006	0,000	1,748	0,157	0,053	0,001	0,011	0,120	0,023	0,109	0,000	0,964	0,008
K	0,005	0,004	0,013	1,834	1,412	0,010	0,011	1,731	1,882	1,812	0,012	0,003	0,012
Cr	0,000	0,001	0,000	0,015	0,015	0,011	0,017	0,006	0,004	0,005	0,002	0,000	0,004
Total	8,051	8,041	15,20	14,10	13,71	20,04	16,53	13,96	13,98	14,03	20,13	4,977	16,29

Grt – гранат, Gln – глаукофан, Phn – фенгит, Ab – альбит, Chl – хлорит, Ep – эпидот, in-Ab – включение в альбите

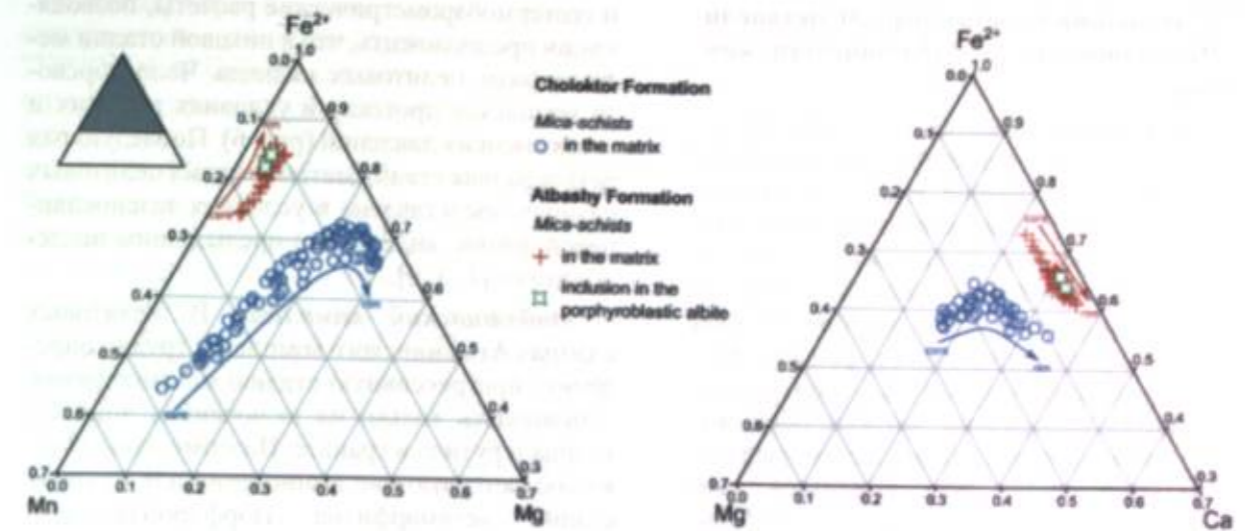


Рис. 4. Химический состав гранатов в пелитовых сланцах Чолокторского (левый треугольник) и Атбашинского (правый треугольник) комплексов [7]

Амфибол в пелитовых сланцах Чолокторского комплекса представлен глаукофаном. Химический состав последнего: Si=7.811–7.929 r.f.u., Na<sub>am</sub>=1.661–1.862 r.f.u. и Mg/(Mg+Fe<sup>2+</sup>)=0.86–0.91 r.f.u. (рис. 5). В описываемых сланцах ядро глаукофана богат Al, а край – Fe (рис. 5).

Белая слода пелитовых сланцев Чолокторского комплекса представлена фенгитом. Si фенгита в матрице породы колеблется 6.76–6.98 r.f.u. и Na/(Na+K) = 0.03–0.07. Белая слода пелитовых сланцев Атбашинского комплекса также представлена фенгитом. Si фенгита в матрице колеблется от 6.57 до 7.01 r.f.u. и Na/

(Na+K)=0.01–0.08. Включения фенгита в альбите имеет Si = 6.67–6.99 r.f.u. и Na/(Na+K)=0.02–0.07. В пелитовых сланцах Атбашинского комплекса содержание Si в фенгите выше, чем у пелитовых сланцев Чолокторского комплекса.

Альбит в пелитовых сланцах Атбашинского комплекса имеет следующий состав: (Ab<sub>98-99</sub>), (An<sub>0-1</sub>) и (Or<sub>0-1</sub>). Значения X<sub>Mg</sub> = Mg/(Fe + Mg) хлорита пелитовых сланцев Атбашинского комплекса изменяются в пределах 0,52–0,56. Основная масса эпидота пелитовых сланцев показывает значения X<sub>Fe</sub> = Fe<sup>2+</sup>/(Al + Fe<sup>2+</sup>) в пределах 0,11–0,18.

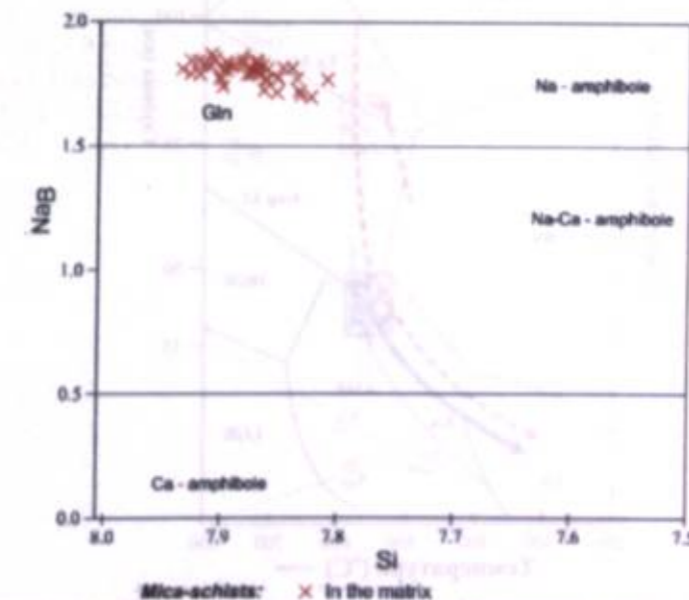


Рис. 5. Химический состав амфибола в пелитовых сланцах Чолокторского комплекса

### *P-T* эволюция и метаморфизм метapelитов Чолокторского и Атбашинского комплексов

**Чолокторский комплекс.** Гранаты из пелитовых сланцев содержат минеральные включения только кварца и рутила. Однако присутствие глаукофана с включениями эпидота может предполагать условия эпидот-глаукофан сланцевой фации для прогрессивной стадии метаморфизма (рис. 6). Минеральная ассоциация граната, глаукофана, фенгита ( $S_i = 6,89-7,04$ ), эпидота, хлорита ( $X_{Mg} = 0,66$ ) и кварца считаются минералами, которые образовались во время пиковой стадии метаморфизма. Минеральный состав этих минералов дали вычисления как  $P = 21-23$  кбар и  $T = 530-580$  °C, которая относится к условиям эклогитовой фации (рис. 6). Кроме того, край граната содержит кварцевые включения с текстурой радиальной трещины, которая может быть интерпретирована как псевдоморфозы кварца по коэситу, что указывает на условия сверхвысоких давлений для пелитовых сланцев Чолокторской свиты. В более ранней работе [6] предположили, что пелитовые сланцы подверглись такому же метаморфическому развитию, что и эклогиты-будины. Их интерпретация, основанная на высоком содержании ( $S_i = 6,7-6,9$ ) в фенгите в сланцах, однако подробных петрологических доказательств не было дано. В этом исследовании мы предлагаем минеральные структуры (псевдоморфозы кварца по коэситу)

и геотермобарометрические расчеты, позволяющий предположить, что в пиковой стадии метаморфизма пелитовых сланцев Чолокторского комплекса протекал в условиях высоких и сверхвысоких давлений (рис. 6). Последующая ретроградная стадия метаморфизма пелитовых сланцев представлена в условиях зеленосланцевой фации, аналогично предыдущим исследованиям [1, 3, 6].

**Атбашинский комплекс.** В пелитовых сланцах Атбашинского комплекса трудно определить прогрессивную стадию метаморфизма, основываясь только на включениях эпидота, кварца и рутила в гранате. Поэтому даны только соответствующие вычисления для пиковой стадии метаморфизма. Порфирибластовый альбит содержит минеральные включения граната, фенгита, кварца, эпидота, кальцита, турмалина, рутила и титанита в виде включений. Аналогичная минеральная ассоциация, состоящая из граната, фенгита, эпидота и кварца также развивается в матрице породы. Кроме того, слегка изогнутые следы включений в порфирибластовом альбите параллельны к слоистости минералов в матрице породы. Эти микроструктурные особенности подразумевают синкинематический рост порфирибластового альбита [8]. Следовательно, пиковая минеральная ассоциация характеризуется гранатом, фенгитом, альбитом, кварцем, эпидотом, хлоритом, турмалином и рутилом (рис. 6).

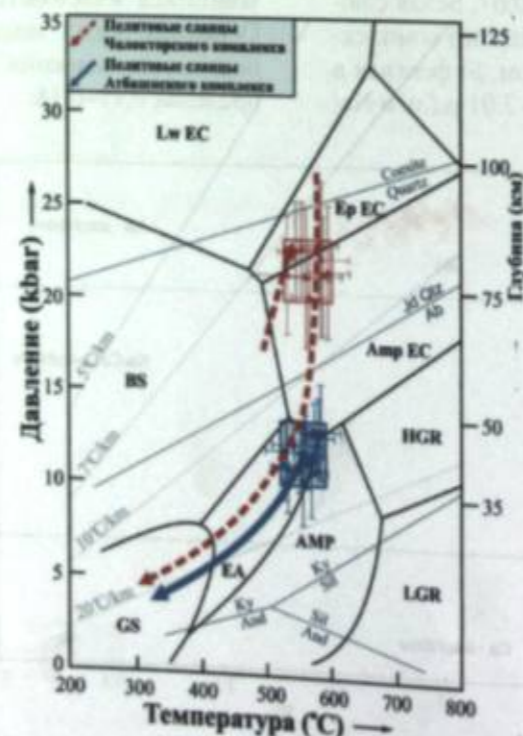


Рис. 6. *P-T* условия метаморфизма пелитовых сланцев Чолокторского и Атбашинского комплексов.

Используя приведенные взаимоотношения минералов и их химический состав, с помощью THERMOCALC были вычислены следующие параметры давления ( $P$ ) и температуры ( $T$ ): ( $P = 11-12$  кбар и  $T = 535-565$  °C - минеральные включения в порфирибластовом альбите; и  $P = 10-12$  кбар и  $T = 515-560$  °C - в матрице). Эти вычисления очень похожи и, следовательно, рассматриваются как пиковые *P-T* условия эпидот-амфиболитовой фации для пелитовых пород Атбашинского комплекса (рис. 6). Развитие хлорита по гранату и биотита по фенгиту указывают на зеленосланцевую фацию ретроградного метаморфизма.

### Выводы

Метаморфизм пелитовых сланцев Чолокторского и Атбашинского комплексов протекал при различных *P-T* условиях и на различных глубинах от поверхности Земли. Породы Чолокторского комплекса испытали метаморфизм в пределах верхней мантии (75-90 км), а Атбашинского комплекса - в нижней части земной коры (40-50 км). Однако их объединяет единая геодинамическая обстановка субдукционных процессов в условиях относительно низких температур.

### Литература

1. Бакиров А.Б. (1978) Тектоническая позиция метаморфических комплексов Тянь-Шаня. - Фрунзе: Илим, - 261 с.
2. Rojas-Agramonte Y., Kröner A., Alexeiev D.V., Jeffreys T., Khudoley A.K., Wong J., Geng H., Shu L., Semiletkin S.A., Mikolaichuk A.V., Kiselev V.V., Yang J., Seltmann R. (2014) Detrital and igneous zircon ages for supracrustal rocks of the Kyrgyz Tian Shan and palaeogeographic implications // Gondwana Research, Vol. 26, P. 957-974.

3. Бакиров А.Б., Балбачан А.Р., Котова Л.С. (1984) Геологическая карта Центральной части Атбашинского хребта, М-ба: 1:50 000. Институт геологии АН Киргизской ССР.
4. Tagiri M., Yano T., Bakirov A., Nakajima T., Uchiyumi S. (1995) Mineral parageneses and metamorphic *P-T* paths of ultrahigh pressure eclogites from Kyrgyzstan Tien-Shan // The Island Arc, Vol. 4, P. 280-292.
5. Бакиров А.Б., Тагири М., Сакиев К.С. (1998) Породы метаморфических фаций сверхвысоких давлений в Тянь-Шане // Геология и геофизика, Т. 39, № 12, С. 1722-1732.
6. Hegner E., Klemd R., Kröner A., Corsini M., Alexeiev D.V., Iaccheri L.M., Zack T., Dulski P., Xia X., Windley B.F. (2010) Mineral ages and *p-t* conditions of late Paleozoic high-pressure eclogite and provenance of mélange sediments from Atbashi in the South Tianshan orogen of Kyrgyzstan // American Journal of Science, Vol. 310, P. 916-950.
7. Satybaev M., Ding L., Takasu A., Bakirov A.B., Sakiev K., Cai F., Orozbaev R., Bakirov A.A., Baslakinov J. (2018) Petrology of metamorphic rocks from the Atbashi Complex, southern Tien-Shan, Kyrgyzstan // Geoscience Frontiers, Vol. 9, P. 1795-1807.
8. Johnson, S.E. (1999) Porphyroblast microstructures: A review of current and future trends. American Mineralogist, Vol. 84, P. 1711-1726.

УДК 551.2 (575.2)

Шилов Герман Германович,  
ст. науч. сотрудник

### ЗОНЫ ДИНАМОМЕТАМОРФИЗМА В КРЫЛЬЯХ КРУПНЫХ РАЗЛОМОВ ТЯНЬ-ШАНЯ

**Аннотация.** В статье рассматриваются факты глубокого метаморфизма горных пород, вызванных длительным воздействием высокого давления и температуры в боковых частях региональных разломов.

**Ключевые слова:** Тянь-Шань, высокое давление, тектоника, метаморфизм.

### ТЯНЬ-ШАНДЫН ИРИ ЖАРАКАЛАРЫНЫН КАНАТТАРЫНДАГЫ ДИНАМОМЕТАМОРФИЗМ ЗОНАЛАРЫ

**Аннотация.** Макалада, региондук жаракалардын каптал жактарындагы бийик басым жана температуранын узак мөөнөттөгү таасиринен келип чыккан тоо тектердин терең метаморфизм фактылары каралган.

**Негизги сөздөр:** Тянь-Шань, бийик басым, тектоника, метаморфизм.

### DYNAMO-METAMORPHISM ZONES IN THE WINGS OF LARGE FAULTS OF THE TIEN-SHAN

**Abstract.** The article considers the facts of deep metamorphism of rocks caused by prolonged exposures to high pressure and temperature in the lateral parts of regional faults.

**Key words:** Tien-Shan, high-pressure, tectonics, metamorphism.

Рассмотрим несколько примеров соотношений метаморфизованных и неметаморфизованных пород, залегающих в непосредственной близости от крупных зон тектонических нарушений Тянь-Шаня. Наблюдения не связаны с темой исследования, а произведены параллельно поисковым работам. Тем неожиданней и плодотворней оказался результат наблюдений. Анализ данных, полученных на разных участках тектонических нарушений и на различных разломах, позволяет сделать вывод о наличии влияния стресс напряжений на степень метаморфических изменений в окружающих разлом породах.

В качестве одного из примеров рассмотрим пункты наблюдений вдоль линии Николаева. После кумторской «сигмоиды» разлом вновь приобретает субширотное направление в долине р. Джаманэчки (Восточный). Наблюдения особенностей метаморфических изменений пород произведены (в условиях 100% обнаженности) по правому водоразделу самого верхне-

го левого притока реки Джаманэчки. Здесь, в нескольких метрах от высшей точки перевала, зафиксированы двуслюдистые (кварц-биотит-мусковитовые) метаморфические сланцы с азимутом падения (350°). Далее, к северу (вкост простирания) прослеживаются слюдистые кварциты с прослоями апокремнистых тонкослонистых кварцитов. Постепенно (вверх по разрезу) снижается степень метаморфизма, в строении толщи появляются ороговикованные глинистые сланцы мутнозеленого цвета и зеленоватые ороговикованные алевролиты.

В 1 километре севернее перевала степень метаморфических изменений пород постепенно уменьшается, и мы наблюдаем зеленоватые рассланцованные алевролиты и глинистые сланцы внешне похожие на таковые породы арабельской свиты ( $O_2ar$ ), геологический возраст которой определен находками фауны брахиопод.

Следующий пункт наблюдения зоны линии Николаева располагается на юго-востоке

озера Сон-Куль, у перевала Тескей-Торпок. Здесь северное крыло разлома сложено пылевидной тектонической брекчией 200-250 м, а далее красноцветными гранитами, значительно брекчированными и осветленными. Южное крыло разлома сложено брекчированными мраморами охристо-белой окраски. Примесь желтого цвета вызвана наличием гидроокислов железа. Термальный метаморфизм приведший к образованию мраморов по известнякам  $D_3-C_1$ , вызван подвижками вдоль линии Николаева. Далее к западу, зона разлома скрыта под современными отложениями на большом расстоянии. Возможно, еще есть пункты, где представится возможность наблюдать породы в разных крыльях разлома.

Рассмотрим несколько примеров вдоль зоны Таласо-Ферганского разлома. Наиболее доступна эта зона в районе перевала Кок-Бель. Северное крыло зоны разлома обнажено в откосе автодороги Токтогул – Каракуль. Здесь, в условиях 100% обнаженности, фиксируются интенсивно брекчированные ортогнейсы розовато-кремоватого цвета. В составе породы основную часть объема занимают пелитизированные полевые шпаты. В меньшей мере присутствует кварц и слюдистые минералы. Минеральный состав отвечает лейкократовым гранитам. Внешний облик породы напоминает гнейсы, образовавшиеся за счет гранитов. Однако, гнейсовидная текстура может быть обусловлена подвижками блоков пород в разных крыльях разлома. Не исключено, что одновременно проявился термальный метаморфизм, вызванный трением в условиях высоких давлений. Этот вопрос требует доработки полевыми наблюдениями и различными анализами каменного материала.

Южное крыло разлома сложено тектонизированными диабазами с линзами мраморов на мощность (120-140 м у самого перевала). Возраст диабазов по аналогии с другими разрезами определяется как живетский. Далее к югу весь правый борт реки Карасу-Восточный (на расстоянии 1-1,5 км в плане) сложен черными глинистыми сланцами силурийского возраста. Сланцы раздроблены до пылевидного состояния, в силу своей малой твердости.

В 4 км к западу от перевала обнажаются тектонически брекчированные известняки ( $D_3-C_1$ ). Порода состоит из угловатых обломков белого мрамора размером 4-7 см сцементированных карбонатным материалом. Упаковка обломков беспорядочная, хотя довольно плотная. Несколько западнее разрез карбонатной толщи удалось изучить подробнее. Тектони-

ческая брекчия сменяется вниз по разрезу рассланцованными до листоватого состояния белыми мраморизованными известняками, среди которых собраны остатки брахиопод, сплюснутых до состояния 5 копеечной монеты. Дальнейшие наблюдения прерваны уровнем воды в чаше Токтогульского водохранилища.

Дальше к западу зона Таласо-Ферганского разлома на расстояние нескольких километров скрыта под современными отложениями. Следующий пункт наблюдения расположен в долине реки Каракульджа, в верховьях ее левого притока Чон-Алмату. Здесь, на водораздельном гребне обнажаются кристаллические сланцы и гнейсы докембрийского (?) возраста. Породы, подстилающие их, скрыты под мощными осыпями.

Высокая степень метаморфизма в верхних слоях таласских толщ вызвала у исследователя Сабдюшева Ш.Ш. [1] сомнения по поводу докембрийского возраста кристаллических сланцев. Ш.Ш. Сабдюшев (вслед за В.А. Николаевым) полагал, что метаморфизм терригенных пород Таласского хребта вызван наличием на глубине крупного интрузивного тела.

Автор статьи считает, что метаморфические преобразования горных пород связаны не только, и не столько с древним возрастом, но и с условиями их дальнейшего преобразования в ходе эволюции Земли и земной коры, в частности.

Исследования стрессметаморфизма в пределах Тянь-Шаня предполагает кропотливую работу с использованием петрологических, геохимических и палеонтологических методов.

Настоящая статья послужит инициативой для привлечения геологической службы к изучению обозначенной проблемы.

#### Литература

1. Сабдюшев Ш.Ш., Коренчук Л.В. «К вопросу о стратиграфии и тектонике докембрия Таласского хребта.» В книге «Формации позднего докембрия и раннего палеозоя Северной Киргизии.» – Фрунзе: Илим, 1967. – С. 105 — 112.



УДК 553.41 - 553.497.2

Дженчураева Розалия Джаманкуловна,  
доктор геолого-минералог. наук, профессор,  
академик НАН КР

Жаанбаева Айзат Абдыманаловна,  
мл. научный сотрудник

### СУРЬМЯНО-РУТУНЫЕ И ЗОЛОТОРУДНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ – КРАЙНИЕ ЧЛЕНЫ ЕДИНОГО НЕПРЕРЫВНОГО РЯДА ДЖАСПЕРОИДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТЯНЬ-ШАНЯ

**Аннотация.** В статье обсуждаются джаспероидные (Карлин-тип) месторождения, являющиеся одним из важнейших мировых поставщиков золота. Они открыты в США, Канаде, Китае и имеют крупные запасы золота. В Кыргызстане джаспероидные месторождения представлены крупными ртутными и сурьмяно-ртутными объектами. Авторы статьи пришли к выводу, что все они составляют единый непрерывный ряд, крайними членами которого являются с одной стороны сурьмяно-ртутные, а с другой – собственно золоторудные месторождения. Промежуточные члены представлены месторождениями с различными соотношениями сурьмы-ртути с золотом.

**Ключевые слова:** Карлин-тип, зоны надвига, джаспероидные брекчии, секущее оруденение, электронное сканирование, золотоносный пирит.

### СУРМА-СЫМАП ЖАНА АЛТЫН КЕНДЕРИ – ТЯНШАНДАГЫ ДЖАСПЕРОИД КЕНДЕРИНИН БИРДИКТҮҮ ҮЗГҮЛТҮКСҮЗ КАТАРЫНЫН ЧЕТКИ МУЧӨЛӨРҮ

**Аннотация.** Ири алтын джаспероид кендери АКШда, Канадада, Кытайда ачылган. Кыргызстанда, алар сымал жана сурма-сымап кендеринин өкүлдөрү. Мындай кендер, бир үзгүлтүксүз катарга таандык болуп эсептелинет жана алтын кендеринен баштап, сурма-сымап кендери менен аяктайт. Бул кендердин аралыктарында, алтын менен ар түрдүү катышта болгон сымал жана сурма кендери жайгашкан.

**Негизги сөздөр:** Карлин-түрү, түртүлгөн зона, джаспероид брекчиялары, кайчылашкан рудалашуу, электрондук сканер, алтын камтыган пирит.

### ANTIMONY-MERCURY AND GOLD DEPOSITS ARE INITIAL AND LAST MEMBERS IN A SINGLE CONTINUOUS ROW OF A JASPEROID ORE DEPOSITS IN TIEN-SHAN

**Abstract.** The article discusses jasperoid (Carlin-type) deposits, which are one of the world's most important gold suppliers. Such deposits were discovered in the USA, Canada, China and have large gold reserves. In Kyrgyzstan, jasperoid deposits are represented by large mercury and antimony-mercury objects. The authors of the article, having studied the metallogeny and the conditions for the formation of such are, on the one hand, antimony-mercury, and on the other, the last member – gold deposits. The intermediate members represented by different ratio of antimony-mercury with gold.

**Key words:** Carlin-type, thrust fault, jasperoid breccia, mineralization, back scattered electronimages, auriferous pyrite.

Золоторудные месторождения Карлин-типа являются одним из важнейших мировых поставщиков золота. С каждым годом в различных регионах мира открываются новые месторождения этого типа. Эти месторождения представляют собой тела с наблюдаемыми процессами гидротермального изменения: декарбонизации, окремнения, сульфидизации и аргиллизации вмещающих углеродистых и карбонатных осадочных пород. Они характеризуются тонкодисперсным золотом в мышьяковом пирите и обогащены элементами Au, As, Pb, Hg, Sb.

Наиболее крупные, ныне разрабатываемые месторождения Карлин-типа, находятся в северной части штата Невада (США) и, по оценкам [1] содержат более 5000 т золота. Это составляет около 8% ежегодного мирового производства золота, которое выводит США

на второе место в мире по производству золота.

На рис. 1 показаны золоторудные тренды: основной пояс Carlintrend с запасами более 3000 т. Юго-западнее, с таким же С-З простиранием протягивается Battle Mountain-Eureka-trend с запасами 1,500 т Au [2]. А севернее и южнее отмеченных выше поясов расположены месторождения субмеридианального простирания Getchelltrend (запасы 600 т Au) и Jerritt Canyon, и Alligator Ridgetrend (45т).

Крупные золоторудные месторождения группы Карлин в штате Невада (Провинция Бассейнов и Хребтов) приурочены к близмеридианальному поясу протяженностью около 1000 км [3], где золото-арсенидные месторождения размещаются в поднадвиговой зоне. Положение данного пояса связано со структурой глубокой проницаемости, которая рассекает Провинцию Бассейнов и Хребтов практически

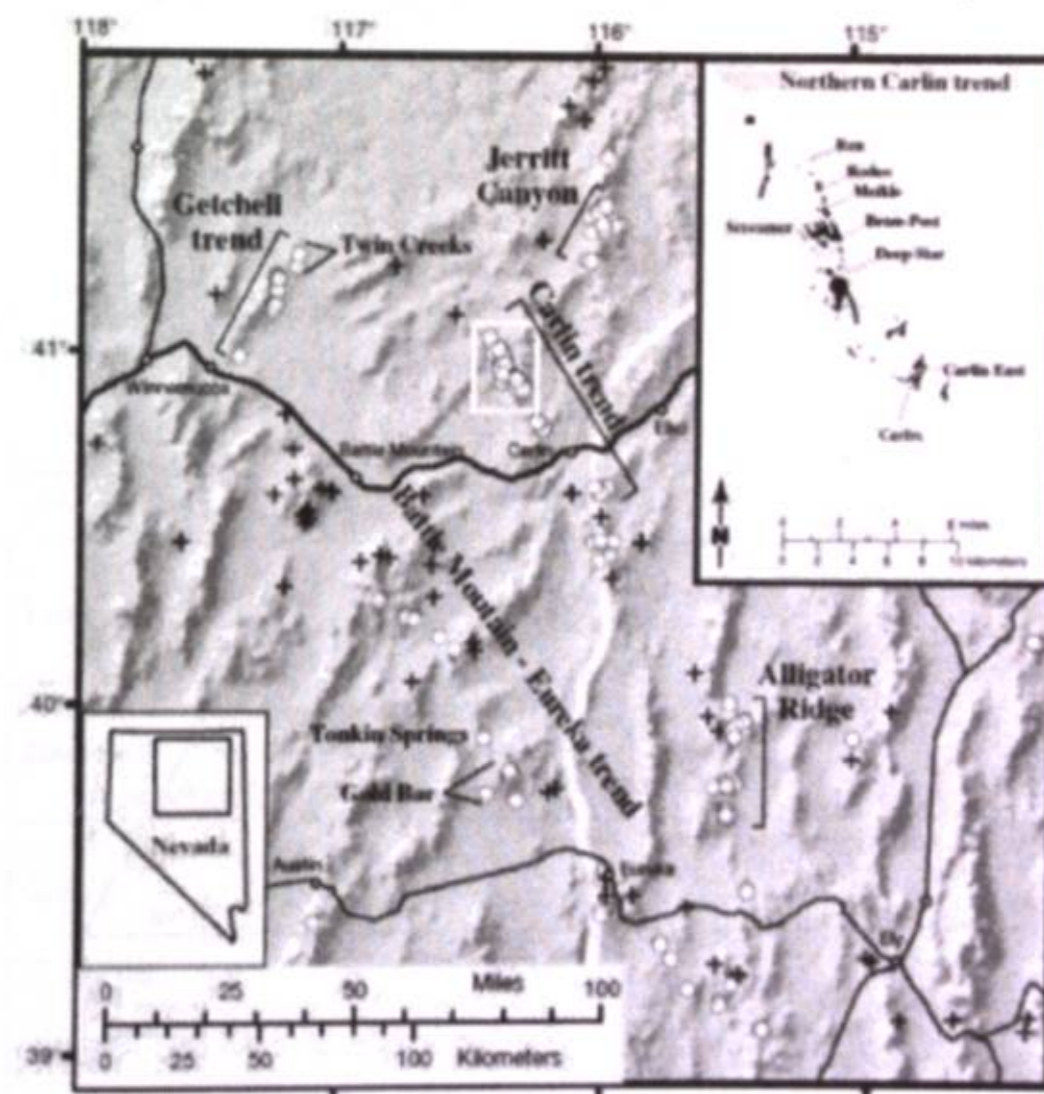


Рис. 1. Цифровая модель рельефа и позиция главных рудных поясов и районов месторождений Карлин-типа (D. Sweetkind, U.S. Geological Survey.)

ски по оси. Месторождения сосредоточены в двух зонах простираения: тренд Карлин и тренд Кортес (Рис.2). Основные добычные работы проводятся в тренде Карлин, который имеет протяженность около 65 км при ширине 8 км. Эти месторождения представлены рудами вкрапленного типа с очень тонкодисперсным золотом в осадочных породах. Формирование

мощной толщи осадочных пород происходило вдоль зоны шельфа и континентального склона. Автохтонные шельфовые силурийские глинисто-карбонатные толщи выступают из-под тектонического покрова. В позднем мезозое произошло формирование складчатых структур и внедрение гранодиоритовых штоков и даек.

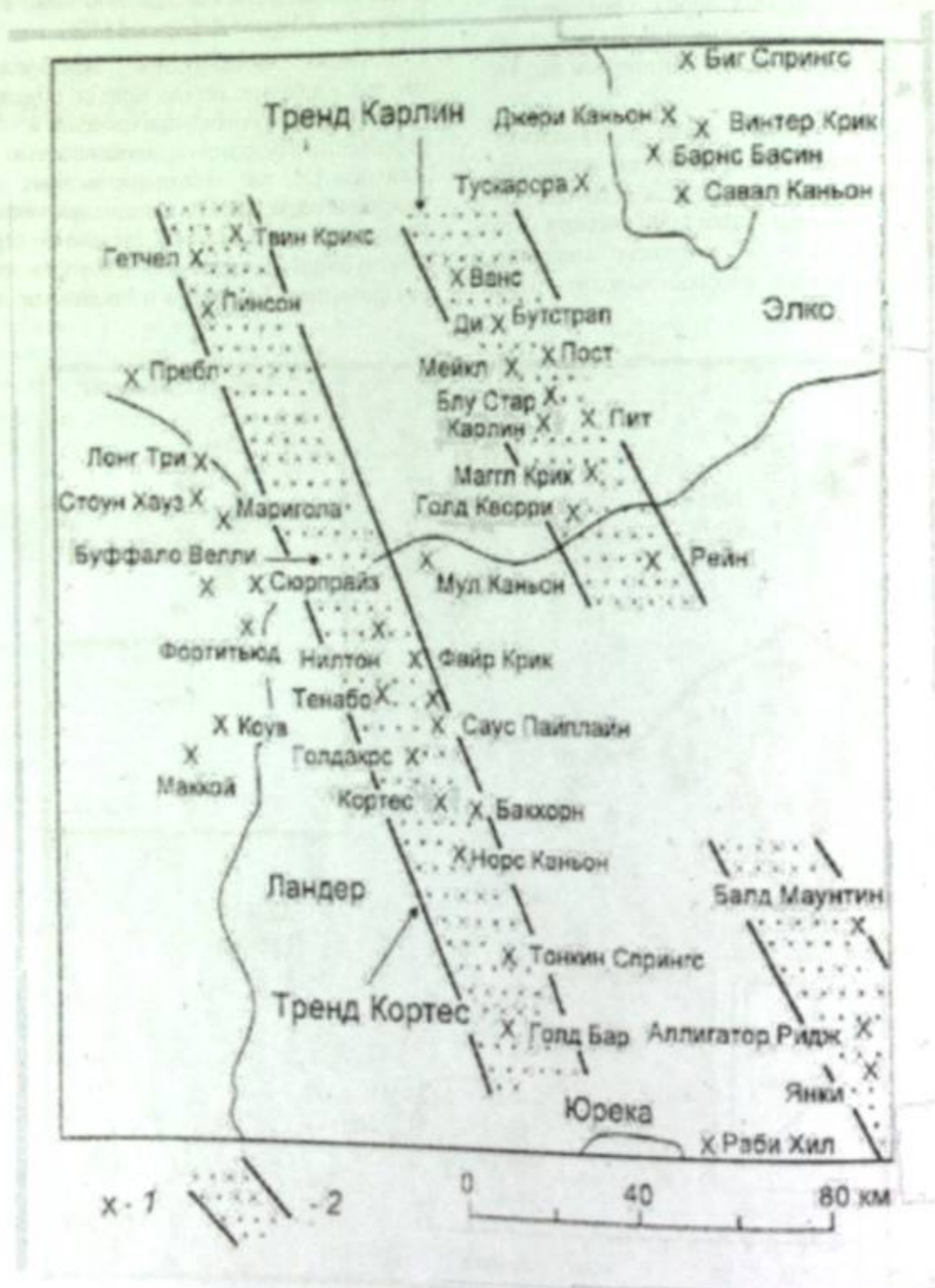


Рис. 2. Схема размещения Карлин и Кортес трендов [3]  
1. Золоторудные месторождения; 2. Тренды месторождений Карлин-типа.

Золотое оруденение сопровождается кварцем, баритом, реальгаром, аурипигментом, пиритом, антимонитом, киноварью, сфалеритом и галенитом. Измененные породы представлены окварцеванием, аргиллизацией и алунитизацией, местами отмечается баритизация. Выделения свободного золота, устанавливаются в рудах только с помощью электронного микроскопа, имеют размеры менее 1 мкм и менее [3].

В процессе эпигенеза углеродистое вещество и золото было переотложено в зоны трещиноватости в виде черных, маслянистых углистых агрегатов, что является хорошим поисковым признаком для данных месторождений и обычно учитывается при поисковых работах.

#### Месторождения Карлин-типа в Канаде

Недавно были открыты аналогичные месторождения Карлин-типа в Юконе (Канада). Минерализация здесь представлена тонкодисперсным золотом, связанным с мышьяковым пиритом, размещенным в известковых алевролитопесчаниках с иловым карбонатом [4]. Присутствует реальгар, аурипигмент, антимонит, флюорит, барит и кварц. Температура

осаждения близка к 225°C. Гидротермальное изменение состоит из декарбонизации, окремнения и аргиллизации. Соотношение Au/Ag обычно 1:1 и выше. Рассеянные элементы П, As, Sb, Ag и в меньшей степени Hg имеют высокую корреляцию с Au. Общие черты этих двух районов весьма схожи по их тектонической истории и геохимии.

#### Месторождения Карлин-типа в Китае

В течение последних двух десятилетий в бассейне Youjiang Южного Китая было обнаружено более 200 месторождений и проявлений Карлин-типа, с мелко дисперсным рассеянным золотом во вмещающих породах [5]. Бассейн Youjiang в КНР стал второй по величине золоторудной провинцией месторождений Карлин-типа после Невады. Он играет важную роль в мировом производстве золота и для Китая, поскольку составляет важную часть китайской добычи золота, и очень перспективен для увеличения производства золота в будущем. Месторождения эти характеризуются относительно однородным распределением тонкого субмикроскопического и видимого золота как в породе, так и в мелких сульфидах (Табл. 1).

Таблица 1

Состав вмещающих пород и руд основных месторождений Карлин-типа в Китае [6]

№	Месторождения	Вмещающие породы	Главные рудные минералы	Главные жильные минералы	Элементы
1	Lannigou	Углеродистые алевролиты, аргиллиты	Пирит, арсенопирит, антимонит, киноварь, реальгар, аурипигмент	Кварц, кальцит, доломит, серицит, иллит, каолин	Au, As, Sb, Hg, П
2	Zimudang	Алевролиты, аргиллиты, алевритистые известняки	Пирит, арсенопирит, реальгар, аурипигмент	Кварц, кальцит, серицит, иллит, каолин	Au, As, П
3	Getang	Окремненные известняковые брекчии, аргиллиты	Пирит, арсенопирит, антимонит, киноварь, реальгар, аурипигмент	Кварц, кальцит, флюорит, иллит, барит	Au, As, Sb, Hg, П
4	Yata	Алевролиты, тонкозернистые аргиллиты	Пирит, арсенопирит, антимонит, марказит, киноварь, реальгар, аурипигмент	Кварц, кальцит, серицит, барит, каолин	Au, As, Sb, Hg, П

5	Banqi	Алевролиты, аргиллиты	Пирит, арсенопирит, антимонит, марказит	Кварц, кальцит, серицит, каолин	Au, As, Sb
6	Baidi	Алевролиты, аргиллиты, мелкозернистые песчаники	Пирит, арсенопирит, антимонит	Кварц, кальцит, серицит, каолин	Au, As, Sb
7	Danzhai	Известковые аргиллиты, алевритистые известняки	Пирит, арсенопирит, антимонит, киноварь	Кварц, кальцит, серицит, каолин	Au, Hg, As, Sb
8	Jinya	Доломитистые аргиллиты, алевритистые доломиты и известняки	Пирит, арсенопирит, антимонит, сфалерит, халькопирит, реальгар, аурипигмент	Кварц, кальцит, доломит, хлорит, иллит, каолин	Au, As, Sb, Cu, П
9	Longhe	Кремнистый аргиллит, алевритистый известняк	Пирит, арсенопирит, киноварь	Кварц, кальцит, серицит, каолин	Au, As, Hg
10	Sijia	Кремнистый алевролит, кремни, диабазы	Пирит, антимонит, киноварь	Кварц, кальцит, серицит	Au, Hg, Sb
11	Mingshan	Аргиллит, алевритистый известняк, мелкозернистый песчаник	Пирит, арсенопирит, киноварь, сфалерит, галенит, халькопирит	Кварц, кальцит, серицит	Au, As, П
12	Gaolong	Известковый аргиллит, известковый алевролит	Пирит, антимонит, киноварь	Кварц, кальцит, серицит, иллит	Au, Sb, Hg
13	Gedang	Углеродистый алевролит, аргиллит	Пирит, арсенопирит, антимонит, марказит, сфалерит, халькопирит	Кварц, кальцит, барит, серицит, иллит	Au, As, Sb, П
14	Qiao-qiaoshang	Алевритистые сланцы, пелитовый алевролит, песчаник	Пирит, арсенопирит, антимонит, реальгар	Кварц, кальцит, серицит	Au, As, Sb
15	Dongbeizhai	Известковистый алевролит, сланец углеродистый	Пирит, арсенопирит, антимонит, реальгар	Кварц, кальцит, серицит, каолин	Au, As, Sb, П
16	Lianhecun	Пелитовый алевролит, гранит-порфиры	Пирит, арсенопирит, антимонит, киноварь, реальгар	Кварц, кальцит, серицит, каолин, барит, гипс	Au, As, Sb, Hg, П
17	Manaoke	Алевролит, алевритистый известняк	Пирит, арсенопирит, антимонит, реальгар	Кварц, кальцит, серицит, хлорит	Au, Sb

18	Laerma	Кремнисто-углеродистый сланец, дацитовый порфирит	Пирит, антимонит, киноварь	Кварц, кальцит, серицит, барит	Au, Sb, Hg, Se
19	Pingding	Углеродистый сланец, кремни и брекчия	Пирит, антимонит, киноварь, реальгар, аурипигмент, реальгар	Кварц, кальцит, серицит	Au, As, Sb, Hg
20	Qiuluo	Углеродистый сланец, пелитовый алевролит, песчаник	Пирит, антимонит, арсенопирит, халькопирит	Кварц, кальцит, серицит, хлорит	Au, As, Sb, П
21	Gaojiaao	Пелитовый алевролит, алевритистый аргиллит	Пирит, арсенопирит, антимонит, сфалерит, халькопирит	Кварц, кальцит, серицит, барит	Au, As, Sb, W
22	Shuiyindong	Биокластический известняк, аргиллит известковистый алевролит	Пирит, арсенопирит, марказит, аурипигмент, реальгар, антимонит	Кварц, кальцит, доломит, глинистые минералы	Au, As, П

Мезозойские низкотемпературные месторождения расположены на юге Китая в блоке Янцзы [7], гигантского низкотемпературного металлогенического домена, охватывающего площадь около 500 000 км<sup>2</sup>.

Металлотектоника домена Янцзы варьирует в широких пределах и характеризуется присутствием вулканических поясов, гранитных куполов глубинных разломов, зон расщепления, тафrogenных трогов и неглубоких взбросовых и сбросовых зон нарушений [8, 9, 10]. Он представлен металлогеническими провинциями Chuan-Dian-Qian, Youjiang и Xiangzhong. Золоторудные Карлин-типа и жильные сурьмяно-ртутные с мышьяком месторождения локализируются в двух провинциях Youjiang и Xiangzhong. Возраст первых определяется в 200-230 млн. лет, а жильные – 130-160 млн. лет, что соответствует Индосинию (триас) и яншанскому орогенезу (от юры до мела). Авторы считают, что Индосинийский орогенез был ключевым фактором в появлении металлогенической структуры с низкотемпературными месторождениями.

Благодаря расширению геолого-разведочных работ в последние годы в регионах юго-за-

падной провинции Guizhou и Северо-Западного GuangxiZhuang автономного района Китая были обнаружены новые месторождения с тонко дисперсным золотом, которое локализуется непосредственно в диабазах или в контактовой зоне между диабазом и вмещающими породами. Рудные тела четко контролируются разрывными структурами [11, 12]. Открытие такого рода месторождений золота дало новые перспективы для разведки золоторудных месторождений в регионе Yunnan-Guizhou-Guangxi, именуемый как «Золотой треугольник».

#### Месторождения Южного Тянь-Шаня

На территории Кыргызстана в Туркестано-Алайском металлогеническом поясе широко распространены «амагматические» сурьмяно-ртутные с примесью золота и золото-сурьмяные месторождения, приуроченные к минерализованным поднадвиговым зонам дробления (джаспероидам) и секущим нарушениям в углеродистых сланцах, терригенно-карбонатных и метаморфических породах (Рис 3, Табл.2). Золото как попутный компонент присутствует в сурьмяно-ртутных и сурьмяных месторождениях (Хайларкан, Кадамжай, Чаувай, Чонкой, Абшир, Карабий, Аксай и др.).

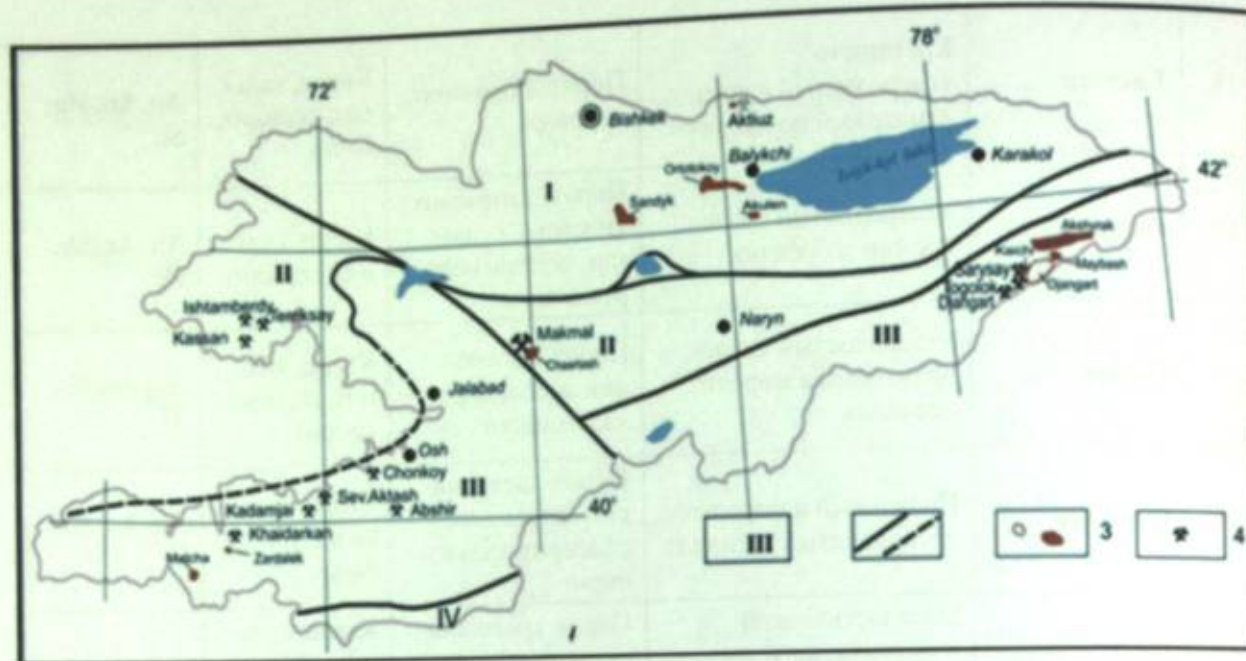


Рис. 3. Схема размещения сурьмяно-ртутных и золото-сурьмяных месторождений в западной части Кыргызстана.

Таблица 2

Литология и минеральный состав основных Au-As-Tl-Sb-Hg месторождений Южного Тянь-Шаня

N	Месторождения	Вмещающие породы	Рудные минералы	Жильные минералы	Ассоциация элементов
1	Хайдаркан	Известняки, пелитовые сланцы, песчаники, углистые сланцы	Киноварь, антимонит, гематит, арсенопирит, пирит, халькопирит, реальгар, аурипигмент, метациннабарит, гетчеллит, галхаит, хайдарканит	Кварц, флюорит, кальцит, серицит, барит, иллит, каолин	Au- Sb-Hg флюорит
2	Чаувай	Известняки, пелитовые сланцы, углистые сланцы	Киноварь, антимонит, пирит, арсенопирит, халькопирит, реальгар, аурипигмент, метациннабарит, гетчеллит, галхаит, хайдарканит, акташит	Кварц, флюорит, кальцит, барит	Au-As-Tl-Sb-Hg, флюорит барит
3	Кадамжай	Пелитовые сланцы, известняки, доломиты, песчаники, углистые сланцы	Антимонит, пирит, марказит, халькопирит, реальгар, аурипигмент, сфалерит, галенит	Кварц, флюорит, кальцит, барит, каолин, серицит, гипс	Au -Tl-Hg-Sb

4	Чонкой	Известняки, доломиты, песчаники, углистые сланцы	Антимонит, пирит, марказит арсенопирит, халькопирит, гематит, реальгар, аурипигмент	Кварц, барит, флюорит, кальцит, глинистые минералы	Au-As-Tl-Hg
5	Шамбесай	Известняки, доломиты, песчаники, сланцы	Пирит, арсенопирит, реальгар, аурипигмент, марказит	Кварц, барит, кальцит, глинистые минералы	Au-As-Tl
6	Обдылла	Известняки, доломиты, песчаники, сланцы	Пирит, арсенопирит, реальгар, аурипигмент, марказит, антимонит	Кварц, барит, кальцит, глинистые минералы	Au-As-Tl-Hg
7	Абшир	Известняки, алевриты, песчаники, сланцы	Пирит, арсенопирит, халькопирит, антимонит, сфалерит, марказит, реальгар	Кварц, барит, кальцит, глинистые минералы	Au-Sb- As-Tl-Hg

После закрытия Туркестанского палеоокеана и последующих коллизионных процессов ( $C_3-P_1$ ) наступил внутриплитный этап ( $P_2-T_1$ ) с формированием рифтовых структур и систем узких грабен, которые заполнялись субщелочными базальтами и андезитами. Интрузивные породы представлены субщелочными и щелочными гранитами и сиенитами. Термин «джаспероид», применяемый в Неваде, относится к интенсивно окремненным породам, которые подверглись эпигенетическому окремнению ранее литифицированной вмещающей породы [13].

Д. Кирвин с соавторами [14], изучая сурьмяно-ртутные и золотосодержащие месторождения Хайдаркан, Кадамжай, Чаувай и Чонкой юга Кыргызстана, проводит аналогию их с месторождениями Карлин-типа штата Невада по их геологической и тектонической обстановке, широкому присутствию джаспероидов и декальцификации вмещающих карбонатных пород, ассоциации элементов, тонкодисперсному золоту в мильяковом пирите и др. Однако, при этом Д. Кирвин подчеркивает важную существующую отличительную особенность месторождений штата Невада – это их гигантский золотой запас, который до сих пор пока не повторяется в других районах мира.

В геологическом строении сурьмяно-ртутных и золото-сурьмяных месторождений Южного Тянь-Шаня наблюдается большое

сходство. На месторождении Кадамжай (рис. 4) автохтонный тектонический блок сложен доломитами, известняками, песчаниками и сланцами ( $D_1-C_1$ ) и перекрывается олигоценом с углеродистой матрицей толубайской свиты ( $C_2$ ). Аллохтонный блок представлен силурийскими турбидитами (сланцы и песчаники) и перекрывается нижнедевонскими конгломератами, песчаниками и сланцами. Меланж развивается вдоль основного надвига, матрикс которого представлен черными сланцами ландоверийского возраста ( $S_1$ ). Вся зона надвига и все лежащие в основе и перекрывающие осадочные породы смяты в куполообразные складки, которые разбиты вертикальными зонами нарушений [16]. Минерализация развита в основном в джаспероидах, которые локализованы вдоль надвигового контакта. Джаспероиды представлены угловатыми фрагментами окремненных сланцев и известняков. Джаспероидные брекчи имеют максимальную мощность в шарнирах антиклинальных складок и обычно уменьшается на их крыльях.

#### Месторождение Абшир

Помимо отмеченных выше сурьмяных и сурьмяно-ртутных месторождений в этом же сегменте находится ряд рудопроявлений и месторождений аналогичного генезиса с более высокими содержаниями золота. Площадь сурьмяно-флюоритового месторождения Абшир (Рис.5) сложена терригенно-кремнисто-угле-

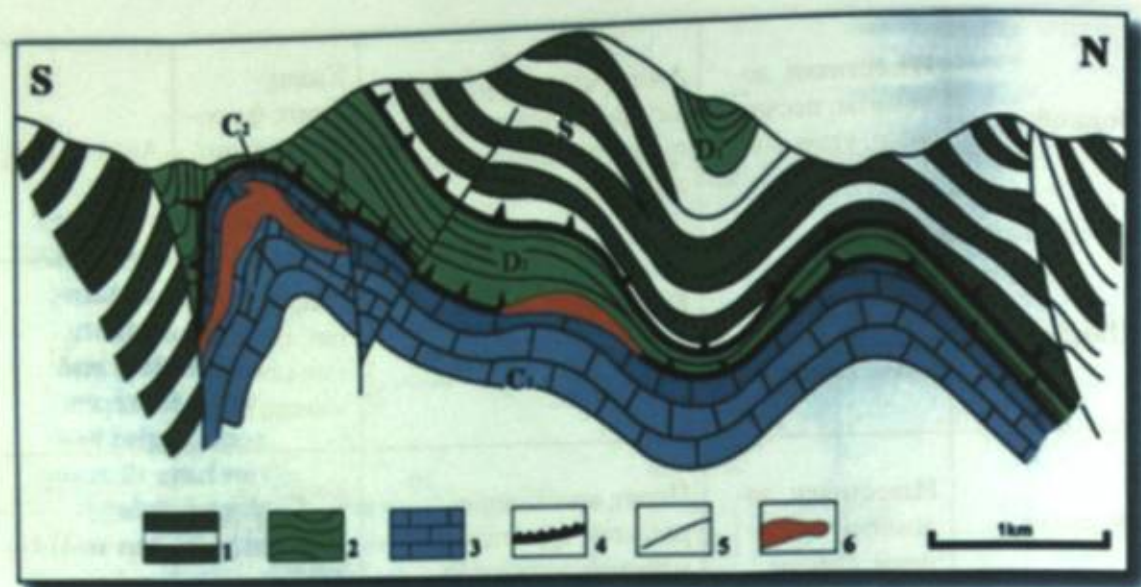


Рис. 4. Геологический разрез через месторождение Кадамжай [15]  
 1. Песчаники и сланцы (S); 2. Сланцы с прослоями песчаников и конгломератов (D);  
 3. Массивные известняки (C); 4. Надвиги. 5. Разломы. 6. Рудная джаспероидная брекчия [14].

родистыми отложениями тегермачской свиты ( $S_{1,2}$ ), слагающей аллохтонный структурный комплекс рудного поля [17].

В эрозионных окнах, под Тегермачским надвигом, обнажаются автохтонные карбонатные и терригенные отложения представленные мраморизованными известняками газской ( $C_{1,2}$ ) и пыркафской ( $C_2$ ) свит, перекрытые с разрывом флишовой толщей толубайской свиты ( $C_2$ ). Покровно-складчатый комплекс пород среднего и верхнего палеозоя прорван гранитоидами Кичикалайского массива ( $P_1$ ). На поверхности он проявлен мелкими апофизами и дайками гранодиоритовых порфиритов, кварцевых диоритов. В экзоконтакте кровельной части Кичикалайского массива формируются кварц-биотит-кордиеритовые роговики и зоны скарирования. Тектониты, выполняющие зоны разломов, часто окварцованы и сульфидизированы. На площади месторождения широко развиты штоки и дайки кварцевых диоритовых порфиритов, спессартитов и керсантитов чалкуйрюкского вулканоплутонического комплекса ( $P_1$ ).

Определяющая роль в локализации оруденения принадлежит Тегермачскому надвигу, который охватывает обширную территорию. Рудовмещающей структурой является тектонизированный контакт известняков и флиш-олистостромовых образований среднего карбона вблизи зоны надвига.

Джаспероиды и кварцевые брекчи образовались на границе карбонатных и терригенных пород, а также под Тегермачским покровом в результате выноса карбонатного материала из обломков брекчий и милонитизированных пород тектонитов с последующим замещением декарбонатизированного материала метасоматическим кремнеземом. Наиболее богатое оруденение приурочено к сводовым частям антиклинальных структур в зонах пересечения их субширотными разломами.

Золотое оруденение на месторождении представлено двумя основными типами: сурьмяным золотосодержащим пластовым и золото-кварц-арсенопиритовым жильным. Основной объем золотого оруденения заключен в кварцевых и кварц-алевролитовых брекчиях, джаспероидах, и над-джаспероидных алевролитах. Содержание золота в сурьмяно рудных джаспероидах достигает 3,5 г/т, серебра - 16,2 г/т, мышьяка - 0,039 %.

Золотое оруденение в над-джаспероидных-тектонизированных алевролитах размещено в ореолах слабого окварцевания и тонко вкрапленной рассеянной минерализации пирита. Последняя образует ореолы в сводовых частях мелких антиклинальных структур и тяготеет к обогащенным углеродистым веществам прослоям. В над-джаспероидных алевролитах на участке Южный Капчигай концентрации золота достигают 6,8 г/т. На участке Булаг подчти-

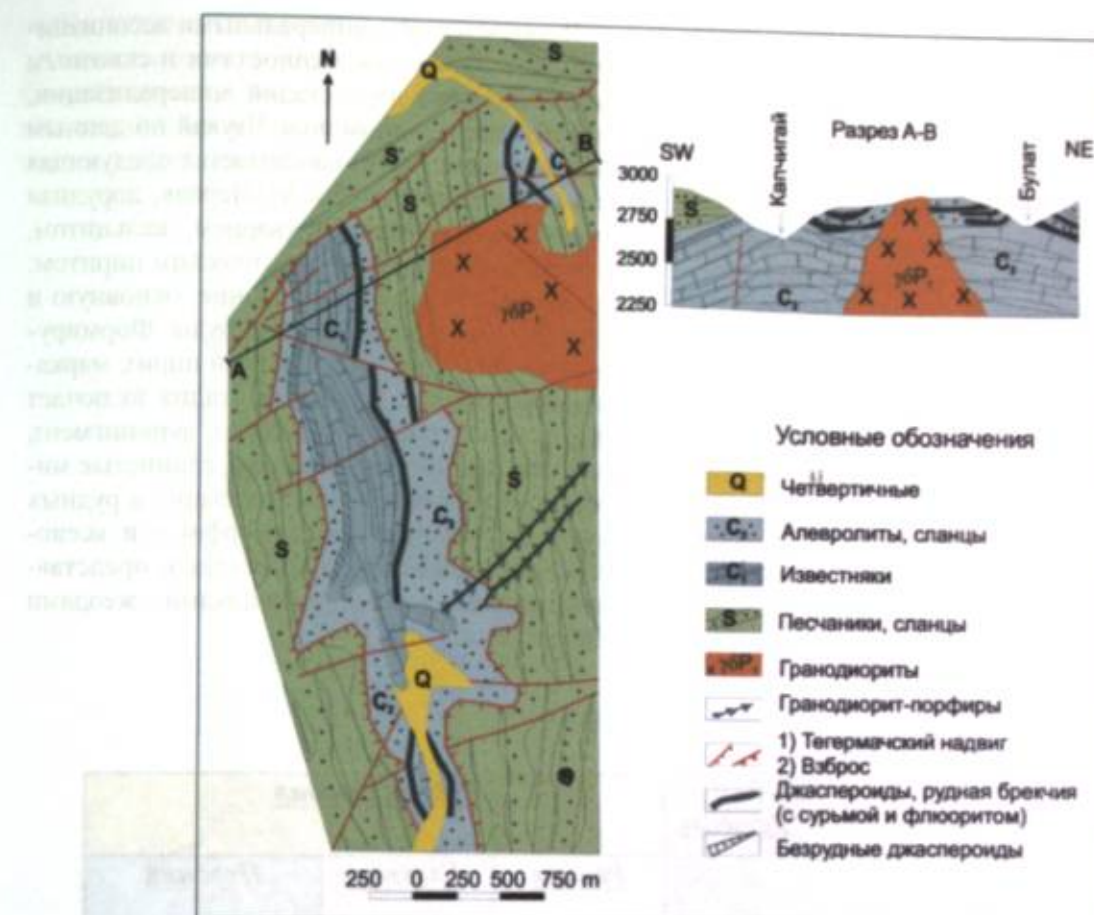


Рис. 5. Геологическая схема и разрез месторождения Абшир [15].

таны запасы золота в трех блоках в количестве 145 кг.

Оруденение в крутопадающих минерализованных зонах кварц-пирит – арсенопиритового состава представлено 6 рудоносными структурами секущего типа. Они имеют незначительную мощность от 0.2 м до 1.0 м, а их протяженность не превышает первые метры. Содержание золота обычно 1-5 г/т, местами достигает 20 г/т.

#### Чаувайское рудное поле

Чаувайское рудное поле состоит из ряда участков и протягивается на 20 км с востока на запад вдоль контакта между известняками и сланцевой олистостромой толубайской свиты ( $C_{2,m}$ ). Мощность сланцев с крупными известняковыми блоками олистостромы колеблется от 50 до 300 м. Эти породы перекрываются надвиговым меланжем силурийских углеродистых сланцев. Геологическое строение рудного поля довольно сложное и нарушено многочисленными зонами разломов, которые создают структуру типа битой тарелки.

На западном фланге Чаувайской структуры находятся недавно открытые золоторудные месторождения Обдилла и Шамбесай [14, 18].

Наблюдаемая тектоно-стратиграфическая позиция и совокупность характерных признаков (изменения пород, элементное и минеральное сходство) этих объектов аналогична месторождениям Карлин-типа. Минеральный состав представлен пиритом, арсенопиритом, марказитом, антимонитом, киноварью, реальгаром, аурипигментом, гетчеллитом, галханитом, акташитом и жильными: кварцем, кальцитом, флюоритом, баритом, иллитом, каолинитом, серицитом, гипсом. Декарбонатизация, окремнение, сульфидизация и аргиллизация являются основными процессами изменения осадочных вмещающих пород большинства участков Чаувайского рудного поля. Ранняя декарбонатизация пород проявлена от частичного до сильного карбонатного выщелачивания известняков. Во время декарбонатизации известняков они подвергаются брекчированию, осветлению, окремнению и сульфидизации.

Последующий процесс изменения представлен обширным гидротермальным окварцеванием. Известковые осадочные породы рудного поля подвергаются от слабого, умеренного и до полного окремнения и джасперидизации. Разновозрастный пирит, арсенопирит, киноварь, антимонит и другие сульфиды и сульфосоли участвуют в дорудном процессе, и в ранних, основных и поздних стадиях рудной минерализации. Пирит наиболее важный минерал имеет сингенетическое, диагенетическое и гидротермальное происхождение. Марказит и арсенопирит в сравнении с пиритом – более редкие минералы. Они предпочтительно связываются с гидротермальным пиритом. Сульфиды и сульфосоли поздней стадии представлены киноварью, антимонитом, аурипигментом, реальгаром.

Аргиллизация характеризуется присутствием серицита, иллита и каолинита.

В соответствии с минеральными ассоциациями, текстурными особенностями и сквозным поведением руд двух стадий минерализации, выделенных в рудном поле Чаувай по данным А.Жаанбаевой (2018) наблюдается следующая последовательность (Рис.6). Первая, дорудная стадия, представленная кварцем, кальцитом, сингенетическим и диагенетическим пиритом; вторая стадия делится на ранние, основную и поздние этапы формирования руды. Формируются кварц, пирит, мышьяковый пирит, марказит, арсенопирит, а поздняя стадия включает кварц, кальцит, флюорит, барит, аурипигмент, реальгар, антимонит, киноварь, глинистые минералы. Сульфидная минерализация в рудных зонах наблюдается в идиоморфных и ксеноморфных выделениях в агрегатах и представлена линзами, жилами, прожилками с жеодами и полостями.

Чаувайское рудное поле		Дорудная	Рудная стадия		
			Ранняя	Главная	Поздняя
Изменен.	Декарбонатизация				
	Окремнение				
	Сульфидизация				
	Аргиллизация				
Минеральные ассоциации	Кварц				
	Пирит				
	Марказит				
	Арсенопирит				
	Золото				
	Киноварь				
	Антимонит				
	Аурипигмент				
	Реальгар				
	Флюорит				
	Кальцит				
	Барит				

Рис.6. Парагенетическая последовательность формирования минеральных ассоциаций для рудного поля Чаувай.

Детальная оптическая и сканирующая электронная микроскопия, выполненная А.Жаанбаевой, показала (Рис. 7,8) различные поколения пирита: сингенетичный фрамбоидальный пирит; диагенетический нодулярный (радиаль-

ный), губчатый, гиблидоморфный и идиоморфный кубический, и As – содержащий пирит.

**Сингенетичный пирит.** Этот тип пирита имеет овальные кристаллические кластеры диаметром <0,5 мм, которые в основном встреча-

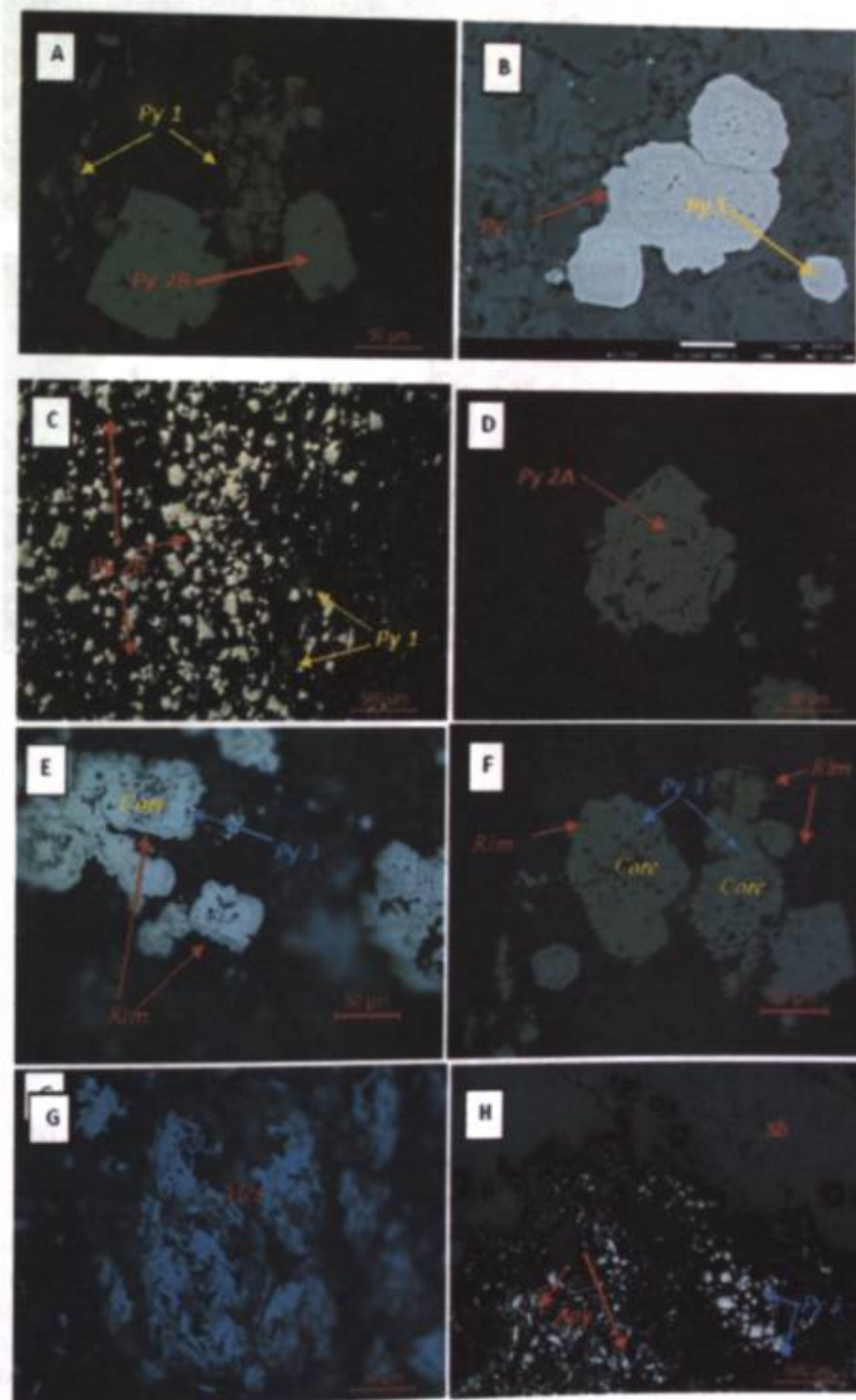


Рис.7. Оптические микроскопические снимки

А) фрамбоидальный пирит – Py 1, диагенетический угловатый – Py 2B; В) в отраженных электронах (BSE) снимок фрамбоидального пирита – Py 1, который прорастает поздним диагенетическим пиритом; С) Мелкозернистый фрамбоидальный пирит – Py 1, диагенетический угловатый и кубический – Py 2B; D) Мелкозернистый фрамбоидальный пирит – Py 1, диагенетический угловатый и кубический – Py 2A; E) гидротермальный пирит – Py 3, с ядром и As-содержащей оболочкой; F) гидротермальный пирит – Py 3, с ядром и As-содержащей оболочкой; G) марказит – Mcs; H) арсенопирит, антимонит и гидротермальный пирит.

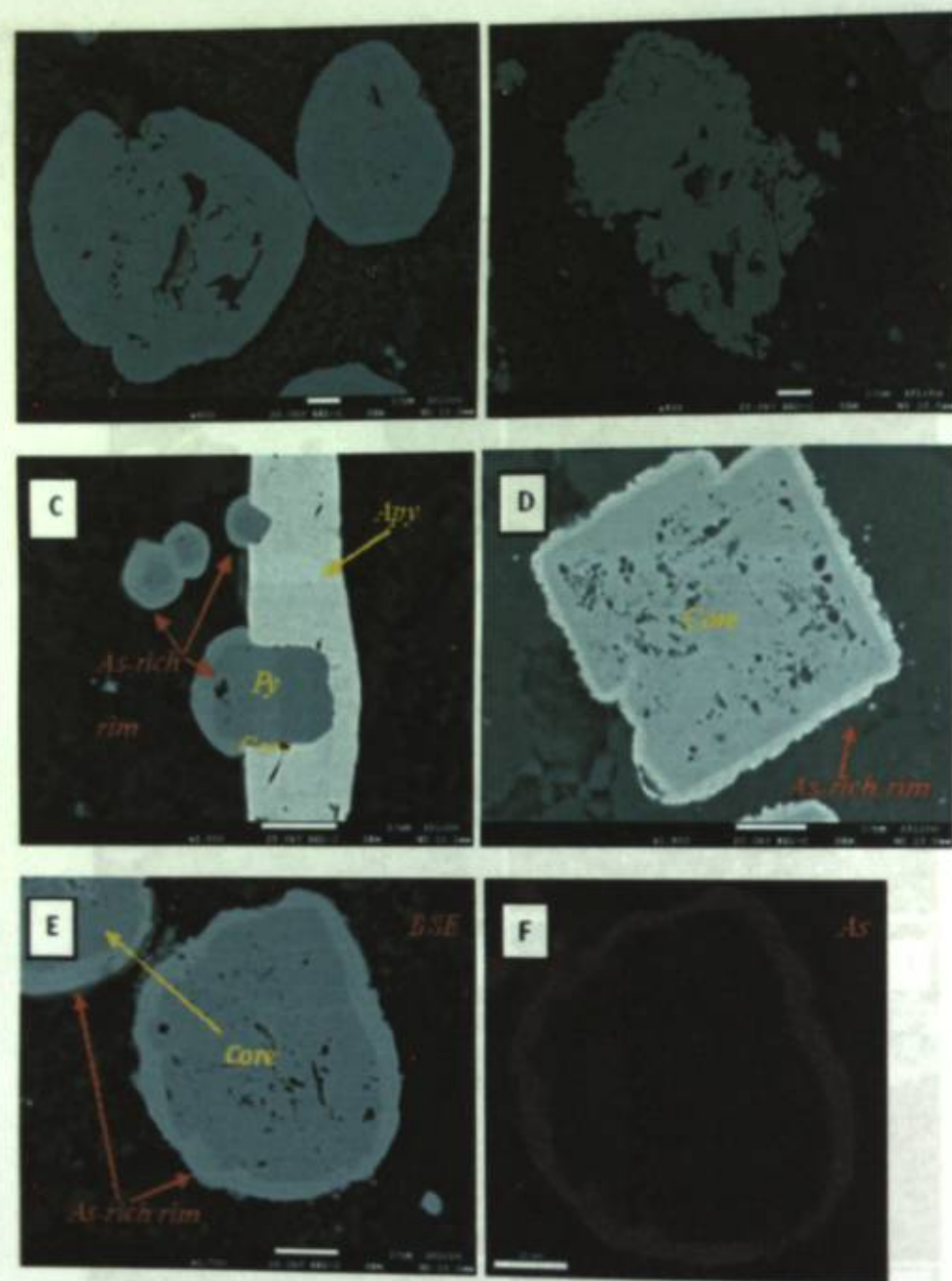


Рис. 8. Снимок в отраженных электронах показывает текстуру мышьякового пирита (Py 3) месторождения Чаувай (A, B, C, D, E).

ются в подстилающих неизменных вмещающих породах. Это первое поколение пирита, наблюдаемое на месторождении Чаувай, было классифицировано как пирит 1 в минеральной парагенетической последовательности. Предполагается [19], что фромбондальный пирит быстро зарождается при низких температурах и по происхождению является в основном сингенетическим.

**Диagenетический пирит.** Нодулярный (радиальный) и губчатый пирит (2A) представлен желваками диаметром > 150 мкм и, в основном, с внешней каймой. Этот тип пирита встречается

редко по сравнению с гипидiomорфным и идиоморфным пиритом (2B), который по форме в основном кубический и угловатый, размер диаметра > 200 мкм, некоторые с пористой текстурой. Оба пирита 2A и 2B являются диагенетическими.

**Гидротермальный пирит.** Наиболее важным среди всех разновидностей пирита является пирит с ядерной сердцевиной и As - содержащей каймой вокруг. Богатый мышьяком пирит, Fe (S, As), обычно называемый «мышьяковым-пиритом», содержит As и в меньших, но важных количествах Au и других рассеян-

ных металлов, таких как Sb, Hg, Ni, Co, Cu, Tl, Ag, Zn, W, U, Pb, Bi, Se и Te [20]. Мышьяковый пирит является основным золотосодержащим минералом и формируется во время гидротермальных процессов. Наночастицы и субмикроскопические частицы Au в основном появляются в кавернах мышьякового пирита и в кварцевых пустотах и, предположительно, пиритизация такого типа и окремнение происходят на стадии основной минерализации. Мышьяковый пирит из месторождения Чаувай имеет четкие зональные текстуры, идентичные пириту золоторудных месторождений Карлина в штате Невада и Южно-Китайских. Богатые мышьяком внешние оболочки, обычно имеют толщину более 30 мкм, а сердцевина пирита бедна. Золото появляется в мышьяковых пиритных каемках, включая наночастицы, которые по форме являются невидимыми. Подобные зерна пирита с обогащенными мышьяком зонами являются классическими представителями мирового класса месторождений Карлин-типа.

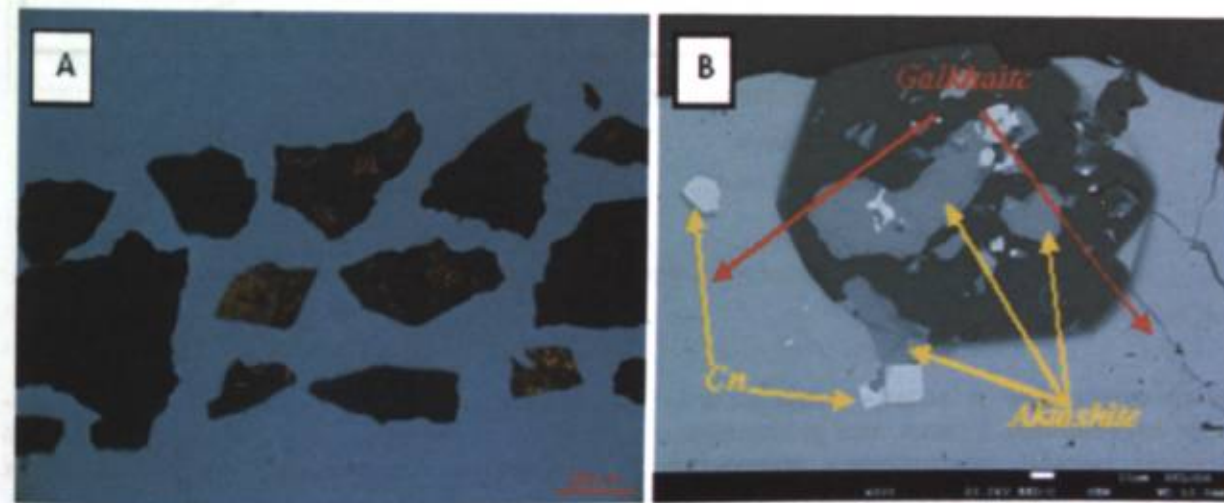


Рис. 9. А) Оптический микроскопический снимок темно-оранжевого галхаита из месторождения Чаувай; В) Снимок галхаита в отраженных электронах (BSE) из месторождения Чаувай.

**Аурипигмент и реальгар** месторождения Чаувай появляются в кавернах и жилах, обычно связанных с глинистыми минералами и крупнозернистым кальцитом, являющегося цементом гидротермальных брекчий. Пржилки имеют размер до 2 мм, жилы до 6 см. Реальгар и аурипигмент широко распространены, в восточной части месторождения Чаувай (участок Чип-Таш). Реальгар и аурипигмент иногда ассоциируют с антимонитом.

Крупнозернистая киноварь размещена в основном в джаспероидных брекчиях вдоль кон-

**Марказит** присутствует в основном совместно с пиритом и в некоторых местах может быть покрыт мышьяком. **Арсенопирит** представляет собой редкий минерал в рудном поле по сравнению с пиритом и обычно встречается в форме идиоморфных таблитчатых кристаллов или в виде ксеноморфных прорастаний пирита и марказита. **Галхаит** (Cs, Tl) (Hg, Cu, Zn)<sub>6</sub>(As, Sb)<sub>4</sub>S<sub>12</sub> является очень редким минералом во всем мире, как правило, появляется в низкотемпературных гидротермальных месторождениях. Он был найден в Гал-Хая (Якутия); в Чаувае и Хайдаркане, (Кыргызстан); в Getchell, Carlin, Elko, Canyon, Rodeo и Goldstrike (штат Невада) и в нескольких других местах мира. Галхаит, ассоциирует с флюоритом, кварцем, кальцитом, пиритом и различными сульфидами Hg, Sb и As, такие как киноварь, метациннабарит, антимонит, реальгар, гетчеллит, аурипигмент, вакабаясилит, акташит [21]. На месторождении Чаувай (Рис.9) галхаит представлен кубическими кристаллами оранжевого цвета размером до 1 см.

такта зон Алайских известняков и толубайской свиты. **Флюорит** фиолетового и зеленого цвета, как и киноварь встречается в зонах контакта и в известняках. Как и реальгар с аурипигментом, флюорит служит цементом брекчий.

#### Месторождения Срединного Тянь-Шаня

В Срединном Тянь-Шане в бассейне реки Кассансай (южный склон Чаткальского хребта) в древних метаморфических породах расположены месторождения (Рис. 10, Табл.3) с





3	Чапчама	Кварц-сланцевые и амфиболовые сланцы, мраморы	Пирит, золото, арсенопирит, галенит, халькопирит, реальгар, аурипигмент, марказит, антимонит	Кварц, анкерит, барит, кальцит, глинистые минералы	Au-As- Sb- Ag-Hg
4	Кассансай	Кварц-сланцевые и амфиболовые сланцы, мраморы	Пирит, золото, арсенопирит, галенит, халькопирит, реальгар, аурипигмент, марказит, антимонит	Кварц, анкерит, барит, кальцит, глинистые минералы	Au-As- Sb- Ag-Hg
5	Терек	Кварц-сланцевые сланцы, мраморы, песчаники, сланцы	Пирит, арсенопирит, сфалерит, марказит, антимонит, блеклая руда, сульфид антимонит свинца	Кварц, барит, кальцит, глинистые минералы	Au-As-Sb- Zn- Pb-Hg
6	Шалдыр	Мраморы, кварц-биотитовые сланцы, песчаники	Пирит, арсенопирит, марказит, антимонит	Кварц, барит, кальцит, глинистые минералы	Sb- As- Pb- Hg (Au)

Месторождение Перевальное разведано шестью штольневыми горизонтами по категориям запасов С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub>. Балансовые запасы золота при содержаниях 7,44-10,22 г/т составляют 7,502 т, забалансовые – при содержаниях 3,14-4,05 г/т составляют 1,405 т. Кроме золота в руде установлены серебро (1г/т), селен (0,5г/т), теллур (0,35г/т), сера (1,88%). Мышьяк в руде составляет 0,98-1,95 %, в концентрате – 3-4 %.

Минерализация пирит-арсенопиритового состава проявляется преимущественно в сланцах, в то время как в плагиогранитах она развита слабее. Она претерпела последующие подвижки по субширотному разлому, в результате чего рудные тела превращены в тонкопосчатые милониты. На фоне милонитизированных пород выделяются реликты первичных руд массивного сложения.

Околорудные изменения вмещающих пород представлены березитизацией, аргиллизацией, окварцеванием и анкеритизацией. В рудном процессе выделено шесть стадий минерализации: кварц-хлоритовая (дорудная), кварц-пирит-арсенопиритовая (главная продуктивная), кварц-пирит-сульфосольная, золото-антимонит-блеклорудная, золото-кварцевая, кальцит-киноварная.

Пирит-арсенопиритовый тип руд является преобладающим, он представлен мелкозернистыми массивными и пятнистыми рудами. Минеральный состав руд месторождения Перевальное довольно прост. Наиболее распро-

странены – арсенопирит, пирит, анкерит, сфалерит.

Площадным сканированием поверхности шлифов на рентгеноспектральном анализаторе «Сатеса» MS-46 было установлено, что частицы золота в арсенопирите имеют субмикронные размеры (0,1 мкм) и приурочены к плоскостям зон роста кристаллов. Золото образует тонкие пленки и частицы по зонам роста, имеющие четкие границы. Анализ золото-пирит-арсенопиритовых руд месторождения Перевальное, выполненный Чаткальской геологической экспедицией, показал наличие тесной связи золота с мышьяком: при увеличении содержания мышьяка пропорционально увеличивается содержание золота. Анализ мономинерального арсенопирита показывают содержания золота от 200 г/т до 700 г/т, а в единичных пробах – до 1400 г/т. Коэффициент корреляции золота с мышьяком составляет 0,89, в то время как корреляция золота с серебром отсутствует [16]. Золото по данным Центральной лаборатории Агентства по геологии и минеральным ресурсам распределяется следующим образом: в породе – 2,9 %, в сульфидах – 85,7 %, в свободном состоянии – 2,8 %.

Таким образом, на месторождении Перевальное продуктивными на золото являются кварц-пирит-арсенопиритовая и анкерит-арсенопиритовая парагенетические минеральные ассоциации. Максимальная золотоносность установлена для кварц-пи-

рит-арсенопиритовых руд, определяющих как основной минеральный тип руд, так и промышленную ценность объекта.

Месторождение Терек расположено в Большой Терекской брахиантиклинали в пределах брекчиевого горизонта, основанием которого являются мраморы терекской свиты, а перекрывающими – горизонт переходной пачки карбонатизированных сланцев и кварц-сланцево-полевошпатовых сланцев семизсайской свиты. Рудные тела имеют форму пластовой, межформационной залежи в пределах джаспероидного горизонта. Минеральный состав: кварц, барит, кальцит, пирит, марказит, сульфосоли свинца и меди, сфалерит, арсенопирит. Пирит в рудах преобладает.

Основные сурьмяные руды находятся в лжачем боку, в то время как золоторудные тела тяготеют к висячему боку (Рис. 12). Интенсив-

ное окварцевание наблюдается в верхней части брекчиевого горизонта, в то время как ближе к подошве увеличивается баритизация, а в основании – кальцитизация. Содержания сурьмы лежат в пределах от долей процента до 5-6%, золота – от граммов на тонну и более. Следует отметить наличие As (доли процентов) и Pb до 0,5%.

Месторождение Иштамберды находится на левом борту долины ручья Иштамберды Южного на высотах от 2000 до 2500 м. В 1964 г. при геологической съемке джаспероидное тело было переопробовано И.А.Мезгиным. На западном фланге джаспероидного тела в окисленной зоне получено содержание золота 4,5 г/т. В остальной части джаспероидов содержания золота не превышали 1г/т. В отличие от золото-сурьмяного месторождения Терексай в джаспероидном теле на месторо-

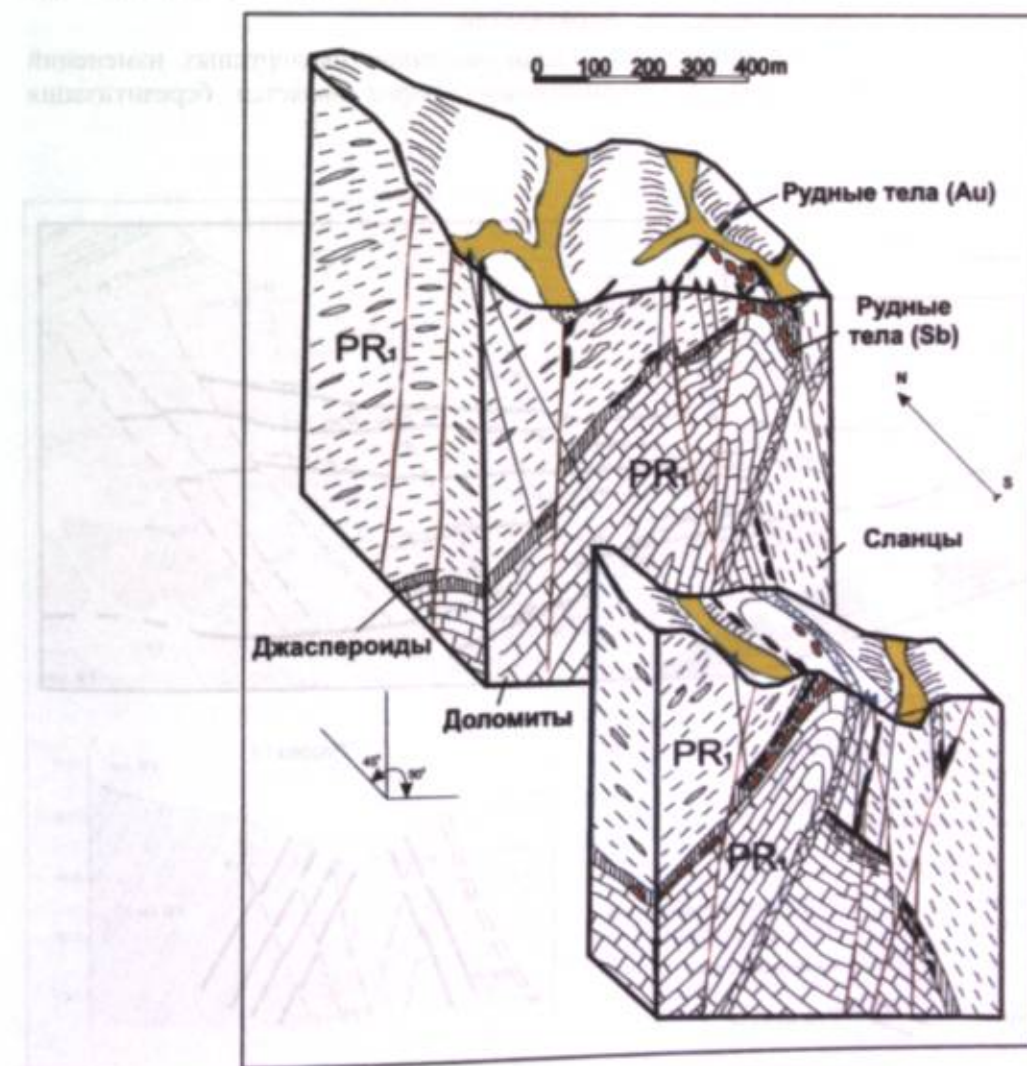


Рис. 12. Блок-диаграмма месторождения Терек

ждении Иштамберды сурьмяная минерализация не установлена.

Месторождение Иштамберды (рис. 13) расположено в пачке кристаллических кварц-биотитовых сланцев основания семизсайской свиты PR(?) общей мощностью около 400 м. Породы содержат многочисленные кварцевые жилы и прожилки метасоматического характера, группирующиеся в протяженные полосы согласно сланцеватости. Отмечается множество субогласных и кососекущих даек плагиогранитов мощностью от 20-30 см до 3-4 м в раздувах.

Породы образуют широтную асимметричную антиклиналь с крутыми падениями крыльев. В ядре складки обнажаются мраморизованные известняки терексайской свиты, мощностью более 200 м, а в крыльях – мраморизованные известняки второго известнякового горизонта. В юго-западной части площади месторождения Иштамберды смыкается с золоторудным месторождением Андагул, локализованным в породах Андагульского штока кварцевых диоритов (C<sub>2</sub>). Породы на площади

месторождения осложнены, разломами субширотного простирания, более многочисленными в южном крыле складки. Эти нарушения были выполнены рудными телами. Разломы неоднократно подновлялись, в результате чего многие рудные тела превращены в серые милониты, содержащие мелкие обломки рудных минералов.

Рудные тела месторождения залегают среди метаморфических сланцев по зонам дробления и отслоения пород (рис. 13). Среди них выделяются три типа рудных тел: 1) джаспероидная залежь на контакте мраморов терексайской свиты и перекрывающих сланцев семизсайской свиты, 2) пластовые субогласные залежи в сланцах и 3) крутопадающие секущие тела в зонах разломов. Как отмечалось выше, джаспероидная залежь не имеет промышленного значения. Рудные тела второго и третьего типа содержат промышленное золотое оруденение в сопровождении сурьмяной и мышьяковой минерализации.

Основным типом околорудных изменений вмещающих пород является березитизация

сланцев с интенсивным калиевым метасоматозом, которая предшествует образованию золото-сульфидных руд. На месторождении выделено 14 рудных тел. Протяженность рудных тел – от 100 до 1150 м, мощность – от 0,9 до 3,8 м. Государственным балансом по 11 рудным телам на 01.06.2004 г. учтено по категориям C<sub>1</sub> и C<sub>2</sub> – 23,475 т золота с содержанием 7,23 г/т. Запасы сурьмы не подсчитывались.

Золото-сульфидное оруденение на месторождении представлено тремя основными типами: 1) прожилково-вкрапленные пирит-арсенипиритовые субогласные рудные зоны, 2) золото-кварцевая минерализация, наложенная на пирит-арсенипиритовые руды и 3) золото-антимонитовая – в секущих рудных зонах. Сульфидность руд достигает 5-7%.

В кварцевых золото-пирит-арсенипиритовых рудах месторождения Иштамберды арсенипирит преобладает над пиритом. Соотношение пирита и арсенипирита изменчиво, чаще всего оно составляет 1:10. Арсенипирит представлен игольчатыми кристаллами, содержащими основное количество золота рудных тел. В субогласных рудных телах арсенипирит образует равномерно рассеянную вкрапленность в кварце с ориентировкой его согласно сланцеватости вмещающих пород. Содержание золота в арсенипирите месторождения Иштамберды колеблется в широких пределах. Максимальные его содержания в нем достигают 300-700 г/т.

Золото-кварцевая минерализация часто накладывается на золото-арсенипиритовую. С ней связано до 40% от общего количества золота в рудах месторождения. Выделения самородного золота имеют интерстициальную и каплевидную форму размером 0,05-4 мм (пробность 920-950 ед.).

В секущих зонах дробления южного падения установлена золото-сурьмяная минерализация промышленного типа. На штольневых горизонтах распространены в основном стержневые кварц-антимонитовые жилы с содержанием сурьмы 0,7-3 % с участками полиминерально-сульфосольной минерализацией (с халькопиритом, джемсонитом, бертьеритом, кермезитом и самородной сурьмой). Для этих руд характерна массивная (типа чугунных руд) гнездовая и аллотриоморфнозернистая структура. Самородная сурьма в виде мелких обособленных выделений и просечек в значительном количестве встречается в массе дробленного и давленного антимонита. Золото в сурьмяных рудах находится в самородной форме в виде

достаточно крупных (до 2 мм) выделений губчатого золота, как результат разложения ауристобита. Губчатое золото идентифицировано рентгеноструктурным и рентгеноспектральными методами. Пробность его находится в пределах 970 ед. и более.

В целом месторождение Иштамберды представляет собой промышленный объект комплексного характера, имеющий перспективы расширения за счет недостаточно разведанного северного и западного флангов месторождения. Следует отметить сходство золотоносных пирит-арсенипиритовых руд месторождений Перевальное и Иштамберды.

Месторождение *Чапчам* приурочено к Чапчаминской антиклинали, ограниченной с трех сторон разломами сбросового характера. В ядре складки обнажаются мраморы терексайской свиты PR(?)г мощностью 650 м, перекрытые на крыльях толщей кварц-сланцевых и амфиболовых сланцев семизсайской свиты PR(?)sm. На контакте мраморов и сланцев сформированы мощные кварцево-рудные залежи (рис. 14).

Кристаллические сланцы занимают большую часть площади месторождения и слагают крылья и периклинальные замыкания антиклинальной структуры. Степень метаморфизма сланцев различна местами они превращены в гнейсы: кварц-биотит-мусковитовые, гранат-биотит-мусковитовые, кварц-полевошпат-хлоритовые. Мощность семизсайской свиты – 1500 м.

На месторождении закартированы небольшие выходы гранодиоритов и кварцевых мондиорит-порфиров сандалаш-чаткальского комплекса C<sub>2,3</sub> и кварцевые порфиры чалмансайского комплекса (P).

Дайки кварцевых мондиорит-порфиров, в виде секущих крутопадающих тел, прослеживаются и в сланцах, и в мраморах. Наиболее крупная из них имеет протяженность 450 м при мощности до 20 м.

Дайки кварцевых порфиров (чалмансайского комплекса (P) протяженностью сотни метров, мощностью до 40 м, местами подвергнуты окварцеванию, серицитизации и пиритизации. Зоны гидротермального воздействия, обычно золотоносны. Анализы проб из даек показывают содержания золота до 1,2 г/т.

Золотое оруденение локализуется в пластообразных залежах кварцевых брекчий (джаспероидов), приуроченных к межформационному контакту мраморов и сланцев. Наиболее крупными среди них и представляющими про-

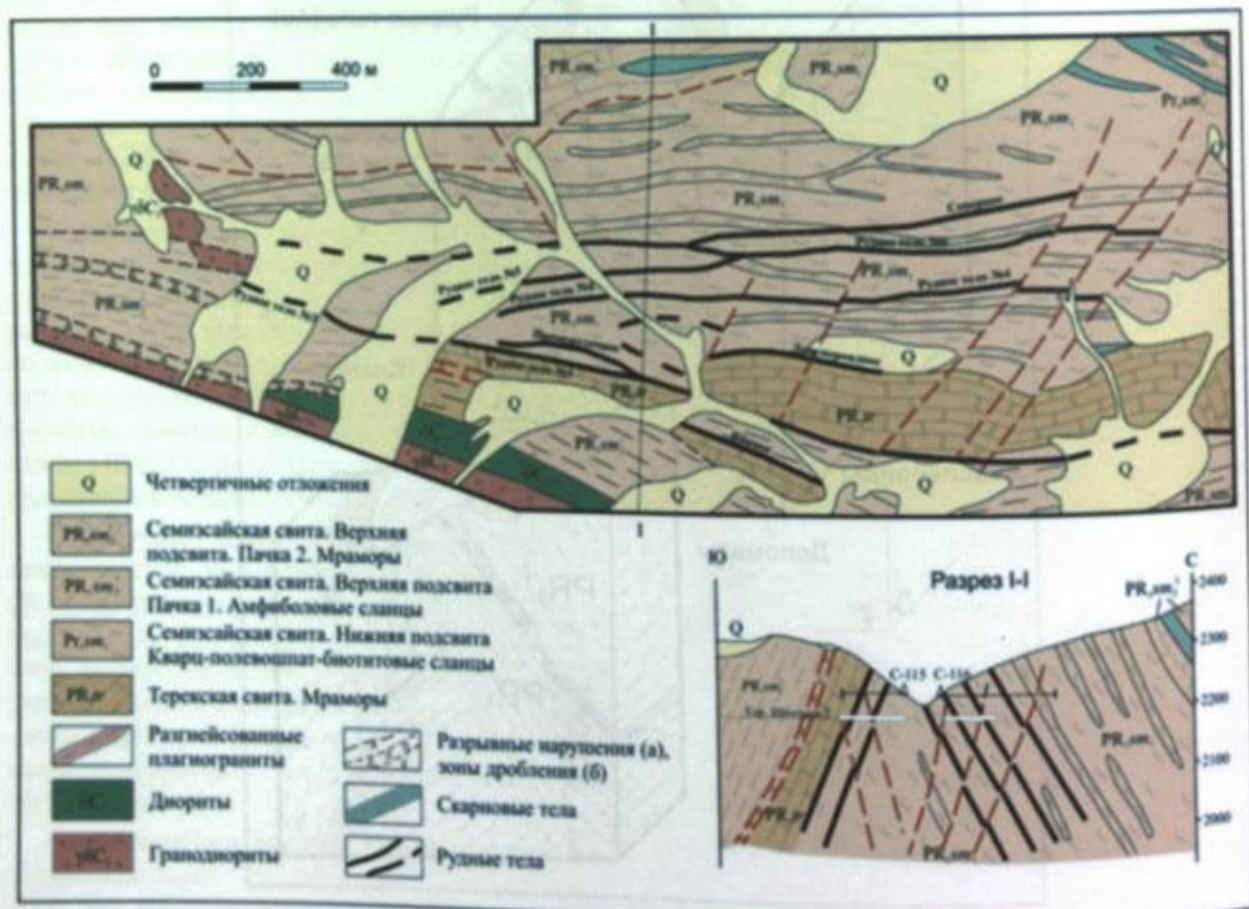


Рис. 13. Схематическая геологическая карта месторождения Иштамберды [15].

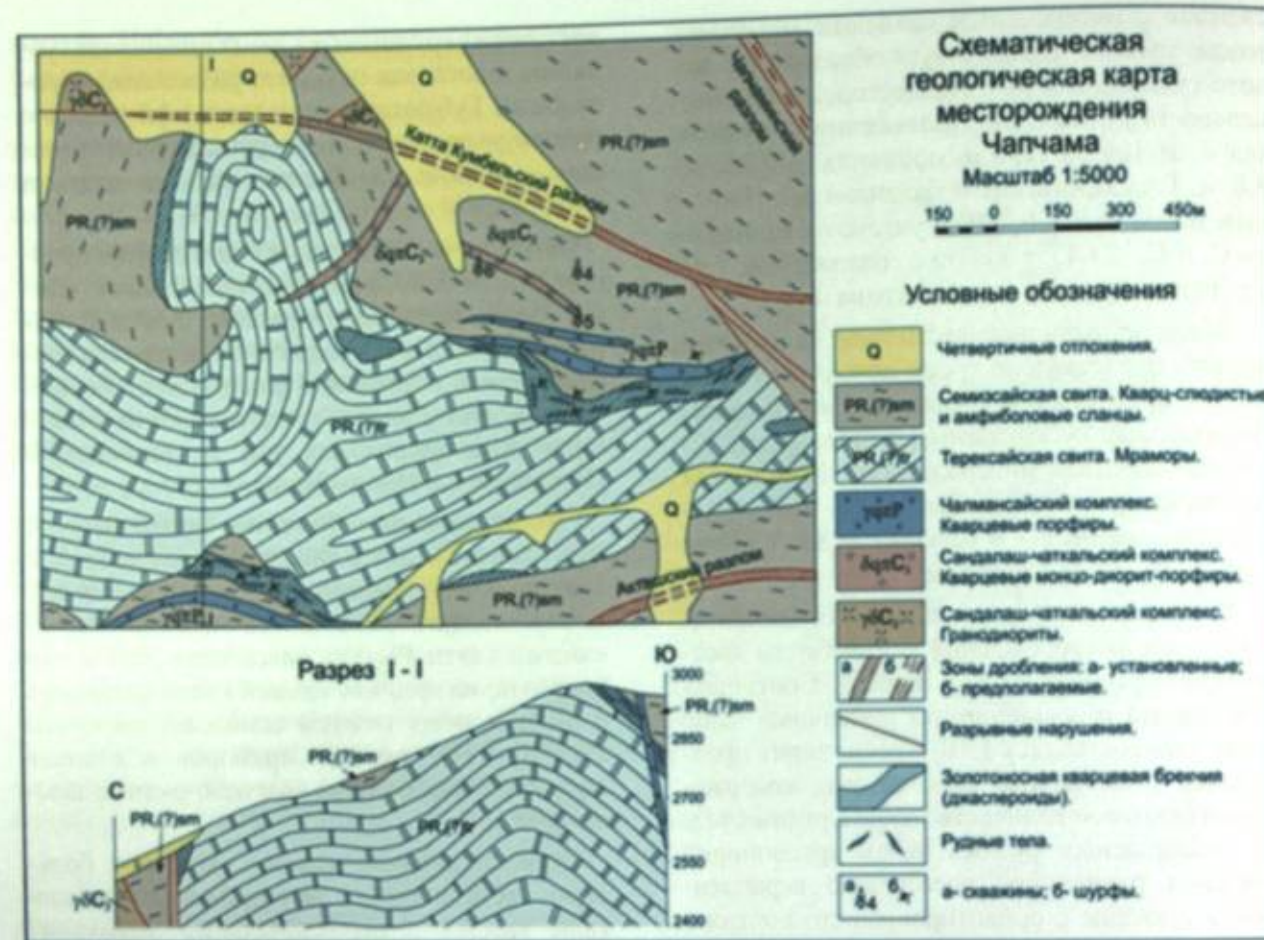


Рис. 14. Геологическая карта месторождения Чапчама [15].

мышленный интерес являются Юго-Западная и Северо-Восточная залежи.

Юго-Западная залежь приурочена к южному крылу Чапчаминской антиклинали и представлена с поверхности зоной интенсивного окисления. Сложена залежь кварцем, лимонитом, анкеритом, иногда содержит линзы, гнезда, прожилки барита, реже кальцита и сульфидную минерализацию. Центральная часть залежи почти нацело сложена кварцем, степень окварцевания постепенно убывает к зальбандам залежи.

Северо-восточная залежь приурочена к восточному периклинальному замыканию и северному крылу Чапчаминской антиклинали. С поверхности залежь представлена зоной интенсивного окисления и сложена кварц-анкерит-лимонитовой породой с довольно крупными гнездами и жилами барита, реже кальцита, с прожилково-вкрапленной и вкрапленной сульфидной минерализацией. Здесь так же наиболее окварцована центральная часть залежи, к зальбандам степень окварцевания постепенно снижается. На поверхности залежь

прослежена до 900 м. В плане это линзообразное тело, которое на востоке срезается разломом северо-западного простирания и по нему опущена, на глубину порядка 400 м. Мощность залежи меняется от 1 м до 50 м, в среднем составляя около 20 м. Содержание золота колеблется от 0 до 18,8 г/т. Максимальные значения приурочены к центральной части залежи и к ее висячему боку. Контакт залежи со сланцами тектонический.

Кроме согласного «джаспероидного» типоруднения на месторождении распространен секущий, тип оруденения, связанный с зонами дробления вдоль крутопадающих разломов.

Межпластовые рудные залежи месторождения Чапчама сложены на поверхности кварц-анкерит-лимонитовой породой. В лежащем боку залежей наблюдается интенсивная анкеритизация пород. Лимонит распространен повсеместно. Из жильных минералов также выделяется барит, в виде небольших гнезд, линз и жил, который сечет обе генерации кварца. Кальцит образует тонкие сетчатые прожилки в породе.

Главные рудные минералы: золото, пирит, арсенопирит; второстепенные: галенит, халькопирит, бурнонит, блеклая руда, антимонит, магнетит.

Пирит встречается в залежи повсеместно, образуя местами густую вкрапленность, гнезда. Размер кристаллов не превышает 2-3 мм.

Арсенопирит отмечается значительно реже, чем пирит. Представлен копьевидными кристаллами размером до 1,5 мм.

Золото дисперсное (0,001 мм) в пирите и арсенопирите и самородное (0,01-0,1 мм) в кварце. Золото изометричной формы с неровными ограничениями. Золото повсеместно ассоциирует с гребенчатым кварцем – кварцем второй генерации. Распределение золота внутри залежей кварцевых брекчий очень неравномерное, поэтому отдельные рудные тела пока не выделены. Руды золото-сульфидные и золото-сульфидно-кварцевые. Первые преобладают в пластообразных телах джаспероидов, вторые (с самородным золотом) – в жильных секущих телах. Содержания золота колеблется от 0,5 г/т до 136 г/т.

Попутный полезный компонент в рудах – серебро (до 88 г/т), мышьяк (3,0-5,0%) и сурьма (0,1-4,0%). С поверхности руда окислена и представляет собой рыхлую кварц-анкерит-лимонитовую породу. Зона окисления развита до глубины 60 м.

#### Вопросы генезиса месторождений Карлин-типа

Обобщая имеющийся материал по генетике месторождений Карлин-типа следует отметить, что на фоне различных взглядов и построений основная часть исследователей относят золото Карлин-типа к типичному эпигенетическому гидротермальному продукту. Рядом исследователей [5,25,26,27, 28] накопление золота трактуется через осадочный процесс и литификацию, когда на осадочно-диагенетической стадии эволюции бассейна (при отсутствии флюидного процесса) руда еще не была сформирована. А наличие циркулирующих метеорных вод, выщелачивающих золото из уже литифицированных осадочных пород, давало возможность транспортировки золота в благоприятные зоны (чаще зоны нарушений), где и образовывались рудные тела.

#### Заключение

Формирование месторождений Карлин-типа связано с многостадийными процессами и неоднократными наложениями гидротермальных событий, как до отложения основно-

го оруденения, так и после. Разновозрастный магматизм сопровождался широко проявленными гидротермальными процессами и неоднократным формированием рудоносных зон. На длительность и многоэтапность процессов рудообразования указывают наблюдаемые явления пересечения пластовых джаспероидных рудных залежей и секущего типа оруденения более поздними секущими минерализованными зонами, а также неоднократные поздние подвижки с образованием зон дробления в рудоносных джаспероидах. Секущий тип рудоносных зон вдоль крутопадающих разломов несет аналогичное тонкодисперсное золото (0,001 мм) в пирите и арсенопирите и самородное (0,01-0,1 мм) в кварце. Наиболее богатая минерализация приурочена к сводовым частям антиклинальных структур в зонах пересечения их разломами.

Мышьяковый пирит имеет четкие зональные текстуры, идентичные пириту Невадийских и Южно-Китайских золоторудных месторождений. Отмеченная идентичность условий формирования месторождений Тянь-Шаня и схожесть их с месторождениями Карлин-типа неоспоримо близка. Как и в других регионах мира месторождений Карлин-типа, золоторудный мышьяк содержащий пирит характеризуется аналогичными текстурными особенностями. Присутствующая характерная кайма вокруг ядерной части пирита несет высокие содержания Au и As. Подобный пирит с зонами, обогащенными мышьяком являются классическими представителями мирового класса месторождений Карлин-типа.

Изложенный выше материал показывает, что джаспероидные (Карлин-типа) месторождения могут быть представлены различными количественными соотношениями рудообразующих элементов. Их можно разделить на условные категории: 1) собственно сурьмяно-ртутные, 2) сурьмяные золото содержащие, 3) золото-сурьмяные и 4) собственно золоторудные. В любом случае характерный набор основных элементов остается постоянным, меняются только их количественные соотношения.

Таким образом, для территории Тянь-Шаня предлагается схема, где показано наличие в природе месторождений, соответствующих непрерывным рядам месторождений джаспероидного типа. В этой связи, сурьмяно-ртутные месторождения Южного Тянь-Шаня (Кадамжай, Хайдаркан, Чаувай и др.) следует отнести к начальному крайнему члену этого ряда. К промежуточному члену – джаспероидные золото-сурьмяные и сурьмяно-золоторуд-

ные месторождение Терексай (в Среднем Тянь-Шане), Северный Акташ, Сурьмяный гребень, Сланцевый клин, Карабий (в Южном Тянь-Шане). К конечному крайнему члену относятся собственно золоторудные объекты (Чапчама, Кассансай и, возможно, Шамбесай и Обдилла).

#### Литература

- Hofstra, A.H., and Cline, J.S. Characteristics and models for Carlin-type gold deposits: Reviews in Economic Geology, v. 13. –2000. – pp.163–220.
- Yigit, O., Nelson, E.P., Hitzman, M.W., and Hofstra, A.H., Structural controls on Carlin-type gold mineralization in the Gold Bar district, Eureka County, Nevada: ECONOMIC GEOLOGY, v. 98. 2003. – p. 1173–1188.
- Константинов М.М., Некрасов Е.М., Сидоров А.А., Стружков С.Ф. Золоторудные гиганты России и мира. Научный мир, М: – 2000, – 272 с.
- Arehart, G., Ressel, M., Carne, R., Munte, a J. A Comparison of Carlin-type Deposits in Nevada and Yukon. Society of Economic Geologists, Inc. Special Publication 17, 2013. – pp. 389–401
- Liu, J., Ye, J., Ying, H., Liu, J. and Cheg, X. A preliminary study on micro-disseminated sediment-hosted gold in the Youjiangbasin, South China// Journal of Mineralogical and Petrological Sciences, V. 96, 2001. – pp. 243-255.
- Hu, R.Z., Su, W.C., Bi, X.W., Tu, G.Z., Hofstra, A.H., Geology and geochemistry of Carlin-type gold deposits in China. Mineralium Deposita 37, 2002. – pp.378-392
- Hu, R.Z., Fu, S.L., Huang, Y., Zhou, M.F., Fu, S.H., Zhao, C.H., Wang, Y.J., Bi, X.W., Xiao, Jiafei, The giant South China Mesozoic low-temperature metallogenic domain: reviews and a new geodynamic model. J. Asian Earth Sci. 137, 2017. – pp. 9–34.
- Zhai and Deng. An outline of mineral resources of China and their tectonic setting, Australian Journal of Earth Sciences. №4. 1996. – pp. 673-685.
- Zhai, Y., Deng, J. and Li, X. Essentials of Metallogeny. // Beijing. Geological Publishing House, 1999. – 287p.
- Pirajno F. The geology and tectonic setting of China's mineral deposits// Springer, 2013. 669p.
- Li Z., Lan T., Ran R. and Cheng G. A new type of micro-disseminated gold deposits in association with diabase found in Yunnan and Guizhou provinces and Guangxi Zhuang Autonomous Region – Their geological characteristics and metallogenic conditions// Chin J. Geochem. 31, 2012. – pp.449–456.
- Su, W., Heinrich, C.A., Pettke, T., Zhang, X., Hu, R., and Xia, B., Sediment-hosted gold deposits in Guizhou, China: Products of wall-rock sulfidation by deep crustal fluids: Economic Geology, v. 104, 2009. – p. 73-93.
- Lovering, T.G. Jasperoid in the United States – its characteristics, origin and economic significance: USGS Professional Paper 710, 1972. – 164p.
- Kirwin, D., Becker, A., Bandurack, I. and Lueck, The Carlin-type Hg, Sb, As, Au, F, Tl Deposits of the Southwest Kyrgyz Republic. // SEG newsletter, 110, 2017. – pp.1,14-18.
- Никонов В.В., Караев Ю.В., Борисов Ф.И., Толстой В.И., Замалетдинов Т.С., Ларина Т.В., Гребнев Т.В. Золото Кыргызстана, – Бишкек, 2004. кн.-1, с. 271, кн.-2, с.342.
- Рогальский В.В. и Савин А.А. Золотая минерализация сурьмяно-ртутных месторождений юга Кыргызстана: Ош, Южно-Кыргызская геологическая экспедиция. Отчет -Алайской партии по разведке в 1988-1992 гг.– 196с.
- Болгарь Б.Д. и др. Геология и полезные ископаемые центральной части Южно-Ферганского ртутно-сурьмяного пояса. ЮКГЭ. –1978
- Rickleman, D.E., Archangelski, A., Jackson, M., Lysenko, V., Story, J., Zholdoshev, T., and Atabaev, O., Carlin-type Au potential of the Turkestan-Alai and South Fergana segments, Southern Tianshan, Kyrgyzstan: Association of Applied Geochemists, International Applied Geochemical Symposium, 25<sup>th</sup>, Rovaniemi, Finland, August 22-29, 2011. Poster.
- Li X.X., Zhu X.Q., Gu Y.T., Ling K.Y., Sheng X.Y., Li H., Mineralogy and geochemistry characteristics and genetic implications for stratabound Carlin-type gold deposits in Southwest Guizhou, China. Journal of Nanoscience and Nanotechnology, 17, 2017. – pp. 6307–6317
- Reich, M., Kesler, S. E., Utsunomiya, S., Palenik, C. S., Chryssoulis, S. L., & Ewing, R. C. Solubility of gold in arsenian pyrite. Geochimica et Cosmochimica Acta, 69(11), 2005. – pp. 2781–2796.
- Пехов И.В., Брызгалов И.А., Новые данные о галханте. Новые данные о минералах, 41, 2006, – с.26-32.
- Sillitoe, R.H. and Bornham, H.F. Jr. Sediment-hosted gold deposits: Distal products of magmatic-hydrothermal systems. Geology, 18, 1990. – pp. 158-161.
- Phillips, G.N., Powell, R. Link between gold provinces. Economic Geology, 88, 1993. – pp. 1084-109.
- Ilchik, R.P. and Barton, M.D. An amagmatic origin of Carlin-type gold deposits. Economic Geology, 92, 1997. – pp. 269-288.
- Cunningham, C.G., Ashley, R.P., Chou, I-M, Huang, Z., Wan, C. and Li W. Newly discovered sedimentary rock-hosted disseminated gold deposits in the People's Republic of China. Economic Geology, 83, 1988. – pp.1462-1467.
- Ashley, R.P., Cunningham, C.G., Bostick, N.H., Dean, W.E. and Chou, I-M. Geology and geochemistry of three sedimentary-rock-hosted disseminated gold deposits in Guizhou Province, People's Republic of China. Ore Geology Reviews, 6, 1991. – pp.133-151.
- Li, Z. and Peters, S.G. Comparative geology and geochemistry of sedimentary-rock-hosted (Carlin-type) gold deposits in the People's Republic of China and in Nevada, USA: US Geological Survey Open-File Report 98-466, 1999/ – pp.1-96.
- Emsbo, P., Hofstra, A.H., Lauha, E.A., Griffin, G.L., and Hutchinson, R.W. Origin of high-grade gold ore, source of ore fluid components, and genesis of Meikle and neighboring Carlin-type deposits, northern Carlin trend, Nevada: Economic Geology, v. 98, 2003. – pp. 1069–1105.

УДК (575.2)+551.7+551.781

Бакиров Апас Бакирович,  
доктор геолого-минералогических наук, академик НАН КРМезгин Илья Александрович,  
с.н.с.Бектемирова Турсунай Абдупаттаевна,  
PhD, н.с.МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ И КОРМОВЫЕ  
ДОБАВКИ КЫРГЫЗСТАНА

**Аннотация.** В Джалалабадской области, на южном предгорьи Чаткальского хребта, установлены глауконит, зеленые глины и трепел, пригодные для минеральных удобрений и кормовых добавок. В статье приведены геологические условия залегания этих образований, а также кратко о результатах опытных работ по применению их в сельском хозяйстве.

**Ключевые слова:** глауконит, трепел, зеленая глина, минеральные удобрения и кормовые добавки.

КЫРГЫЗСТАНДАГЫ МИНЕРАЛДЫК ЖЕР СЕМИРТИКЧТЕР ЖАНА ТОЮТКА  
КОШУЛМАЛАР

**Аннотация.** Жалалабад облусунда, Чаткал кырка тоолорунун түштүк этегинде, жер семирткич жана тоютка кошулма боло турган глауконит, жашыл чопо жана трепел табылган. Макалада булардын геологиялык жайланышы жана айыл чарбасына керектүүлүгүн аныктаган тажрыйбанын жыйынтыгы жөнүндө кыскача баяндама келтирилген.

**Негизги сөздөр:** глауконит, трепел, жашыл чопо, Кыргызстандагы минералдык жер семирткичтер жана тоютка кошулмалар.

## MINERAL FERTILIZERS AND FEED ADDITIVES IN KYRGYZSTAN

**Abstract.** Glauconite, green clay and tripolite that can be useful as the fertilizers and feed additives, were found on the southern foothills of the Chatkal ridge in the Jalalabad region. The geological conditions of the Paleogene Formations and the results of experimental works on the application of minerals in agriculture are represented in the article.

**Key words:** glauconite, green clay, tripolite, mineral fertilizers and feed additives in Kyrgyzstan.

## Введение

В Джалалабадской области КР, в полосе переходной зоны между Чаткальским и Ала-Букинскими районами, в окрестности поселка Кызыл - Токой, 20 км от районного центра Ала-Бука установлены природные минеральные удобрения, детоксикаторы, мелиоранты и кормовые добавки [1; 2]. В этой статье мы остановимся только на характеристике глауконита, зеленых глин и трепела. Они прошли частичное испытание на пригодность использования для сельскохозяйственных нужд.

Доступность месторождения хорошая: по середине его протекает река Касан-Сай, проходят асфальтированная автомобильная дорога, линии электропередач.

Геологическое строение района развития  
агроруд

Рудные образования установлены в палеогеновых отложениях, входящих в состав кайнозойских толщ. В структуре новейшей тектоники они слагают Кызылтокойскую синклираль, которая находится на южном склоне Чаткальского хребта (Рис. 1а). Они ложатся на палеозо-

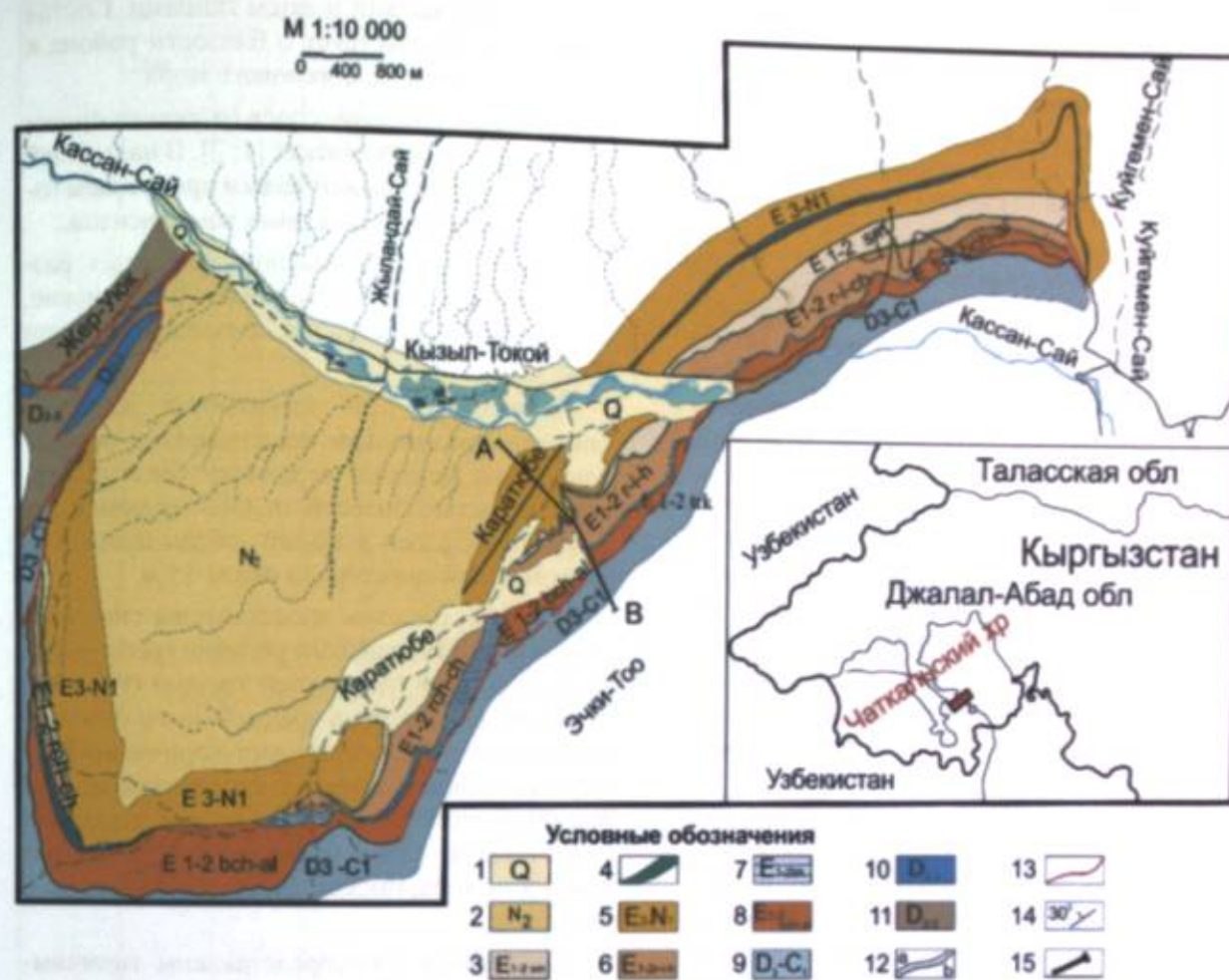


Рис. 1 а) Обзорная карта района с указанием места расположения Кызыл-Токойской площади. б) Геологическая карта месторождения агроруд Кызыл-Токой.

1. Четвертичные отложения. Аллювиальные отложения террас и русла, пролювиальные отложения подножий склонов. 2. Верхний неоген (плиоцен). Палевые мелкогалечные конгломераты. 3. Верхний палеоген-нижний неоген (олигоцен, миоцен). Красноцветные конгломераты, песчаники, глины, мергели, известняки. 4-8 Палеогеновая система. Нижний и средний отделы. 4. Сумсарские слои. Кирпично красные глины. 5. Глауконитовый горизонт. 6. Туркестанский горизонт. Белые и серые члененные слои. Зеленые и желтые глины, песчаники. 7. Туркестанский горизонт. Белые и серые члененные слои. Зеленые и желтые глины, песчаники. 8. Нижний-средний отделы палеогеновой системы. Бухарские-алайские слои нерасчлененные. Белые и красноцветные конгломераты, гравелисты, глины, мергели, известняки. 9-11 Палеозойские отложения. 9. Верхний девон-нижний карбон. Известняки, известняки с кремнями, доломиты. 10. Гипсоносный горизонт. 11. Средний-верхний девон. Красноцветные мелкогалечные конгломераты, песчаники, алевролиты, гипсы, известняки, доломиты. 12-13 Контакты. 12. Стратиграфические: а-согласные, б-несогласные. 13. Тектонические. 14. Элементы залегания, 15. Линии геологических разрезов.

йских образованиях, представленных в данном районе породами девона и нижнего карбона.

**Кайнозой** в районе представлен палеогеновыми отложениями, подразделёнными на ряд слоёв, олигоцен-миоценовыми (массагетской толщей), верхнеэоценовыми (плиоценовыми) и четвертичными осадочными образованиями. (Рис. 2)

**Палеогеновые отложения** ( $E_{1-2}$  палеоцен-эоцен) представлены морскими и лагунными осадками, которые залегают на размытой поверхности палеозойских отложений после длительного перерыва и формирования красноцветной коры выветривания небольшой мощности. Они распространены в крыльях Кызылтокойской синклинали в ее юго-западном замыкании. Палеогеновые отложения характеризуются изменчивостью разрезов: заметными изменениями мощностей, выклиниванием отдельных слоев и пачек отложений.

Ранее нами по характеру осадков слои морского палеогена были объединены в две толщи, сложенные резко различными фаціальными образованиями [16].

Нижняя толща представлена в целом карбонатно-терригенными отложениями, пестрыми, изменчивыми по фаціальному облику и мощности слоёв как в разрезе, так и по латерали. Карбонат присутствует почти во всех слоях обломочных пород в виде цемента, образуя иногда самостоятельные горизонты. Терригенная часть толщи представлена конгломератами, гравелитами и песчаниками. Часто обломки пород гравийного размера присутствуют и в карбонатных горизонтах. Реже присутствуют слои и линзы мергелей и глин (Рис. 3 а, б, в). Нижняя толща объединяет бухарский, сузакский, алайский и туркестанский ярусы О. С. Вялова [3] (Рис. 2).

Верхняя толща сложена хорошо выдержанными как по фаціальному облику, так и по мощности слоями в основном монтмориллоновых глин, трепелов и глауконитовых песчаников. Геологи съёмщики [4; 5; 6] выделяли нерасчлененные риштанский, исфаринский и ханабадский ярусы, как единую толщу и сумсарский ярус. Нашими исследованиями они подразделены на слои, которые по литологическому составу соответствуют названным ярусам О. С. Вялова [3] (Рис. 16 и 2).

Особенностью разреза палеогена Кызылтокойской впадины заключается в том, что в отличие от других районов Ферганы здесь в нижней части разреза большую роль играют грубообломочные образования, хотя цементирующий материал представлен в первую очередь карбонатами и затем глинами. Состав осадков свидетельствует о близости района к береговой линии палеогенового моря.

Детальное описание слоёв палеогена приведена в предыдущих статьях [1; 2]. В настоящей статье описание нижней толщи пропускаем из-за отсутствия в них полезных компонентов.

Верхняя толща согласно наращивает разрез нижней толщи и объединяет: риштанские, исфаринские, ханабадские и сумсарские слои (Рис. 4 а).

**Риштанские слои** начинаются желтыми глинами с устричным горизонтом в основании. Выше залегают зеленовато-желтые глины мощностью более 6 м. Общая мощность риштанских слоев в южном обрамлении Кызылтокойской синклинали около 15 м.

**Исфаринские слои** представлены типичными для всего Ферганского региона трепеловидными породами (глинистый трепел) (Рис. 4 б, в). Во многих местах в средней части горизонта трепелов появляется пласт коричнево-желтых песчаных пород с глинистым цементом. Мощность 12-16 м. Выше они переходят в желтоватую глину мощностью 4 м. Общая мощность исфаринских слоев составляет 16-26 м.

**Ханабадские слои** представлены типичными серо-зелеными, а в верхней части разреза – ярко зелеными глинами (Рис. 4 г, д). Мощность их меняется от 10 до 37 м. Для пород этой пачки характерна заметная загипсованность. Гипс в виде прожилков мощностью до 1-1,5 см (Рис. 4 г) пересекает глины в различных направлениях. Количество прожилков местами составляет до 10 на метр пласта. Часто гипс представлен прозрачными пластинчатыми кристаллами размером до 5-6 см (Рис. 4 и). В верхней части ханабадских слоев появляются плотные карбонатные светло-зеленые мелкозернистые глауконитовые песчаники мощностью до 0,5 м.

Выше они сменяются пятнистыми зеленовато-красными песчаниками также с глауконитом (0,5 м) (рис. 5 е). Еще выше по разрезу глауконитовые песчаники приобретают красный цвет за счет красного глинистого цементирующего материала (около 1-1,5 м). По существу глауконитовый горизонт общей мощностью от 2 до 3 м является переходным от зеленых ханабадских глин к красным глинам сумсарского горизонта (Рис. 4 е).

**Сумсарские слои** сложены очень тонкими по составу ярко окрашенными кирпично-красными глинами, иногда с малиновым оттенком

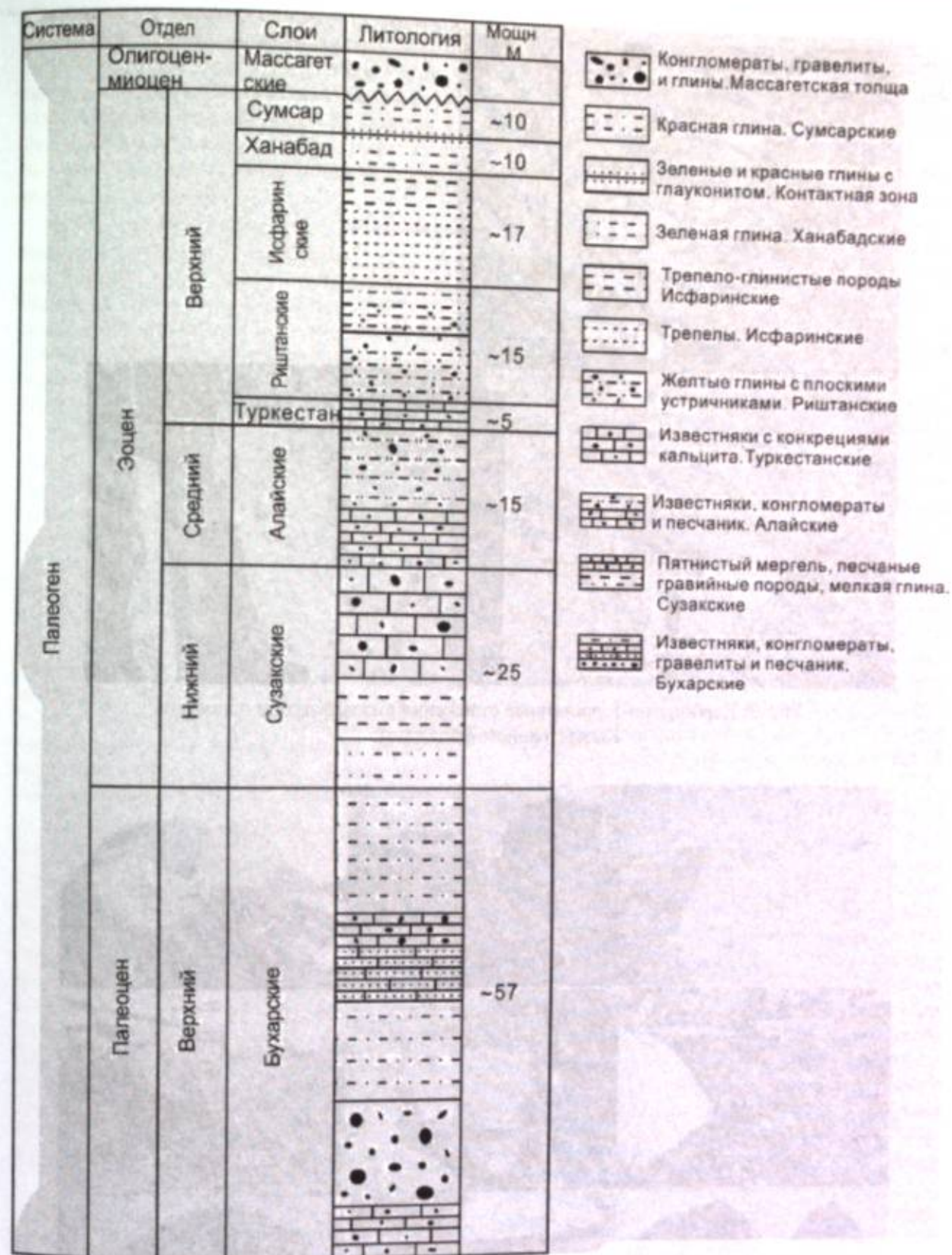


Рис. 2. Стратиграфическая колонка морского палеогена Кызылтокойской впадины.

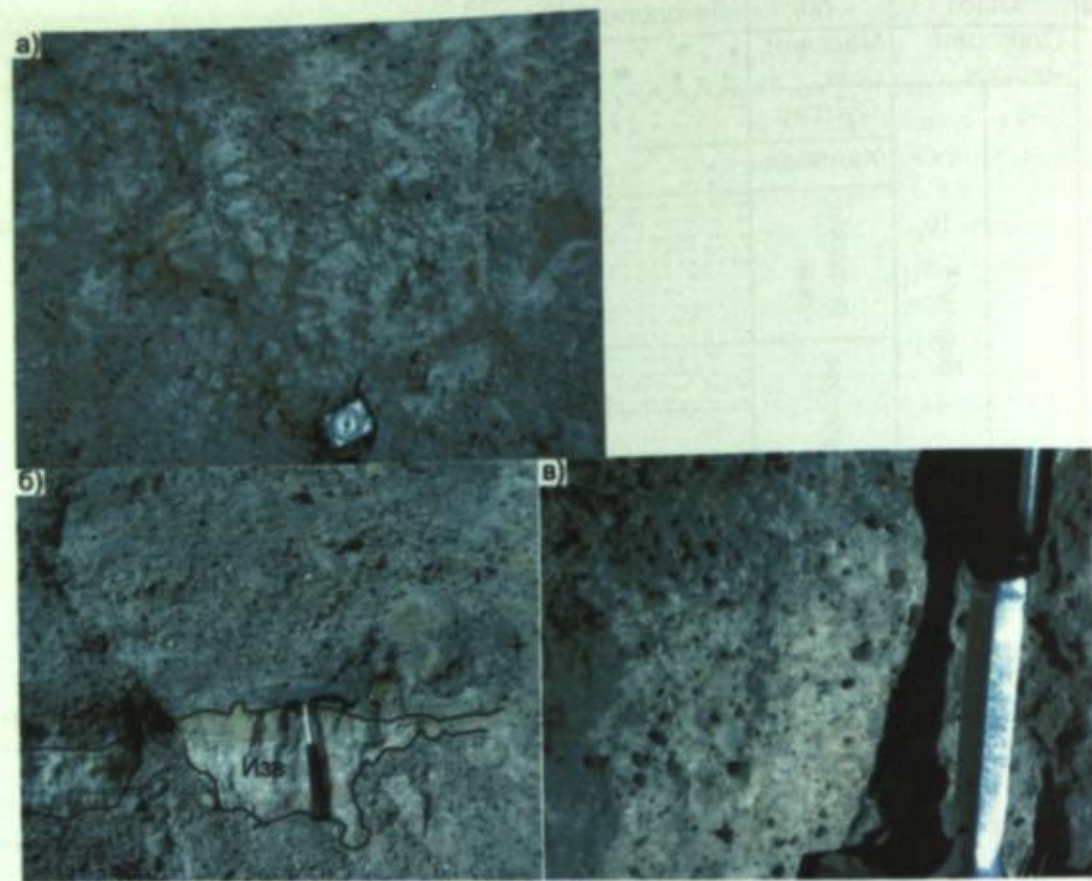


Рис. 3. Карбонатно-терригенные отложения нижней толщи палеогена Кызылтокойской впадины.



Рис. 4. Типичные породы верхней толщи палеогена Кызылтокойской впадины.

(Рис. 4 ж, з). В средней части сумсарского яруса местами появляется более светлый прослой глины, но не отличающийся по составу от вмещающих ниже и вышележащих слоев красных глин. В кровле сумсарских слоев залегает ракушняковый горизонт с заполнителем из той же красной глины. Общая мощность сумсарских слоев около 10 - 15 м.

*$E_3-N_1$  олигоцен-миоцен.* *Массагетская толща* сложена конгломератами, гравелитами, глинами и мергелями с горизонтом серовато-белых комковатых известняков вблизи основания. Этот горизонт имеет мощность около 7-8 м, прослеживается по всей Кызылтокойской площади и поэтому является маркирующим. Общая мощность этой толщи составляет 75 м.

*Верхнеогеновые (плиоценовые) отложения  $N_2$ .* На различных горизонтах палеогеновых отложений несогласно залегает палевая толща мелкогалечных конгломератов и гравелитов с линзами песчаников. Она слагает мульдугу Кызылтокойской синклинали. От подстилающих палеогеновых отложений она отличается более спокойным залеганием: почти везде конгломераты имеют падение к центру впадины под углами до  $5^\circ$  или залегают горизонтально. По составу и характеру отложений эта толща близка к бактрийской свите (серии), выделяемой в Ферганской впадине, отличающаяся более светлой окраской пород. Мощность этой толщи достигает 200-300 метров.

*Четвертичные отложения.* Наиболее высокий уровень в Кызылтокойской впадине занимают древнечетвертичные делювиально-пролювиальные отложения, сформировавшиеся на размывтой и выровненной поверхности палеоген-неогеновых отложений в виде сплошного покрова. Они представлены плохо окатанным щебнистым материалом, слабо сцементированными палевыми суглинками. Щебневые отложения повсеместно перекрыты чехлом суглинков мощностью до 1-1,5 м. В настоящее время эти отложения сохранились по всей Кызылтокойской впадине на плоских водоразделах на высоте 1200-1350 м.

Аллювиальные четвертичные отложения представлены аллювием террас нескольких уровней в долине р. Кассансай. Пологие сухие саи выполнены современным мелкогалечным аллюво-пролювием. Значительно распространены во впадине делювиальные отложения, большей частью закрепленные.

#### Характеристика агроруд

*Месторождение глауконитовых песчаников Кызыл-Токой* является комплексным и в качестве полезных ископаемых содержит гла-

уконитовые песчаники, зеленые глины и трепелы [7]. При характеристике месторождения Кызылтокой с позиций рудоносности мы рассматриваем их как единое целое без разделения на «ярусы».

В разрезе палеогена Кызылтокойской впадины продуктивными на эти полезные разновидности пород являются рихтанские, исфаринские, ханабадские и, частично, сумсарские слои (Рис. 1 б и 2). Рихтан-ханабадская часть разреза в целом представлена желтовато-зелеными, серо-зелеными, желтовато-серыми глинами, содержащими в средней части прослой трепеловидных глин и трепелов.

На границе пачки зеленых и кирпично-красных глин сумсарского яруса залегает горизонт глауконитовых песчаников мощностью от 2-х до 3-х метров. В верхней части этого горизонта граница с перекрывающими кирпично-красными глинами сумсарского яруса нерезкая и устанавливается по исчезновению видимого глауконита.

*Вещественный состав руд среди палеогеновых отложений.* Анализы химического состава глинистых пород продуктивной пачки, трепелов и глауконитовых песчаников, выполненные на Рентгенофлуоресцентной спектрометрии в лаборатории университета Тромсо, Норвегия, дают следующую их характеристику (табл. 1):

*Глины (сметиты) основания пачки (рихтанские слои)* желтовато-серого цвета алевро-пелитовой структуры в глинисто-песчаной фракции (табл. 1) Порода слегка набухает при смачивании, также наблюдалась реакция на HCl, что, связано с наличием устриц и высоким содержанием кальция. Методом окрашивания молибденом аммония исследовано содержание фосфора в желтой глине. Они показали незначительное его количество. Основной минеральный состав породы полимиктовый, кроме основных минералов присутствуют также обломочные фрагменты. Можно также наблюдать мелкие частицы органических остатков и их смешивания с глинистыми минералами.

Химический состав глин: из главных окислов содержат до 50% кремнезема и около 10%  $Al_2O_3$  при заметном содержании окислов кальция (~12%) и магния (2,5-3%), что указывает на их монтмориллонитовый глинистый состав. Вместе с тем, в них установлено ~2,5% двуокиси калия (табл. 1).

*Трепелы и трепеловидные породы (исфаринские слои)* в составленных нами стратиграфических разрезах содержат три прослоя

трепелов мощностью 0,8, 1,5 и 4 м, разделенные прослоями зеленовато-серых глин. Общая мощность пачки трепелов составляет 26 м.

Трепелы представляют собой белые, светлосерые, розоватые и розовато-серые породы, легкие, пористые, прилипающие к языку (Рис. 4 б, в). Они не растворяются в HCl. Основной состав породы смектит (монтмориллонит), обломки олигомиктового состава с присутствием опала. Шагреновая поверхность (апельсиновая корка) породы хорошо видна под микроскопом в шлифах. Обломочные минералы представлены в виде серого и ярко-коричневого цвета, а также микро-зерен калиевого полевого шпата и гипса. Органические вещества не наблюдались.

По данным химических анализов трепелы содержат повышенное количество кремнезема – 53-70%. При этом в них содержится значительное количество двуокиси калия (в среднем 3,48%) (табл. 1) и глинозема (от 11 до 14-15%), что также свидетельствует о наличии в трепе-

лах примеси глауконита и глинистого вещества. Это подтверждается рентгенофазовым анализом пробы трепелов из шурфа № 1 (участок Куйгумен) Можно отметить, что наличие глауконита как примеси в трепелах отмечается также по всему Ферганскому палеогеновому бассейну [8].

*Межслоевые трепело-глинистые породы* плотные также, как и трепелы, но цвет породы меняется от серого до желтовато-коричневого, не жирная на ощупь, прилипают к языку, не растворяется в HCl. Окрашиванием метиленовым синим с добавлением KCl и с добавлением хризоидина было установлено наличие смектитового минерала (монтмориллонита).

*Зеленые глины* (ханабадские слои). Цвет породы меняется снизу вверх от серовато-зеленого цвета в нижней части до светло-зеленого, зеленого цвета в верхней части на контакте с глауконитовыми зернами. Наличие глауконитовых зерен в породе дает зеленый цвет, откуда и происходит названия породы. Структура глины пелитовая.

Таблица 1. Содержания основных элементов в глинистых породах и калия в глауконитах месторождения «Кызылтокой» (Лаборатория университета Тромсо, Норвегия)

Пробы	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	TiO <sub>2</sub>	MnO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CO <sub>2</sub>	
<b>Желтая глина</b>												
199	44.44	10.20	4.34	2.68	0.59	0.11	11.45	2.35	0.14	0.10	23.59	
243	32.67	4.99	1.91	0.93	0.28	0.10	30.47	1.17	0.23	0.47	26.78	
244	44.54	9.02	3.66	2.37	0.46	0.41	16.49	2.21	0.28	0.21	20.35	
<b>Трепел и трепело-глинистые породы</b>												
Тр	247	72.77	9.81	4.12	1.12	0.53	0.02	0.93	3.30	0.89	0.15	6.08
	253	65.99	11.99	4.73	1.89	0.63	0.01	1.80	3.43	0.52	0.21	9.72
Тр-гл	46	65.93	15.29	2.39	2.43	0.79	0.02	0.41	3.37	0.34	0.05	8.84
	256	53.71	12.46	4.89	2.24	0.54	0.04	6.50	3.50	0.47	0.19	16.48
<b>Зеленая глина</b>												
	143	54.17	14.90	6.70	3.53	0.76	0.04	1.58	3.50	0.81	0.14	13.17
	162	56.66	14.64	7.03	3.41	0.78	0.04	0.96	3.60	0.94	0.14	10.16
	222	44.26	8.96	6.22	2.12	0.48	0.16	15.72	3.50	0.28	0.46	18.86
	223	41.16	9.10	6.91	2.66	0.41	0.15	15.34	3.91	0.26	0.92	18.88
<b>Глауконитовая порода и глауконитовые зерна в контактовой зоне</b>												
	227	49.85	7.51	8.50	3.14	0.67	0.05	5.52	4.93	0.69	0.16	16.03
	228	46.20	9.48	7.74	2.62	0.50	0.11	10.90	5.19	0.50	0.61	16.95
	229	46.73	8.40	7.70	2.90	0.51	0.11	12.37	5.50	0.44	0.30	16.29
	82(г.з)	45.71	3.41	29.02	3.47	0.03	0.06	0.59	7.80	0.03	0.14	9.76
<b>Красная глина</b>												
	165	47.98	14.32	5.81	3.04	0.70	0.08	10.95	3.41	0.17	0.09	13.44
	165a	48.64	14.27	5.78	3.26	0.64	0.08	10.54	3.50	0.20	0.13	12.95
	240	49.63	12.52	4.98	3.26	0.63	0.09	9.66	3.16	0.52	0.15	15.40
	230	49.70	12.79	5.79	3.19	0.62	0.10	11.03	3.16	0.55	0.15	12.92

Глины обычно имеют повышенную влажность и становится серовато-зеленым при влажном состоянии, жирный на ощупь и не вскипает в HCl. Основной состав обломков пород олигомиктовый. Раздробленные и неупорядоченные формы минералов свидетельствуют о процессе растворения и изменения зерен. В породах верхней части слоя видны четкие зерна глауконита зеленого и темно-зеленого цветов. Цвет и размер зерна минерала свидетельствуют о начальной стадии глауконизации. Состав обломков здесь полимиктовый с преобладанием зерен кварца. Другие минералы представлены кальцитом, калиево-полевые шпаты и слюдами, а также органическими материалами. Присутствуют прожилки гипса.

Зеленые глины отличаются по содержанию калия (3,6%) и железа (6,7%) по химическому составу от глин других частей разреза (табл. 1). Отмечено, что вблизи вышележащего глауконитового горизонта эти глины приобретают более яркий зеленый цвет и обычно имеют повышенную влажность. Для этой верхней части разреза зеленых глин мощностью 7-8 м имеется рентгенофазовый анализ, которым установлено наличие в глине кварца, гипса, смектита, иллита и глауконита. Последний минерал под микроскопом устанавливается, хотя макроскопически в этих породах наблюдать его не удается.

*Глауконитовые песчаники* представляют собой переходный горизонт между зелеными и красными глинами. Мощность колеблется от 1,5-2 м до 5 м, составляя в среднем около 2 м.

В нижней части до 0,5 м мощности глауконитовый горизонт представлен зеленоватыми плотными песчаниками, в которых в карбонатно-глинистой массе рассеяны мелкие зерна глауконита. Выше в породе появляются прожилки и пятна розоватых (малиновых) глин, а затем весь песчаник становится кирпично-красным за счет красных глин основной массы (Рис. 5 е).

Глауконитовые зерна рассеяны в породе неравномерно, наблюдаются их гнездовидные скопления. Наиболее насыщены глауконитом нижние слои красных глин сумсарского яруса. В пробах из этих глин (по результатам опытных промывок для получения глауконитового концентрата) содержания глауконита достигали 50%. Для глауконитовых песчаников характерно наличие довольно многочисленных остатков мелких двустворчатых раковин, гастропод, остатков зубов акул и другого мелкого детрита.

Химический анализ ряда штучных проб показал содержание К<sub>2</sub>O в глауконитовых песчаниках в пределах 4,8-6%. Содержание калия в таких пределах сопоставимо с содержаниями калия в глауконитовых месторождениях других стран (Россия, Украина и др.). По лабораторным определениям объемный вес глауконитовых песчаников составляет 2,6.

Вверх по разрезу красных глин количество глауконита и его размерность постепенно, но быстро убывают до его полного исчезновения.

*Глауконитовые зерна* в породе имеют зеленовато-черный цвет (Рис. 5). Размеры их колеблются от пылевидных частиц до 1-2 мм, а иногда и более. Кроме глауконита в песчаниках содержатся в небольшом количестве зерна кварца и кварцитов, а также остатки фауны и детрита.

Зерна глауконита чаще всего имеют форму округлых почковатых зерен, хотя встречаются овально-вытянутые, изогнутые, грушевидные, овально-треугольные. Окраска минерала в шлифах в целом зеленая (Рис. 5 ф), но изменчивая в различных тонах: от темного голубовато-зеленого через ярко-зеленый до бледно-зеленого. При параллельных и в скрещенных николях цвет зерен почти одинаковый, разве только во втором случае несколько темнее.

Наиболее интенсивно окрашена центральная часть крупных зерен и, как показывают микрорентгеновые анализы, она более обогащена калием (К<sub>2</sub>O достигает 9,2 %). Светлые части минерала образуют узкие каймы вокруг зерен, а также, раздвигая их, в виде пятен и бухточек входят внутрь зерен. Наиболее светлые участки минерала содержат К<sub>2</sub>O около 6,6 %. Основную часть зерен минерала составляют зеленые разновидности минерала. По-видимому, с поверхности зерна минерала подвержены выщелачиванию и вторичным изменениям (замещению глинистым веществом).

Среднее содержание К<sub>2</sub>O составляет 7,55%, что близко к предельному содержанию калия в этом минерале. В месторождениях других стран (Россия и Украины) глауконит отличается заметно более низкими содержаниями калия, что, по-видимому, объясняется изоморфным замещением калия алюминием или железом. По данным этих же анализов глауконит Кызылтокой отличается очень высоким содержанием железа (до 29%), что для глауконитов вообще является предельным содержанием.

*Кирпично-красные глины сумсарских слоев* отличаются хорошей выдержанностью состава.



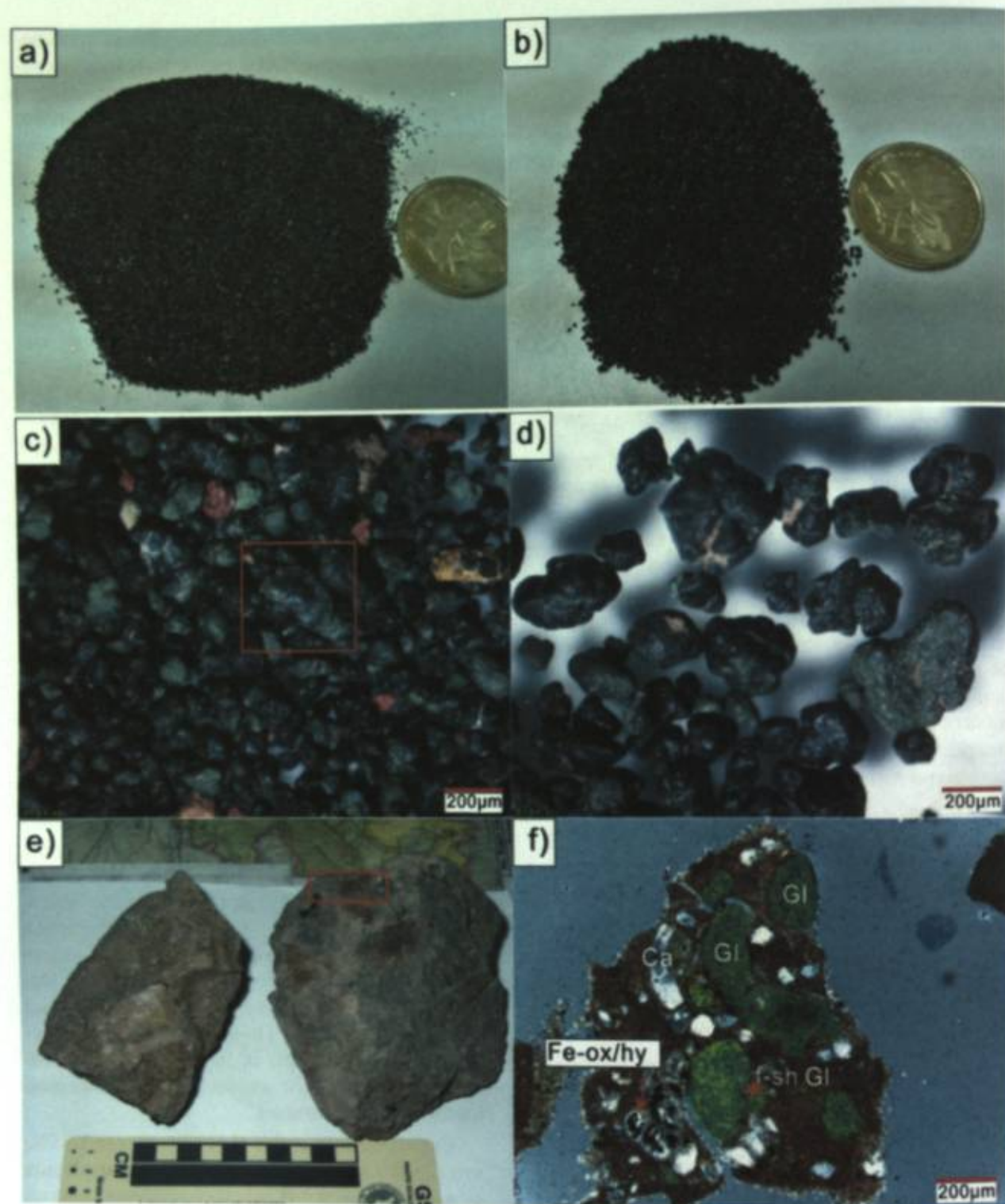


Рис. 5. Концентрат глауконита.

ва. Они представлены тонкими глинами с небольшой примесью мелкого песчаного материала. В верхней части разреза они содержат слой ракушечников до 1,5 м, переполненный массивными створками устриц и остатками червеобразных организмов (ближе неопределенных). Как отмечалось, по составу эти гли-

ны имеют монтмориллонитовый состав. По имеющимся анализам глины содержат ~3,2%  $K_2O$  (Табл. 1). Рентгенофазовый анализ показал наличие в красных глинах кварца, карбонатов, монтмориллонита, каолинита, гематита и глауконита.

Присутствие каолинита в пробах глин и трепелов вызывает некоторое сомнение, так как парагенезис каолинита с монтмориллонитовыми глинами считается запрещенным [8].

Мощность сумсарских глин колеблется около 15-17 м. Местами наблюдается местный размыв ракушнякового слоя.

#### Результаты исследования минерального состава руд

Рентгенофазовый анализ глауконитового (мономинерального) концентрата, зеленой и красной глин, а также трепел глинистых пород месторождения Кызылтокой был произведен в лаборатории Института геологических наук Академии наук Казахстана (г. Алмата). Пробы для анализа были отобраны с двух полных разрезов риштанского-ханабадского интервалов, т.е. из пачки зеленых глин, трепелов и глауконитовых песчаников. В одной из партий проб в качестве эталона был использован концентрат глауконита, содержащий единичные мелкие обломки раковин (карбонат) и кварцевые песчинки.

Установлено, что в концентрате глауконита его содержится около 90 %, остальные 10% составляют смектит, кальцит и кварц. При рассмотрении остальных результатов анализа выявляется, что повышенные содержания глауконита содержатся в трепело-глинистых (5-10%), в зеленых глинах ханабадского горизонта (15-20%) и подстилающих глауконитовый горизонт (15 - 41%).

Таким образом, результаты рентгенофазового анализа показали, что глинистые породы и трепелы исфаринского-ханабадского интервала палеогенового разреза Кызылтокой впадины обогащены глауконитом, находящемся в тонкорассеянном состоянии и, благодаря этому, их следует рассматривать как природные удобрения наряду с глауконитовыми песчаниками.

В Институте фундаментальных наук Кыргызского национального университета (КНУ), кандидатом ф.-м.н., доцентом А. М. Жердевым был проведен рентгенофазовый анализ. Определен фазовый состав глауконитового песчаника, зеленой и красной глин, а также трепела.

**Зеленая глина.** В качестве основных фаз в породе присутствуют кварц, гипс, смектит, иллит и глауконит. Отмечается присутствие «еще какой-то фазы», которую идентифицировать не удалось.

**Красная глина** также содержит кварц, кальцит, смектит, каолинит и глауконит. Кроме того присутствуют «еще какие-то фазы», которые остались не идентифицированными.

**Трепел.** Этот образец породы остался слабо изученным. В качестве основной фазы определен кварц. Присутствуют также каолинит, глауконит или иллит.

По-видимому, под «кварцем» здесь подразумевается опал, который имеет тот же химический состав ( $SiO_2$ ), что и кварц, отличающийся лишь мелкой шарообразной формой аморфных образований.

#### Результаты опытных работ по применению глауконита и трепела в сельском хозяйстве

В отделах Кыргызского национального аграрного университета им. К. И. Скрябина были проведены опытные работы по применению глауконита и частично трепела в сельском хозяйстве. Проведено исследование влияния глауконита на молочную продуктивность и репродуктивную функцию коров, на продуктивность молодняка овец, на урожайность и сахаристость сахарной свеклы и на урожайность и качество картофеля. Во всех случаях получены хорошие положительные результаты. А испытания трепела на молочную продуктивность коров показали более высокие результаты, чем глауконит.

Кыргызским научно-техническим центром по энергетике «Энергия» (КНТЦ «Энергия») проведены опытные работы по очистке трансформаторного масла с использованием в качестве сорбента трепела. Использовался трепел с месторождения Шакафтар (Балыкчи), расположенного в Ала-Букинском районе Джалал-Абадской области, которое протягивается к северо-западу до месторождения Кызыл-Токой и по составу аналогично ему. Установлено высокое качество очистки использованного окисленного масла (уменьшение кислотного числа с 0,11 мг/г КОН (гидроксид калия) до 0,06 мг/г КОН. По этому показателю трепел не уступает по сорбционным свойствам силико-гелю, обычно применяемому для очистки масла в трансформаторах.

#### Заключение

В пограничной полосе Чаткальского и Ала-букинского районов Джалал-Абадской области выявлено месторождение Кызылтокой глауконитовых песчаников, зеленых глин и трепела. В принципе доказана пригодность использова-

ния их в качестве кормовых добавок и природных минеральных удобрений. По аналогии с глауконитами других районов мира они могут быть использованы также как детоксикаторы, мелиоранты и многих других (порядка 20) целей.

По своим особенностям (морские осадочные образования полезных ископаемых, пластовый характер залегания, выдержанные по простиранию и по падению тела руд) месторождение относится к I категории, а по запасам – к крупным.

В научно-исследовательских учреждениях КНАУ им. К.И. Скрябина проведены испытания глауконита и трепела на влияние их в получении сельскохозяйственной продукции. Показано, что глауконит и трепел благоприятно влияют на удой молока дойных коров, улучшение качества молока, на ускоренный рост молодняка КРС. Ускоряет набор веса барашек, улучшает метаболизм и рост шерсти овец. Положительный эффект получен также при испытании на выращивании сахарной свеклы и картофеля. Во всех случаях получен хороший экономический эффект.

#### Литература

1. Бакиров А., Мезгин И. А., Бектемирова Т.А., Усенов М. Строение Палеогена Кызылтокой впадины (южные предгорья Чаткальского Хребта) // Известия НАН КР, 2011, 2. С 81-83.
2. Бакиров А.Б., Мезгин И.А., Бектемирова Т.А. Характеристика глин и трепелов месторождения Кызыл-Токой // Известия НАН КР 2014, 1. С 43 – 47.
3. Вялов О.С. Третичные отложения Ферганы // Геология СССР, Том XXV. Киргизская ССР. Книга 1. Москва: Государственное научно-техническое издательство литературы по геологии и охране недр, 1954. С. 451 – 471.
4. Турбин Л. И. и др. Геологическое описание листа К-42-95 (Алабука) и южной части К-42-83 (Чанач). Отчет о работах М 1:200 000 Южно-Чаткальской партии за 1951-1953 гг. г. Фрунзе, 1954.
5. Акматов М. А., Ситкевич Г. Н. Геологическое строение и полезные ископаемые территории листов К-42-95. Отчет Сумсарской ГСП по работам 1960 – 62 гг., г. Ош. 1962.
6. Литовчак С. В., Селиверстов К. Отчет о геолого-съёмочных работах М 1:50 000 на площади листов К-42-95-Г-6, г. Южно-Чаткальской ГСП за 1981-1985 гг., г. Ош, 1985г.
7. Бектемирова Т.А., Бакиров А.Б., Мезгин И.А. Характеристика глауконита месторождения Кызылтокой // Известия НАН КР, 2014, 2. С 21 – 23.
8. Геккер Р.Ф., Осипова А.И., Бельская Т.Н. Ферганский залив палеогенового моря Средней Азии. М.: Изд. АН СССР, 1962. Т.1 (335 стр), Т. 2(332 стр).

УДК 553.41

Ивлева Елена Александровна,  
ст. науч. сотрудник  
Пак Николай Тимофеевич,  
кандидат геолого-минералогических наук,  
Альпиев Есил Абдрахманович,  
кандидат геолого-минералогических наук,  
технический директор ООО «KAZ Minerals Bozoytchak»

### РЕГИОНАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ РАЗМЕЩЕНИЯ ЗОЛОТО-МЕДНОГО ОРУДЕНЕНИЯ В ГАВА-СУМСАРСКОМ РУДНОМ РАЙОНЕ (КЫРГЫЗСТАН)

**Аннотация.** Гава-Сумсарский рудный район находится в Чаткальском секторе Среднего Тянь-Шаня. Он характеризуется наличием разнообразного оруденения - золота, меди, свинца, железа и др. Главными факторами размещения и формирования в этом районе золото-медного оруденения являются: режим активной континентальной окраины в карбоне, развитие Сандалаш-Чаткальского интрузивного комплекса, наличие карбонатных пород и тектонических разломов, гидротермальная и метасоматическая деятельность.

**Ключевые слова:** золото, медь, месторождение, скарны, интрузия, Сандалаш-Чаткальский интрузивный комплекс.

### ГАВА-СУМСАР РУДАЛЫК РАЙОНУНДА АЛТЫН-ЖЕЗ КЕН БАЙЛЫГЫНЫН АЙМАКТЫК ЖАЙГАШУУ СЕБЕПТЕРИ (КЫРГЫЗСТАН)

**Аннотация.** Гава-Сумсар рудалык район Орто Тянь-Шандын Чаткал секторунда орун алган, жана курамында алтын, жез, коргошун, темир, ж.б. кен байлыктар бар экени менен мүнөздөлөт. Алтын-жез кенинин бул региондо жайгашуусунун эң негизги себептери төмөнкүлөр болуп эсептелинет: карбон мезгилинде континенталдык режимдин пайда болушу, Сандалаш-Чаткал магматикалык процесстердин өнүгүшү, карбонаттык тоо тектер менен тектоникалык жарактардын болушу жана гидротермалдык жана метасоматикалык процесстердин аракеттери болуп саналат.

**Негизги сөздөр:** алтын, жез, кен байлык, скарн, интрузия, Сандалаш-Чаткал комплекси.

### REGIONAL FACTORS IN THE LOCATION OF GOLD-COPPER MINERALIZATION IN THE GAVA-SUMSAR ORE REGION (KYRGYZSTAN)

**Abstract.** The Gava-Sumsar ore region is located in the Chatkal sector of the Middle Tien Shan. It is characterized by the presence of diverse mineralization - gold, copper, lead, iron, etc. The main factors of location and formation of gold-copper mineralization in this area are: active continental margin in the Carboniferous period development of the Sandalash-Chatkal intrusive complex, carbonate rocks and tectonic faults, hydrothermal and metasomatic activity.

**Key words:** gold, copper, deposit, skarns, intrusion, Sandalash-Chatkal complex.

Гава-Сумсарский рудный район находится в западной части Кыргызстана в пределах Среднего Тянь-Шаня. Он является составной частью Бельтау-Кураминского вулcano-плутонического пояса, который входит в состав регионального Центрально-Азиатского орогенного пояса. Бельтау-Кураминский пояс зародился на активной континентальной окраине Кыргызско-Казахского микроконтинента в

начале девона и просуществовал до пермского периода, с перерывом магматической активности со среднего девона по ранний карбон включительно [9]. Вулcano-плутонические пояса подобного типа сопровождаются крупномасштабной медно-порфировой минерализацией и содержат крупные и супер-крупные молибден-медно-порфировые и золото-медно-порфировые месторождения (рис. 1).



Рис. 1. Медно-порфировые пояса мира.

Наряду с собственно порфировыми месторождениями в таких поясах встречаются многочисленные месторождения и рудопроявления золота, меди и молибдена других типов [13]. Бельтау-Кураминский пояс в этом смысле не является исключением, наряду с золото-медно-порфировыми месторождениями Алмалыкской группы (Узбекистан), в данном поясе известны многочисленные месторождения, в том числе крупные, различных типов: эпitherмальные – Кочбулак, Каульды; скарновые – Куру-Тегерек, Каратюбе; гидротермальные жильные – Кызылалмасай, Андагул; минерализованные штокверки в интрузиях – Ункурташ (рис. 2). В Гава-Сумсарском рудном районе крупнейшим золото-медным месторождением является скарновое месторождение Бозымчак.

Помимо месторождения Бозымчак в Гава-Сумсарском рудном районе имеется несколько золоторудных проявлений: Джал-Кокильдак и Ашисай, приуроченные к выходам андезито-дацитов  $D_{1-2}$ . Кызылташ и Карасай, расположенные в кварцевых жилах и минерализованных зонах среди вулканитов карбона ( $C_2$ ). Медная минерализация представлена несколькими рудопроявлениями, самыми крупными из которых являются: Белькудук, Перевальное II, Северо-Кугалинское. К сожалению, эти медные рудопроявления являются мелкими и малоперспективными. Задача геологов в этом рудном районе состоит в обнаружении крупных и средних золотых и золото-медных месторождений возникших в наиболее продуктивное на руду каменноугольное время.

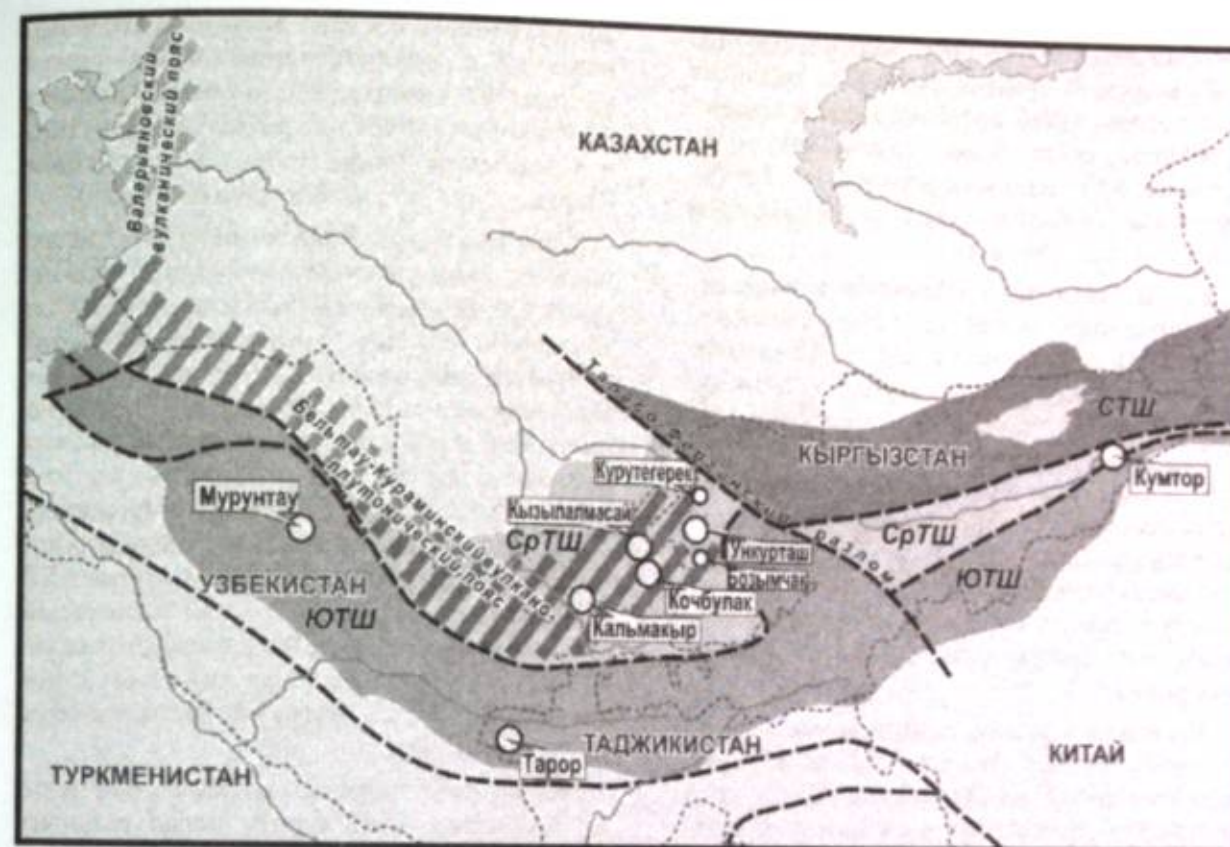


Рис. 2. Схема размещения Бельтау-Кураминского вулcano-плутонического пояса. СТШ – Северный Тянь-Шань, СрТШ – Средний Тянь-Шань, ЮТШ – Южный Тянь-Шань.

Бельтау-Кураминский пояс имеет зональное строение по своему простиранию с запада на восток, что возможно во многом вызвано различными эрозийными срезами, которые мы в настоящее время наблюдаем из-за неравномерного поднятия отдельных блоков земной коры в Тянь-Шане. Чаткальский и Кураминский рудные регионы, входящие в этот пояс, имеют определенные отличительные черты как по магматизму, так и по металлогении. Гава-Сумсарский рудный район располагается на сочленении Чаткальского и Кураминского рудных регионов и соответственно несет отличительные особенности обоих регионов, что дает право некоторым геологам предполагать о наличии в Гава-Сумсарском рудном районе еще неоткрытых медно-порфировых месторождений Алмалыкского типа, а также эпitherмальных месторождений в вулканогенных породах карбона подобных месторождениям Кызылалмасай, Кайрагач и др.

Анализ интрузивных комплексов и оруднения в Гава-Сумсарском рудном районе и соседних территорий Чаткальского региона показал следующее. Из всех интрузивных комплексов карбона, развитых здесь, формирова-

ние крупных промышленных Au и Au-Cu месторождений (Андагул, Ункурташ, Бозымчак, Куру-Тегерек и др.) преимущественно связано с интрузиями Сандалаш-Чаткальского комплекса ( $C_{2,3}$ ). Сандалаш-Чаткальский комплекс был сформирован в 4 фазы, а месторождение Бозымчак располагается в скарнах образованных вокруг небольшой интрузии 3 фазы Сандалаш-Чаткальского комплекса. Месторождение Бозымчак тесно связано с гранодиоритами этого комплекса, и приурочивается к ее эндо- и экзоконтактным зонам в апикальных и краевых частях. Гранодиориты являются источником гидротермальных растворов и рудного вещества. Рудно-магматическая и рудно-метасоматическая система на месторождении является сложной, многоэтапной и многостадийной. Благоприятным фактором для возникновения месторождения явилось так же наличие карбонатных пород большой мощности вокруг интрузива. Эти карбонатные породы под воздействием гидротермальных растворов были преобразованы в скарны, которые впоследствии явились хорошим геохимическим барьером для осаждения рудной минерализации. Вообще наличие мощных карбонатных

толщ является характерной особенностью Гава-Сумсарского рудного района, и карбонатные породы часто преобразуются в скарны. Особенно хорошо процесс скарнообразования проявлен в Гавасайском рудном поле, где обнаружены многочисленные рудопроявления полиметаллов и железа.

Не меньшую роль в развитии и размещении оруденения имеет также тектонический фактор. В региональном плане размещение месторождений и рудопроявлений в Гава-Сумсарском районе в основном контролируется глубинными разломами север-северо-восточного и субмеридионального направлений, и в меньшей степени - северо-западного и субширотного направлений. Широкое распространение имеют и более мелкие разломы, которые зачастую являются оперяющими крупных разломов, и их простираение отличается от основных разломов.

К площадям развития интрузивных и вулканогенных пород, а так же к разломам глубокого заложения в Гава-Сумсарском районе часто приурочены площадные зоны развития метасоматических изменений в породах, что так же является благоприятным фактором для формирования оруденения.

По последним данным абсолютный возраст цирконов (SHRIMP) из интрузии, с которой связано месторождение Бозымчак, соответствует  $309 \pm 2$  млн. лет (сообщение Ytian, 2018), а возраст цирконов из Андагульского массива, который так же принадлежит к 3 фазе, Сандалаш-Чаткальского комплекса, и который является материнским для золоторудных месторождений Ункурташ, Андагул, Сары-Тюбе, Каратюбе и ряда других рудопроявлений, -  $306,9 \pm 2,3$  млн. лет [10]. Эти датировки, а также схожий вещественный состав интрузий подтверждают близкородственное и близковозрастное происхождение данных золоторудных месторождений, и позволяют надеяться на возможность обнаружения в Гава-Сумсарском рудном районе крупных месторождений подобных Ункурташу.

Определения абсолютного возраста на месторождениях Бельтау-Кураминского пояса в Узбекистане (Кальмакыр, Сарычеку, Кызылалмасай и Кочбулак) по цирконам и сульфидам (молибденит, пирит) дают довольно широкий возрастной интервал - 298-315 млн. лет [5, 11, 12, 14]. Этот возрастной интервал так же сопоставим с возрастом интрузии на месторождении Бозымчак. Однако при детальном изучении

вещественного состава интрузивных пород развитых на этих месторождениях, можно однозначно сказать, что полных аналогов порфировых интрузий алмакского типа в Среднем Тянь-Шане на территории Кыргызстана до сих пор не выявлено [3].

Сравнительный петрохимический анализ наглядно показывает отличительные особенности Сандалаш-Чаткальского комплекса. Для того чтобы сравнить химический состав интрузий карбона, развитых в Чаткало-Кураминском регионе, на диаграммы (рис. 3 и 4) были вынесены: а) средние значения состава различных интрузий Сандалаш-Чаткальского комплекса из Чаткальского сектора Кыргызстана [1, 8]; б) химические анализы гранодиоритов и порфировидных гранодиоритов взятые в Гава-Бозымчакском районе [4]; в) химические анализы гранодиоритов Андагульского массива [10]; г) средние значения химических анализов из различных интрузий Кызылсайского комплекса [1, 8].

Также были вынесены точки с химическими анализами интрузивных пород развитых на месторождениях Сарычеку и Кальмакыр (Узбекистан), и поля в которые попадают интрузивные породы медно-порфировых поясов Филиппин и Чили [12].

На рис. 3 и 4 видно, что точки химических анализов интрузивных пород карбона в Чаткало-Кураминском регионе образуют очень обширные поля на диаграммах  $K_2O-SiO_2$  и  $Al_2O_3/(Na_2O+K_2O) - Al_2O_3/(CaO+Na_2O+K_2O)$ . Разброс значений очень большой.

Так на диаграмме  $K_2O-SiO_2$  гранодиориты Андагульского массива (Сандалаш-Чаткальский комплекс) попадают в поле известково-щелочной серии и высоко-калиевой известково-щелочной серии и при этом примерно соответствуют центральным частям полей фигуративных точек медно-порфировых поясов Чили и Филиппин. Гранодиориты и порфировидные гранодиориты из Гава-Бозымчакского района (Сандалаш-Чаткальский комплекс) являются более щелочными, и принадлежат высоко-калиевой известково-щелочной и шшонитовой сериям. Средние значения химических анализов гранодиоритов пород из нескольких интрузивов Сандалаш-Чаткальского комплекса попадают примерно посередине между фигуративными точками гранодиоритов Андагульского массива и Гава-Бозымчакского района. Гранодиориты и монцитониты Алмакского рудного района содержат наибольшее количество калия (особенно на ме-

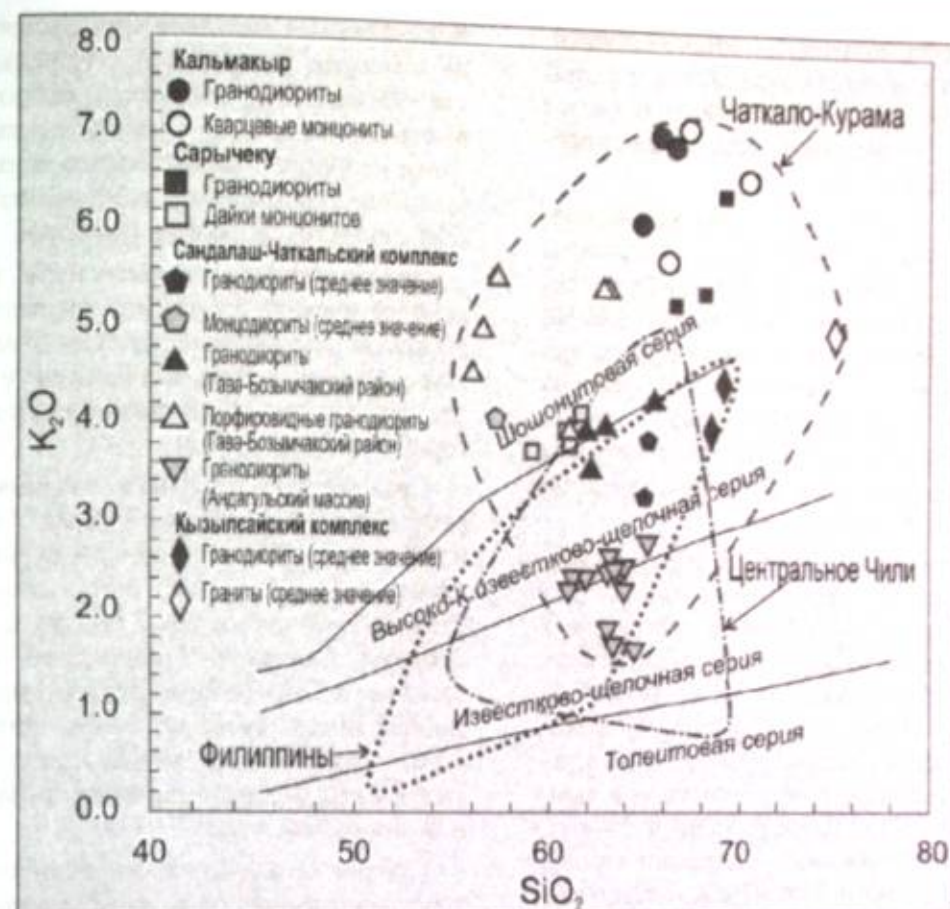


Рис. 3. Диаграмма  $K_2O-SiO_2$  (составлена с использованием данных [12])

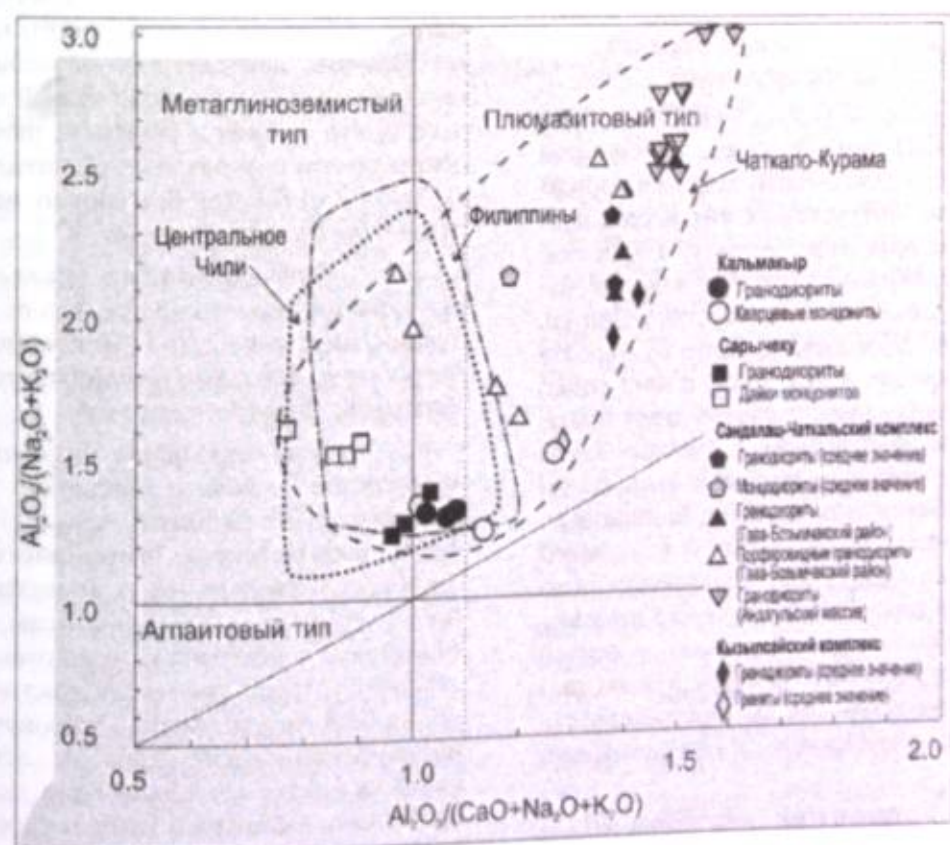


Рис. 4. Диаграмма  $Al_2O_3/(Na_2O+K_2O) - Al_2O_3/(CaO+Na_2O+K_2O)$  (составлена с использованием данных [12])

сторождении Кальмакыр), и относятся преимущественно к шшонитовой серии, и в этом отношении они довольно сильно отличаются от типичных интрузивных пород медно-порфировых поясов.

Нужно отметить, что повышенная щелочность интрузивных пород очень характерна для данного возрастного интервала в Кураминском секторе Тянь-Шаня. Так Далимов Т.Н. [2] характеризуя особенности Кураминского региона, пишет что «Среди магматитов региона господствуют продукты известково-щелочной (при  $K > Na$ ), латит-шшонитовой серии, при резко подчиненном значении или отсутствии продуктов толентового ряда».

В целом, для всех медно-порфировых поясов в мире характерна следующая особенность: молибден-медное оруденение в порфировых системах чаще связано с интрузиями, имеющими повышенную щелочность (4-14%). При резком преобладании калия, для золото-медного оруденения характерен диоритовый состав интрузий и невысокая щелочность при примерно одинаковом количестве калия и натрия в интрузиях. Эта особенность довольно хорошо проявлена и в Бельгау-Кураминском поясе: высокощелочные породы Алмалыкского района дают молибден-медную минерализацию, породы Сандаш-Чаткальского комплекса имеющие более низкое содержание щелочей дают золотое и золото-медное оруденение.

На диаграмме  $Al_2O_3/(Na_2O+K_2O) - Al_2O_3/(CaO+Na_2O+K_2O)$  (рис. 4) видно, что большая часть пород Сандаш-Чаткальского и породы Кызылсайского интрузивных комплексов принадлежат к плюмазитовому ряду, и в целом, являются высокоглиноземистым, чем довольно сильно отличаются как от пород, развитых на территории Узбекистана, так и от пород в медно-порфировых поясах Чили и Филиппин. Нужно отметить, что порфировидные гранодиориты Гава-Бозымчакского района ближе всего расположены к полям фигуративных точек пород, развитых в Чили, на Филиппинах и в Узбекистане. Дальше всего от этих полей располагаются фигуративные точки Андагульского массива. Как и следовало ожидать, средние значения по нескольким массивам Сандаш-Чаткальского комплекса попадают примерно посередине между фигуративными точками Гава-Сумсарского и Андагульского массивов.

На рис. 5 приведена диаграмма  $Al_2O_3 - TiO_2$  для интрузивных пород, развитых на месторождениях Узбекистана (Сарычеку,

Кальмакыр), Сандаш-Чаткальского и Кызылсайского комплексов. Породы Сандаш-Чаткальского комплекса являются очень высокотитанистыми, в то время как породы более молодого Кызылсайского комплекса отличаются пониженным содержанием титана, особенно это относится к гранитам.

Прослеживается определенная тенденция одновременного понижения глиноземистости и титанистости этих пород. Подобная тенденция снижения титана в зависимости от глиноземистости пород прослеживается и для территории Узбекистана [12].

Сравнительный анализ интрузивных пород, развитых в Алмалыкском районе Узбекистана и в Сандаш-Чаткальском интрузивном комплексе, показывает, что они в значительной степени отличаются друг от друга, а гранодиориты Сандаш-Чаткальского комплекса развитые в Гава-Бозымчакском рудном поле во многом имеют промежуточные петрохимические характеристики между гранодиоритами карбонового возраста развитых в Чаткальской и Кураминской зонах.

Причин такого большого различия в химическом составе пород может быть несколько:

1. В позднем палеозое в Чаткало-Кураминском секторе Среднего Тянь-Шаня магматизм проявился во всех известных фациях глубинности: абиссальной, мезоабиссальной, гипабиссальной, субвулканической и вулканической, что говорит о довольно значительном вертикальном интервале их развития (от 10-14 км до 0-2 км) [2], что, безусловно, не могло не отразиться на составе пород.

2. Большое значение могла иметь удаленность того или иного массива от зоны субдукции, которая по сути и была причиной возникновения вулкано-плутонического пояса в Чаткало-Кураминском секторе.

3. Даже небольшие возрастные отличия пород в несколько миллионов лет могли дать достаточно значительные различия в химизме пород различных интрузивных комплексов и в их металлогенической специализации, так как геодинамические процессы в регионе находились в постоянном развитии. Так субдукция, с которой связано становление интрузий карбонового возраста, с течением времени могла ускоряться или, напротив, затихать, мог меняться угол ее наклона и т.д. в зависимости от этого мог меняться и химизм пород [6].

4. Надо отметить, что современный эрозионный срез в различных районах

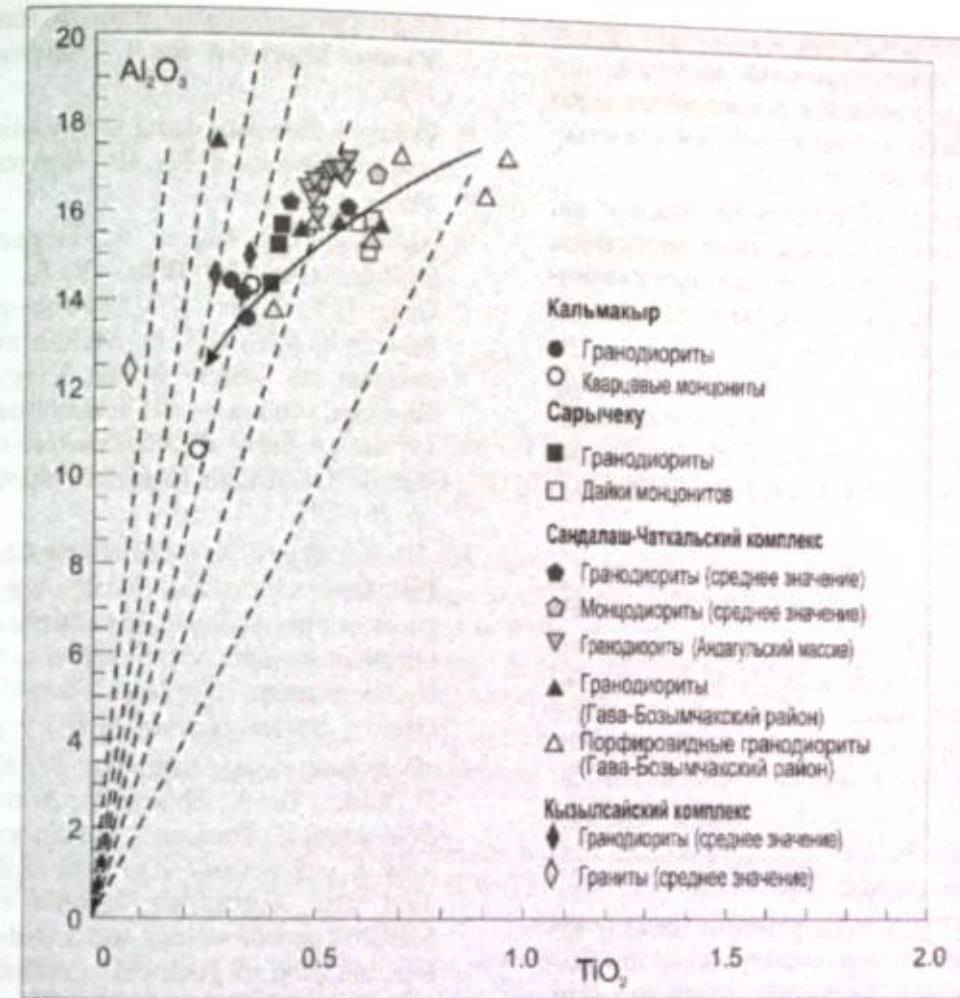


Рис. 5. Диаграмма  $Al_2O_3 - TiO_2$ .

Тянь-Шаня обнажает породы образованные на различной глубине. Так хорошо известно, что Чаткальский регион значительно приподнят относительно Кураминского, и на дневной поверхности Чаткальского региона в Кыргызстане обнажаются интрузивные породы карбонового возраста, сформированные на большей глубине, при этом вулканогенные породы карбонового возраста почти по всей территории Чаткала сильно эродированы, и имеют либо малую мощность, либо полностью отсутствуют.

Отсюда следует, что хотя, интрузивные массивы карбонового возраста, развитые в Чаткало-Кураминском секторе Тянь-Шаня, условно, имеют общую природу образования, связанную с субдукцией Туркестанского палеоокеана под Кыргызско-Казахский континент, но из-за многочисленных незначительных различий в истории их развития, они могут иметь различную рудную специализацию.

Возможно, поэтому для Сандаш-Чаткальского интрузивного комплекса наиболее

типичными являются золото-медно-скарновые месторождения, гидротермальные золото-кварц-сульфидные месторождения в минерализованных зонах, и в нем до сих пор не найдено ни одного медно-порфирового месторождения.

Из всего вышесказанного ясно, что Гава-Сумсарский рудный район является наиболее благоприятным для поисков золото-медного оруденения в скарнах и золото-кварц-сульфидного гидротермального типа.

Таким образом, региональными факторами для формирования золотого и золото-медного оруденения являются:

- Широкое развитие в регионе интрузивных и вулканогенных пород активной континентальной окраины карбонового возраста.
- Наличие интрузивных пород Сандаш-Чаткальского комплекса, особенно гранодиоритов 3-й фазы, которые являются богатым источником гидротерм и рудного вещества.

- Наличие карбонатных пород в ореоле становления гранодиоритовых интрузий, для формирования скарновых тел, которые служат геохимически благоприятной средой для осаждения рудной минерализации.

- Наличие глубинных разломов и зон трещиноватости для обеспечения циркуляции гидротермальных растворов, которые являются рудоподводящими, а иногда и рудолокализирующими структурами.

- Наличие обширных зон метасоматической проработки пород, что является свидетельством гидротермальной деятельности растворов, а значит и процессов рудоотложения.

#### Литература

1. Гесь М.Д., Громова Л.И., Крискович Н.Н., Подзюнов Г.П., Ситкевич Г.Н. Интрузивные комплексы центральной части Чаткальского, Сандашского и Пскемского хребтов. Отчет Петролого-геохимической партии по работам 1963-67. Ош, 1969. Фонды ЮКТЭ.
2. Далимов Т.Н. и др. Геология и полезные ископаемые Республики Узбекистан. – Ташкент: Университет, 1998. – 724с.
3. Далимов Т.Н. Модель развития Чаткало-Курраминского плюма // Актуальные проблемы геологии и геофизики. – Ташкент: Фан. 2007. – 106 - 111 с.
4. Дженчураева Р.Д., Дженчураев Д.Д. Скарны и оруденение Гавасая. Фрунзе: Илим. 1973. – 150 с.
5. Конеев Р.И., Халматов Р.А., Селтманн Р., Диваев Ф.К. Абсолютный возраст магматизма и золотого оруденения в Узбекистане // Интеграция науки и практики как механизм эффективного развития геологической отрасли республики Узбекистан. Материалы международной научно-технической конференции. – Ташкент. 2014. – С. 117-119.
6. Селиверстов К. В. Позднепалеозойская геодинамика и металлогения Чаткальского региона. Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Бишкек. 1992.
7. Стратифицированные и интрузивные образования Киргизии. Кн. I. - Фрунзе, 1982. – 371 с.
8. Стратифицированные и интрузивные образования Киргизии. Кн. II. - Фрунзе, 1982. – 243 с.
9. Alexeiev, D.V., Kröner, A., Hegner, E., Rojas-Agramonte, Y., Biske, Yu.S., Wong, J., Geng, H.Y., Ivleva, E.A., Mühlberg, M., Nikolaichuk, A.V., Liu, D. Middle to Late Ordovician arc system in the Kyrgyz Middle Tianshan: From arc-continent collision to subsequent evolution of a Palaeozoic continental margin/ Gondwana Research (2016), V39. – pp. 261-291.
10. Bo Zu, Chunji Xue, Guoxiang Chi, Nikolay Pak, Xiaobo Zhao, Xinli Wang. Age and petrogenesis of the Andagul granodiorite and its implications on gold mineralization of the Kassan region, western Kyrgyzstan Tien Shan / Ore Geology Reviews (2018), V. 101. – pp. 54–73.
11. Dolgoplova, A.; Seltmann, R.; Konopelko, D.; Biske, Yu. S.; Shatov, V.; Armstrong, R.; Belousova, E.; Pankhurst, R.; Koneev, R.; Divaev, F. Geodynamic evolution of the western Tien Shan, Uzbekistan: Insights from U-Pb SHRIMP geochronology and Sr-Nd-Pb-Hf isotope mapping of granitoids // Gondwana Research, 2017.V. 47. – pp. 76-109.
12. Zhiguo Cheng, Zhao Chong Zhang, Fengmei Chai, Tong Hou, M.Santosh, A.Turesbekov, B.S. Nurtaev. Carboniferous porphyry Cu-Au deposits in the Almalyk ore field, Uzbekistan: the Sarycheku and Kalmakyr examples/International Geology Review. 2017. V.46 (1), pp.1-20.
13. Sillitoe R.H. Porphyry Copper Systems. Economic Geology (2010), 105, 3-41.
14. Xiao-Bo Zhao, Chun-Ji Xue, Guo-Xiang Chi, Xuan-Xue Mo, Bakhtiar Nurtaev, Guozhen Zhang. Zircon and molybdenite geochronology and geochemistry of the Kalmakyr porphyry Cu-Au deposit, Almalyk district, Uzbekistan: Implications for mineralization processes /Ore Geology Reviews (2017), V. 86. – pp. 807–824

УДК 553.08

Кошоев Талгат,

мл.науч. сотрудник

Орозбаев Рустам Талакжерович,

канд. геол.-минер. наук, вед. науч. сотрудник

Карелина Елена Викторовна,

канд. геол.-минер. наук, доцент

Российский университет дружбы народов (Россия)

### ОСОБЕННОСТИ И СТАДИЙНОСТЬ РУДНОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТАЛДЫ-БУЛАК ЛЕВОБЕРЕЖНЫЙ

**Аннотация.** В статье приводится геологическое описание крупного золоторудного месторождения Талды-Булак Левобережный и его минералогические особенности. Были определены основные и второстепенные минералы месторождения, составлена последовательность образования минералов в рудах. Была выявлена тесная пространственная связь между зонами продуктивности рудной минерализации, турмалинитизации с зонами развития порфиритов.

**Ключевые слова:** золото, Актюз-Боординский рудный район, Талды-Булак Левобережный, минералообразование, золоторудная минерализация.

### ТАЛДЫ-БУЛАК ЛЕВОБЕРЕЖНЫЙ КЕН ЧЫККАН ЖЕРИНДЕ АЛТЫН МИНЕРАЛИЗАЦИЯСЫНЫН ӨЗГӨЧҮЛҮКТӨРҮ ЖАНА СТАДИЯЛАРЫ

**Аннотация.** Макалада Талды-Булак Левобережный ири алтын кенинин геологиялык сүрөттөлүшү жана анын минералогиялык өзгөчөлүктөрү көрсөтүлдү. Кен чыккан жердин негизги жана экинчи даражадагы минералдары, жана ошондой эле рудаларда биринин артынан бири пайда болгон минералдардын түзүлүшү аныкталды. Рудалык минерализация болгон аймактардын турмалинитизациялоо жана порфириттердин пайда болгон зоналарынын ортосундагы мейкиндик тыгыз байланышы аныкталды.

**Негизги сөздөр:** алтын, Актюз-Боорду кен району, Талды-Булак Левобережный, минералдын пайда болушу, алтын минерализациясы.

### THE FEATURES AND STAGING OF ORE MINERALIZATION IN THE TALDY-BULAK LEVOBEREZHZNY GOLD DEPOSIT

**Abstract.** The article provides a description of the geological and mineral characteristics of the major Taldy-Bulak Levoberezhny gold ore deposit. The major and minor minerals of the deposit were identified, the sequence of mineral formation in ores was compiled. A close spatial connection between the productivity zones of ore mineralization, tourmalinization and with the development zones of porphyrite was revealed.

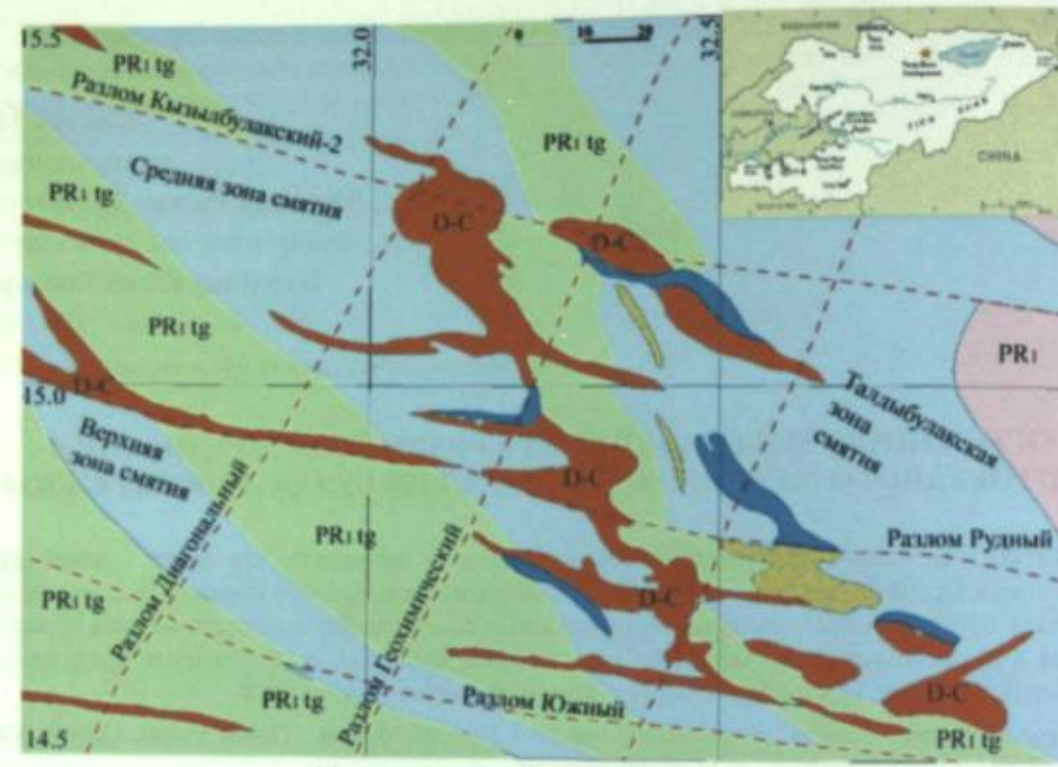
**Key words:** gold; Aktyuz-Boordinsky ore area; Taldy-Bulak Levoberezhny; mineral formation; gold ore mineralization.

#### Геологическое описание

Актюз-Боординский рудный район расположен в центральной части рудного пояса, в бассейне р. Чу, на склонах Кыргызского и Заилийского хребтов (рис.1). Протяженность района – 70 км, ширина 15-35 км. Ведущая геологическая роль в районе принадлежит тектоническим блокам протерозойских мета-

морфитов, обрамленных полями кембро-ордовикских и девонских вулканитов, производных андезито-базальтовых, андезито-риолитовых нормальных и субщелочных магм [1].

Толщи прорваны многофазными интрузиями субщелочных гранитоидов ордовика и обильными дифференциатами гипабиссальных-субвулканических комплексов девона и



### Условные обозначения

PR1tg	Нижнепротерозойский комплекс (зеленые сланцы, амфиболиты, мигматиты)	Кварц-турмалиновые метасоматиты
PR1	Нижнепротерозойский комплекс (сланцевые сланцы, гранито-гнейсы)	Зона золоторудной минерализации
D-C	Девон-карбонный комплекс (субщелочные порфириты)	Зоны смятия и дробления метаморфических пород и кварц-карбонатных метасоматитов
		Тектонические разломы

Рис. 1. Геологическая карта месторождения Талды-Булак Левобережный

ранней перми: кварцевыми диабазами, гранит-порфирами, сиенитами-трахитами, граносиенитами, фельзитами, формирующими рудоносный комплекс даек, малых тел, штоков, экструзий [2,3].

Месторождение Талды-Булак Левобережный (рис.1) локализовано в Кокджонском блоке-выступе докембрийского метаморфического фундамента, тектонически расслоенного на серию литологически разнородных пакетов и инъецированного продуктами прерудного девон-карбонного диорит-монцитонитового субвулканического комплекса и пострудными дайками раннепалеогеновых долеритов [4, 5].

На площади месторождения развиты два субвулканических интрузивных комплекса: прерудный девон-карбонный и пострудный - нижнепалеогеновый. Породы прерудного субвулканического комплекса развиты очень

широко. Они представлены различными морфологическими типами и их комбинациями: штоками, дайкообразными и силлообразными залежами, некками с жерловыми агломератами и лавобрекчиями. По текстурно-структурным признакам выделяются: полнокристаллические породы, порфириты, магматические брекчии и лавобрекчии. По петрохимическим показателям породы рассматриваемого субвулканического комплекса отвечают группе средних магматических пород нормального и субщелочного ряда. Породы интенсивно изменены процессами автотоморфизма и постмагматического метасоматоза [6, 7].

Золоторудная минерализация приурочена к ядру складки, образуя минерализованную зону. В ней выделяются 6 крупных рудных залежей длиной 120–220 м и мощностью от 1 м до 120 м. Форма тел пластообразная, линзообразная,

трубообразная. По падению зона прослеживается на 300–600 м [5].

По вещественному составу месторождение относится к золото-сульфидной рудной формации, медь-содержащей подформации, пирит-халькопиритовый минеральный тип. [6]

### Петрографическое описание

По результатам микроскопических исследований метасоматитов месторождения Талды-Булак Левобережный было установлено, что золото на месторождении локализуется в метасоматитах лиственит-березитового и кварц-турмалинового состава (рис. 2). Определен вещественный состав пород (табл. 1).

Таблица 1

Минеральный состав метасоматитов Талды-Булак Левобережный

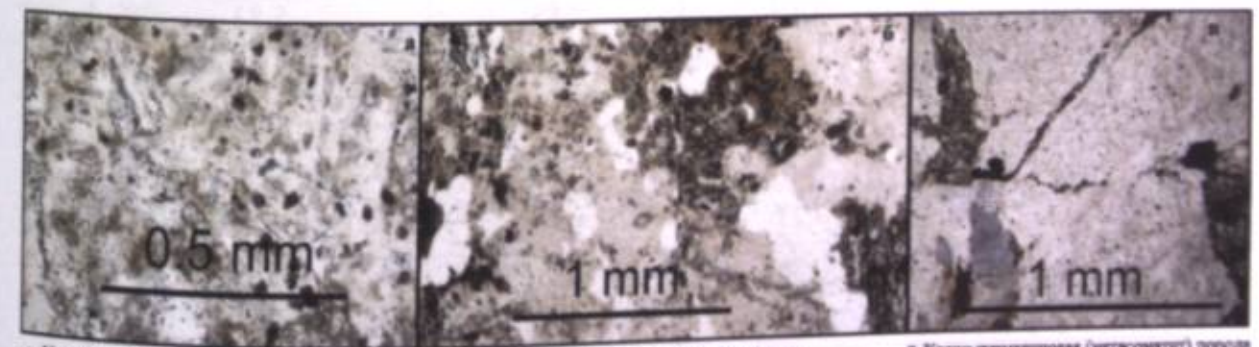
Формация	Кварц(%)	Карбонат(%)	Серицит, Мусковит(%)	Альбит(%)	КШШ(%)	Турмалин(%)
Лиственитовая (кварц-карбонатная)	30	60	10	-	-	-
Березитовая (кварц-серицитовая)	25	20	55	-	-	-
Кварц-турмалиновая	8	6	2	75	3	6

Кварц-карбонатная (доломит) порода – текстура сланцевато-брекчиевая, структура крипнокристаллическая (рис. 2а). В шлифе имеются вытянутые чешуи мусковита. Основная масса кварц и тонкочешуйчатый серицит. В виде пятен неправильной формы присутствуют карбонаты (кальцит, доломит) и густо вкрапленный рудный пирит.

Кварц-серицитовая порода – текстура параллельная, структура катакlastическая (рис.

2б). В шлифе имеются зерна неправильной формы кварца и полевых шпатов. Межзерновые пространства и частично полевые шпаты замещены мелкочешуйчатым серицитом. Имеются вытянутые чешуи мусковита.

Кварц-турмалиновая порода – текстура массивная, структура катакlastическая (рис. 2в). В шлифе имеются мелкозернистый кварц, турмалин, мусковит, серицит. Рудный пирит концентрируется в кварц-турмалиновых прожилках.



а-Кварц-карбонатная (доломит) порода б-Кварц-серицитовая (метасоматит) порода в-Кварц-турмалиновая (метасоматит) порода

Рис. 2. Метасоматиты лиственит-березитового и кварц-турмалинового состава

Основными жильными минералами пород являются кварц – 30%, мусковит-серицит – 55%, карбонаты – 60%, турмалин – 6%. Основными рудными являются – пирит, халькопирит, реже арсенопирит, сфалерит и галенит.

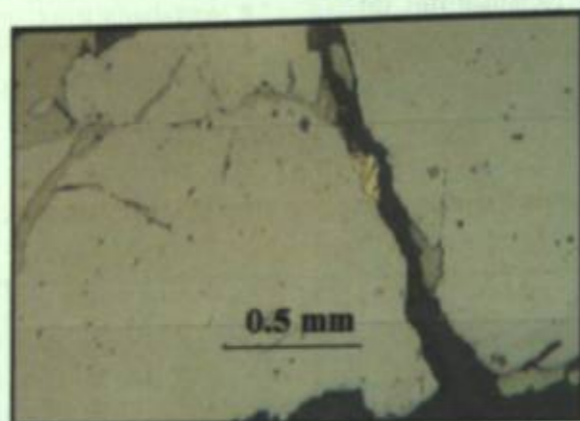


Рис. 3. Катаклазированный пирит, замещенный по микротрещинам халькопиритом. Выделение золота в прожилке жильного минерала.

#### Геохимические данные

Результаты химико-аналитического исследования и рентгенофлуоресцентного анализа, полученные на приборе РЛП-3-03, проведен-

Во всех ассоциациях характерно отложение золота в микротрещинах в пирите, на границах кристаллов и между зернами пирита и халькопирита, в промежутках между зернами кварца (рис. 3).

ные в лаборатории Российского университета дружбы народов, выявили следующий химический состав метасоматитов месторождения Талды-Булак Левобережный (табл. 2):

Таблица 2.

Химический состав метасоматитов

Название пород	Листвениты	Березиты	Кварц-турмалиновые
SiO <sub>2</sub>	44,12	54,34	48,96
TiO <sub>2</sub>	0,21	0,41	0,39
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,13	13,98	10,94
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,73	2,41	2,68
FeO	5,81	2,69	2,78
MnO	0,29	0,32	0,48
MgO	11,89	2,85	5,83
CaO	6,94	3,87	8,24
Na <sub>2</sub> O	0,21	0,21	0,29
K <sub>2</sub> O	1,69	5,34	1,98
H <sub>2</sub> O	0,23	0,95	0,17
SO <sub>3</sub>	0,56	2,83	1,95
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,12	0,21	0,31
п.п.п.*	18,98	7,94	14,94
Сумма	97,91	98,35	99,94

п.п.п.\* - потеря при прокаливании

По полученным данным можно сделать вывод, что содержания элементов в трех породах варьирует умеренно. Например, SiO<sub>2</sub> в листвените – 44,12 мас.%, в то время как в березите 54,34 мас.%, а в кварц-турмалиновом метасоматите 48,96 мас.%. Содержание Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в листвените – 6,13 мас.% примерно в два раза меньше, чем в березите – 13,98 мас.% и в кварц-турмалиновом метасоматите – 10,94 мас.%, такое относительно высокое содержание окиси алюминия, может быть обусловлено серитизацией. По полученным невысоким содержаниям SO<sub>3</sub> в лиственитах – 0,56 мас.%, по сравнению с березитами – 2,83 мас.% и кварц-турмалиновыми метасоматитами – 1,95 мас.% можно сделать вывод, что в лиственитах пиритизация практически отсутствует, нежели в березитах и кварц-турмалиновых метасоматитах.

#### Стадийность минералообразования

Нами было установлено, что минералообразование происходило в 4 стадии (рис. 4), две

из которых являются продуктивными на золото. Первая стадия это березит-лиственитовая. Основными минералами в этой стадии являются кварц, слюды (серицит-мусковит), реже фуксит, карбонаты, циркон, в подчиненном количестве касситерит, сфен, единичные зерна апатита и полевых шпатов. В первой стадии откладывалась рудная минерализация в виде сульфидов (пирит, галенит, сфалерит, халькопирит). Вторая стадия кварц-турмалиновая, является продуктивной для самородного золота, основными минералами в этой стадии являются кварц, турмалин, слюды (серицит-мусковит), карбонаты (Mg-Fe карбонаты, кальцит). Из рудных минералов в этой стадии откладывались сульфиды (пирит, халькопирит, реже галенит, сфалерит). Третья стадия, это кварц-золото-сульфидная, является продуктивной для самородного золота. Основными минералами в этой стадии являются кварц, реже карбонаты (Mg-Fe карбонаты), хлорит, фуксит. Рудная минерализация представлена сульфидами (пирит, халькопирит, реже арсенопирит, сфа-

Стадия	Гидротермальная			
	Березит-лиственитовая	Кварц-турмалиновая	Кварц-золото-сульфидная	Пострудные кварцевые и карбонатные прожилки
Кварц	—————	—————	—————	—————
Серицит-мусковит	—————	—————	—————	—————
Турмалин	—————	—————	—————	—————
Пирит	—————	—————	—————	—————
Халькопирит	—————	—————	—————	—————
Арсенопирит	—————	—————	—————	—————
Золото самород.	—————	—————	—————	—————
Mg-Fe карбонаты	—————	—————	—————	—————
Кальцит	—————	—————	—————	—————
Галенит	—————	—————	—————	—————
Блестящие руды	—————	—————	—————	—————
Сфалерит	—————	—————	—————	—————
Хлорит, фуксит	—————	—————	—————	—————
Циркон	—————	—————	—————	—————
Касситерит	—————	—————	—————	—————
Сфен	—————	—————	—————	—————
Апатит	—————	—————	—————	—————
Полевые шпаты	—————	—————	—————	—————

Условные обозначения  
 ————— более 10%  
 ————— от 5% до 10%  
 ————— менее 5%

Рис. 4. Стадии минералообразования на месторождении Талды-Булак Левобережный



лерит). Четвертая стадия минерализации - это пострудные кварцевые и карбонатные прожилки завершающие минералообразование. В этой стадии основными минералами являются кварц, реже кальцит и рудные минералы, представленные сульфидами (пирит, халькопирит).

Если сравнить стадии минералообразования установленные нами, со стадией минер-

алообразования ранних работ (Колосков В.П. 1996 г.), то в ранних работах выделяется 5 стадий - альбитизация, березит-лиственитовая, кварц-турмалиновая, кварц-золото-сульфидная, пострудные кварцевые и карбонатные прожилки [5]. Нами не выделена стадия альбитизации, но остальные стадии подтверждены.

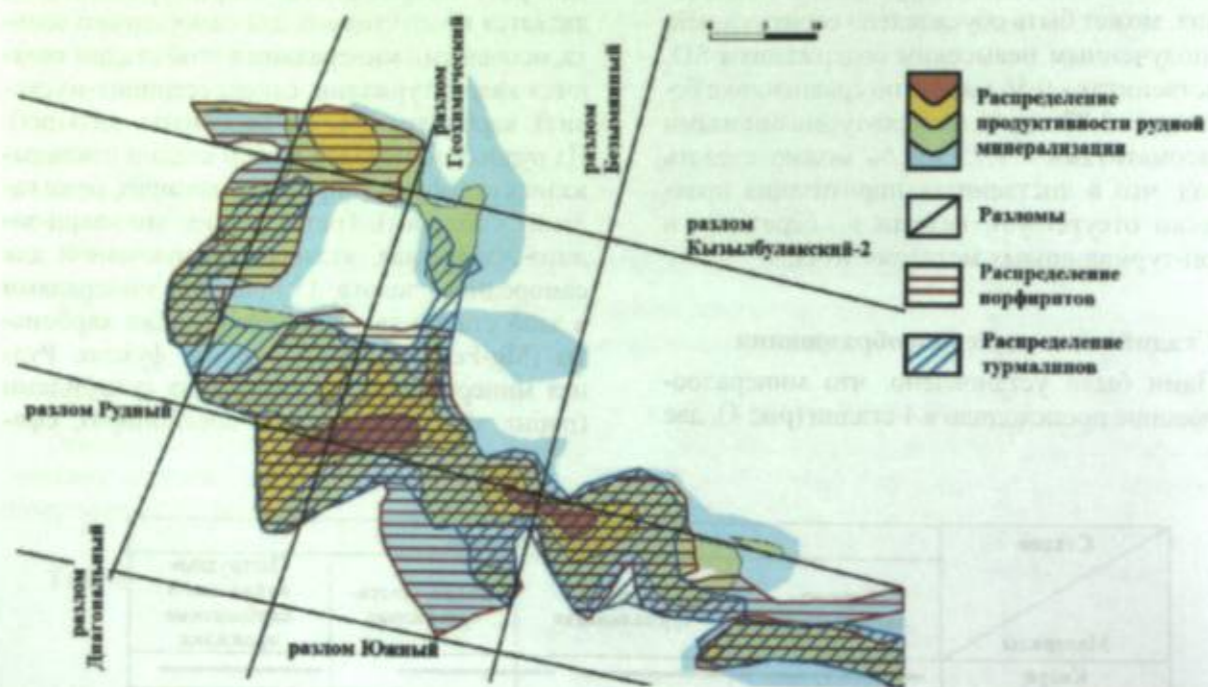


Рис. 5. Карта продуктивности рудной минерализации и распределения метасоматитов (кварц-турмалиновые) и порфириров в Талдыбулакской зоне смятия по данным бурения (по данным: Орто-токойской ГРП Северо-Кыргызской геологической экспедиции (СКГЭ) Б.А.Трифонов и др. 1987 г.)

#### Продуктивность рудной минерализации

По данным разведочных работ Орто-токойской ГРП Северо-Кыргызской геологической экспедиции (СКГЭ) была построена карта продуктивности рудной минерализации на месторождении. В данной работе мы попытались совместить эту карту с распределением кварц-турмалиновых метасоматитов и порфириров. В результате, была получена модифицированная карта продуктивности рудной минерализации, которая показана на рисунке 5.

На месторождении наблюдается тесная пространственная связь между зонами продуктивности рудной минерализации и турмалинизацией, но, в особенности с зонами развития порфириров. Максимальная продуктивность рудной минерализации сосредоточена в узлах

пересечения разлома Рудный с разломами Геохимический и Безымянный. Можно сделать вывод, что рудная минерализация на месторождении Талдыбулак Левобережный тесно связана с порфиритами и метасоматически измененными породами, также с тектоническими разломами.

#### Заключение

По полученным результатам микроскопических исследований и химических анализов пород месторождения Талды-Булак Левобережный было установлено, что золото на месторождении локализуется в метасоматитах листвениит-березитового и кварц-турмалинового состава. Изучив распределение кварц-турмалиновых метасоматитов и порфириров на

месторождении, нами предложена модифицированная карта продуктивности рудной минерализации. По ней видно, что продуктивность рудной минерализации на месторождении Талдыбулак Левобережный тесно связана с порфиритами и кварц-турмалиновыми метасоматитами. Также максимальная продуктивность рудной минерализации наблюдается в узлах пересечения разлома Рудный с разломами Геохимический и Безымянный, что может указывать на связь оруденения с тектоническими процессами. Полученные результаты могут быть использованы в дальнейшем в изучении аналогичных месторождений.

#### Литература

1. Никоноров В.В., Караев Ю.В., Борисов Ф.И. Золото Кыргызстана. Книга 1. Геология. Условия локализации. 2004. 271 с.
2. Трифонов Б.А. Закономерности размещения оруденения на золоторудном месторождении Талды-Булак Левобережный. Фрунзе, 1987. - 262 с.
3. Никоноров В.В., Караев Ю.В., Борисов Ф.И. Золото Кыргызстана. Книга 2. Описание месторождений. 2004. - 342 с.
4. Дженчурова Р.Д. Геодинамика, металлогения и рудогенезис. Бишкек: Илим, 2010. 224с.
5. Колосков В.П. Золоторудное месторождение Талды-Булак Левобережный. Ивановка, 1996. - 198 с.
6. Малоюкова Н.Н. Закономерности локализации и минералого-геохимические критерии оценки золотого оруденения Талдыбулакского рудного поля (Северный Тянь-Шань). Автореф. дис. канд. г.-м. н. Бишкек, 2001. 21 с.
7. Djenchuraeva R.D., Borisov F.I., Pak N.T., Malyukova N.N., Metallogeny and geodynamics of the Aktiuz-Boordu Mining District, Northern Tian-Shan, Kyrgyzstan// J. Asia Earth Sci. 2008. N32. - P.280-299.
8. Пак Н.Т., Ивлева Е.А. Модель формирования золоторудного месторождения Талды-Булак Левобережный в Северном Тянь-Шане// Геология и охрана недр. КазГЕО. 3(56), 2015. - С.10-20.

УДК 551.432 (282.255.6) (04)

**Аламанов Саламат Кулембекович,***кандидат географических наук, с.н.с., заведующий отделом географии, Институт геологии НАН КР; Научно-исследовательский центр экологии и окружающей среды Центральной Азии***Фомина Татьяна Васильевна,***кандидат географических наук, с.н.с., отдел географии***Ахмедов Станислав Маннабджанович,***с.н.с., отдел географии***Бакирова Чолпон Бакировна,***и.с., отдел географии***Сатаров Сагын Суранчиевич,***и.с.*

## СКЛОНОВЫЕ ЛАНДШАФТЫ ИССЫК-КУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

**Аннотация.** В статье рассматриваются особенности, структура, распространение, состав склоновых ландшафтов в геосистемах Иссык-Кульской области. Анализ проведен на основе типологической легенды.

**Ключевые слова:** пустыня, степь, лес, тундра, луг, ландшафт, почва.

## ЫСЫК-КӨЛ ОБЛАСТЫНЫН КАПТАЛ ЛАНДШАФТТАРЫ

**Аннотация.** Бул макалада каптал ландшафттарынын Ысык-Көл областынын геосистемаларындагы өзгөчөлүктөрү, жайгашуусу, түзүлүшү, курамы каралды. Иликтөө типологиялык легенданын негизинде жүргүзүлдү.

**Негизги сөздөр:** көл, талаа, токой, тундра, жайыт, геосистема, ландшафт, топурак.

## THE SLOPES LANDSCAPES OF THE ISSYK-KUL REGION

**Abstract.** The article discusses the features, structure, distribution, composition of slope geo-systems of the Issyk-Kul region. Description is given in the typological legend.

**Key words:** desert, steppe, forest, tundra, meadow, geo-system, landscape, soil.

### Общая характеристика

Объектом наших исследований являются геосистемы, принадлежащие Иссык-Кульской области, площадь которой составляет 43100 км<sup>2</sup>. Территория области располагается в пределах двух физико-географических стран: Среднеазиатской горной страны (Иссык-Кульская и Внутренняя Тянь-Шанская провинции) и Центрально-Азиатских нагорий (Централь-

ная Тянь-Шанская провинция). Иссык-Кульская провинция – обширная замкнутого характера котловина (S=22000 км<sup>2</sup>), ее центральную часть занимает глубоководное бессточное горное озеро (S=6236 км<sup>2</sup>), обрамленное мощными горными хребтами Кюнгей Ала-Тоо и Тескей Ала-Тоо. Кроме Иссык-Кульской провинции данной страны, к территории области относится окраинная восточная часть Внутренней

Тянь-Шанской провинции – это горные хребты широтного простирания: Ак-Шыйрак, Борколдой-Тоо, Джетим-Бель, Кара-Каман и высокогорные сыртовые пространства (2800-3200м): Кара-Каман, Балгарт, Арабель. Центральная Тянь-Шанская провинция, принадлежащая стране Центрально-Азиатских нагорий, находится в пределах бассейна р.Сары-Жаз (S=12900 км<sup>2</sup>) и представляет собой систему высочайших (5000-6000м) хребтов субширотного простирания, веерообразно расходящихся от горного узла пик Победы (7439 м) на юго-запад – это хребты Какшаал-Тоо, Майбаш, Кайынгды, Энгильчек-Тоо, Сары-Жаз, Кан-Тоо (пик Хан-Тенгри – 6995 м). Территория провинции является крупной областью современного оледенения. Здесь располагаются ледники: Кайынды, Звездочка, Южный Энгильчек, Северный Энгильчек, Семенова и др. [1].

В определении понятия «геосистема» мы придерживаемся взглядов академика В.Б. Соцавы [3], который ввел его как научное понятие. Природной геосистемой он называл «конкретную территорию, на которой отдельные компоненты природы находятся в тесной связи друг с другом, с соседними участками, с человеческим обществом, с космосом». Любая система, и геосистема в том числе, обладает структурой, состоит из элементов, которые характеризуются определенной организацией.

В качестве взаимодействующих частей этой системы выделено 174 вида природных комплексов [1; 2]. Они расположены в системе в порядке иерархии от высшего таксономического ранга к низшему таксономическому рангу. Эти свойства системы отражены нами через типологическую классификацию ландшафтов, разработанную В.А. Николаевым [4]. Согласно классификации ландшафтов региона все они относятся к одному классу (горному) и пяти подклассам (высокогорному, среднегорному, низкогорному, межгорному котловинному, горно-долинному), 28 группам (родам) и 9 типам. Рода ландшафтов выделены на геолого-геоморфологической основе. Типы ландшафтов выделены на биоклиматической основе – гляциально-нивальные, тундровые, лугово-степные альпийские, лугово-степные субальпийские, лесолугово-степные, лугово-степные, степные, полупустынные, пустынные.

Структурная организация ландшафтов области определяется внутриконтинентальным положением территорий, их удаленностью от Атлантики и Средиземного моря, соседством с пустынями Средней и Центральной Азии, которое обуславливает общую аридность ландшафтов и резкую контрастность, в соответствии с экспозиционными различиями.

Характерны многообразие климатических условий, с наличием всех типов климата: холодного (вечного мороза и тундры), бореального (с достаточным увлажнением), засушливым (степей и пустынь) умеренно-теплого с отсутствием регулярного снегового покрова и пестрота почвенно-растительного покрова, которые определили ландшафтные различия между отдельными провинциями Иссык-Кульской котловиной, Внутренним и Центральным Тянь-Шанем. Вследствие значительной приподнятости территории над уровнем моря, на высотах от 2500 м до 3500 м повсеместно распространены альпийские и субальпийские луговые лугово-степные ландшафты. Кроме того, из-за особенностей увлажнения Внутреннего и Центрального Тянь-Шаня (200-300 мм осадков), степные и полупустынные ландшафты, также имеют сплошные ареалы распространения. А неравномерная степень развития и интенсивность очагов современного оледенения в высокогорье, и все та же недостаточность увлажнения в среднегорье (2000-3000 м), сказываются на ландшафтной структуре таким образом, что такие ландшафты, как нивальный, тундровый, лесо-лугово-степной имеют дискретные ареалы. На высоких нагорьях Внутреннего и Центрального Тянь-Шаня выпадают нижние ландшафтные пояса, вследствие континентальности, сухости климата и общей приподнятости территории.

Все разнообразие ландшафтов области сводится к трем группам: склоновым (119 видов), межгорно-котловинным (37 видов) и горно-долинным (18 видов) [1;2;5]. Склоновые ландшафты занимают две третьих части территории исследований. В их структуре (таблица №1) особое положение занимают ландшафты ранга «тип», которые в своем распространении подчиняются высотной зональности. Эта закономерность определяется главным образом климатическими условиями, которые изменяются с высотой.

Таблица 1.

Типы склоновых ландшафтов хребтов Тескей Ала-Тоо и Сары-Джаз

	Типы ландшафтов:	Высота над уровнем моря (м)	
		Северный склон Тескей Ала-Тоо	Северный склон Сары-Джаз
1.	пустынный	1700-2000	1960-2900
2.	полупустынный	1700-2100	2000-2900
3.	степной	1900-2700	2300-3700
4.	лугово-степной	2300-2900	2300-3900
5.	лесо-лугово степной	1800-3200	2500-2900(3200)
6.	луговой и лугово-степной субальпийский	2800-3300	2800-3600
7.	луговой и лугово-степной альпийский	3000-3500	3300-3600
8.	горно-тундровый	3500-4800	3700-4300
9.	горно-нивальный	4000-4800	4000-4800 и выше

**Пустыни и полупустыни.** Тип пустынь характеризуется небольшим ландшафтным разнообразием, которое составляет 2,6% от общего числа выделенных видов Иссык-Кульской области. В пределах хр. Тескей Ала-Тоо данный тип располагается в западной предгорной его части от населенного пункта Ак-Олен до Тонского залива, на склонах невысокой сопочной группы Боз-Бармак. Почвы приссыкульских пустынь относятся к типу серо-бурых. Во флоре – преобладают низкие ксерофильные кустарнички и полукустарнички в основном из солянковых формаций и однолетники с весенним и раннелетним циклом развития [6].

В Центральном Тянь-Шане этот тип представлен также солянковыми (поташниковые, реомюрные, симпеговые) и полынными растительными формациями на засоленных бурых пустынных почвах. Они распространены в бассейне р. Сары-Джаз по долинам рек Уч-Коль, Ак-Шыйрак, Кызыл-Капчигай, Узенгю-Кууш, Кайынды, Кой-Кап [7]. В предгорьях, на более увлажненных участках пустыни чередуются с полупустынями, в основном бореального типа. Полупустыни отличаются от пустынь не столько по видовому составу, сколько по характеру растительного покрова - он здесь гуще, проективное покрытие 10-15% иногда до 25%. В ландшафтной структуре региону принадлежит 6,1% видового разнообразия. По северному склону Тескей Ала-Тоо они занимают невысокие передовые гряды между селениями От-

тук и Бокомбаевское. В горах Центрального Тянь-Шаня верхняя граница их может подниматься до 2900 м. Количество осадков в этом поясе составляет 150-250 мм в год. На наиболее сухих и засоленных почвах встречаются фрагменты полынно-солянковой полупустыни. Высокотравная холодная пустыня располагается на высоте 3600-3900 м. Здесь повсеместно сохраняется моренный рельеф. Моренные холмы усеяны валунами, в понижениях образуются многочисленные озера. Для ландшафтов этого типа характерен чрезвычайно разреженный растительный покров. Обнаженная поверхность почв разбита на мелкие многоугольники, где разбросаны редкие подушки сиббальдии на такыровидных карбонатных местами сильно солончаковых почвах.

**Степи.** Следующий ландшафтный тип – горные степи. Этот тип ландшафта является самым распространенным типом, его ландшафтное разнообразие составляет 40,4%. Он занимает во всех подклассах ландшафтов (высокогорном, среднегорном, низкогорном, межгорном котловинном, горно-долинном) доминирующее положение. Климат распространения степей характеризуется холодной, малоснежной зимой; жарким, засушливым летом; количеством осадков – 250-350 мм. Почвы постепенно переходят от светло-каштановых к высокогорным лугово-степным, через горные темно-каштановые и горные черноземы, всегда щелочные и маломощные. Горные сте-

пи широко распространены и заходят далеко вверх, главным образом в западной части северного склона Тескей Ала-Тоо. Они поднимаются до появления типа альпийских лугов и лугово-степей. На востоке области высокогорных степей мало, и занимают они экспозиции солнечных частей склона. По составу разнотравья степи делятся на дерновинно-злаковые и разнотравно-злаковые. В Центральном Тянь-Шане горные степи занимают вертикальный профиль от 2300 до 3900 м, поднимаясь до самых ледников и многолетних снежников. Степи встречаются по террасам, склонам южной и юго-восточной экспозиций, а также по плоским водоразделам Сары-Жазского хребта. Травостой изреженные и низкорослые, без четкой выраженности растительных ярусов. Преобладают растения с поздней ритмикой развития. Ландшафтообразующими растительными формациями являются дерновинно-злаковые степи ковыльные, птилагростисовые, беломятликовые, типчаковые. Горные степи часто подвергаются интенсивному выпасу скота, который изменяет их растительность в сторону уменьшения участия в травостоях злаков и разнообразия видов разнотравья. Высокогорный степной тип ландшафта сыртов расположен на абсолютных высотах 3000-3300 м. Он представляет собой сомкнутые полынно-типчаковые и полынно-типчаково-птилагростисовые степи на высокогорных карбонатных лугово-степных почвах. Местами встречаются такыровидные почвы. Высокогорные степные ландшафты повсеместно используются как зимние пастбища. Высокогорные холодные пустынно-степные ландшафты располагаются на абсолютных высотах 3300-3600 м, занимая сыртовые поверхности, отдельными фрагментами, в основном на солнечных экспозициях. Этот тип ландшафта представлен типчаковыми и птилагростисово-полынными степями. Для них характерен крайне разреженный растительный покров. Моренные холмы и речные террасы покрыты растительностью всего лишь на 5-10%. Почвенные комплексы представлены высокогорными такыровидными степными и лугово-степными почвами и солончаками.

**Лугово-степи и кустарники.** Гипсометрически выше, в более увлажняемой верхней части склонов, степи сменяются лугово-степями. Растительный покров здесь развивается в основном на темно-каштановых и черноземных почвах. В западной части северного склона Тескей Ала-Тоо доминируют злаково-ирисово-разнотравные растительные формации, которые по солнечным склонам поднимаются до

субальпийских лугов, постепенно изменяя свой состав и облик. В восточной части склона развит лесо-лугово-степной кустарниковый тип, связанный с выщелоченными черноземовидными горностепными почвами. Лугово-степи Восточного Прииссыкулья тесно связаны с лесами. Они занимают те же позиции в рельефе, что и ельники, хотя распространены шире и выходят на плакоры средневысотных гор. По флористическому составу здесь преобладают разнотравно-злаковые, высокотравные коротконожковые растительные формации. На Сары-Джазе лугово-степи распространены отдельными ареалами по делювиальным шлейфам, конусам выноса и речным террасам, на высотах от 2300 до 2900 м. Состав травостоя разнообразен. Ландшафтное значение имеют формации ячменя, беломятлика и кобрезии.

**Лесо-лугово-степи.** Лесо-лугово-степной тип на территории исследований имеет, как уже отмечалось выше, дискретный ареал развития, но характеризуется значительным ландшафтным разнообразием, которое составляет 24,5%. На территории области растут хвойные еловые леса из ели Шренка, относящиеся к мезофильным ценозам [6]. Среди них доминируют различные типы еловых лесов с моховым, луговым, разнотравно-злаковым, разнотравным, кустарниково-рябиновым, подлесками. Лиственных лесов на территории области мало. Однако широко распространены заросли лиственных кустарников, а на востоке Тескей Ала-Тоо встречаются небольшие лиственные леса (рябиновые), которые при рубке сменяют ельники. Еловые леса приурочены преимущественно к крутым склонам северной экспозиции, в пределах высот от 1800 (2000) м до 3000 (3200) м. Ель произрастает отдельными массивами, в перемешку с полянами лугово-степей или субальпийских лугов, каменистыми осыпями и выходами скал. В результате формируются весьма сложные по структуре лесо-лугово-степные ландшафты. Основные массивы еловых лесов, не только области, но и республики, сосредоточены в восточной части Иссык-Кульской котловины на склонах Кунгей и Тескей Ала-Тоо, в пределах Пржевальского и Джеты-Огузского лесхозов (43,6 тыс. га). Состояние ельников Прииссыкулья нельзя назвать устойчивым и благополучным. Искусственное прореживание их посредством вырубки и выпаса скота происходило веками. Вопросам восстановления ельников должно быть уделено большое внимание, поскольку они имеют важную водоохранную и почвозащитную роль. Изучение их структуры и ги-

дрологической роли при разных сочетаниях лесных и безлесных площадей представляет большое практическое значение. В условиях Центрального Тянь-Шаня при расчлененном горном рельефе, вследствие разнообразных инсоляционных условий, фрагменты мезофильных лесных, луговых ландшафтов формируются в отдельных боковых долинах хр. Сары-Жаз, на склонах ориентированных строго на север. Высотный диапазон распространения ельников лежит в пределах 2500-2900 (3200) м. Нижний предел ельников определяется недостаточностью увлажнения, а верхний – ограничен малой теплообеспеченностью.

**Луга.** На северном склоне Тескей Ала-Тоо, в западной его части, лугово-степи, а в восточной – лесо-лугово-степи сменяются высокогорными типами ландшафтов - луговым и лугово-степным субальпийским (2800-3300 м) и луговым и лугово-степным альпийским (3000-3500 м). Субальпийский тип является переходным. В нём развиты арчевники, а на востоке, ель (вклиниваются еловые леса). Ландшафтное разнообразие этих типов ландшафтов примерно равное и составляет по 8 % от общего числа видов ландшафтов. Для субальпийского типа ландшафтов характерны среднетравные, большей частью полидоминантные, травостой на маломощных хорошо задернованных и богатых гумусом почвах. Среди них доминируют высокогорные разнотравно-типчачковые и кобрезиевые лугово-степи, а также осоково-кобрезиевые луга. Арчевники, преимущественно, связаны с высокогорными злаково-разнотравными лугово-степями и лугами, приуроченными к каменистым эродированным склонам. Ельники, здесь, представляют небольшие группы деревьев, сочетающиеся с арчой туркестанской и лиственными кустарниками. В условиях Центрального Тянь-Шаня субальпийский тип ландшафтов выражен только в наиболее увлажнённых местностях на склонах северных экспозиций. Обычно он располагается полосой над ельниками, а также в верховьях долин многих рек бассейна р. Сары-Жаз, в условиях, где лес не может существовать из-за недостатка тепла. Доминирующими растительными формациями являются разнотравно-злаковые лугово-степи и типчачково-кобрезиевые луга.

Для альпийского типа ландшафтов характерно повсеместное распространение многолетних мерзлых грунтов и пород. Травостой альпийских лугов низкие, малопродуктивные. Среди них, преобладающими являются высокогорные разнотравно-типчачковые лугово-сте-

пи и на выровненных участках кобрезийники лугового типа. В Центральном Тянь-Шане тип альпийских ландшафтов характерен для всей его территории в диапазоне высот 3300-3700 м.

**Горная тундра.** Горно-тундровый тип ландшафта на северном склоне Тескей Ала-Тоо имеет небольшие ареалы распространения (3800-4300 м), а для Внутреннего и Центрального Тянь-Шаня эти ландшафты наиболее типичны и широко распространены (3700-4300 м). Ландшафтное разнообразие горных тундр невелико и составляет 2,6% от общего числа видов ландшафтов. Данный тип находится в особо суровых климатических условиях, в непосредственной близости от ледников и многолетних снежников, в зоне сплошного распространения вечной мерзлоты. Как правило, он занимает выровненные денудационные поверхности и древние слабо задернованные морены. По северным склонам Тескей Ала-Тоо и Сары-Жаза в пределах данных высот формируются ландшафты разреженного разнотравья, а на плакорных участках и склонах, ориентированных на юг, распространяются сибальдиевые подушечники. Эти растения являются наиболее характерными и приспособленными к суровым условиям горных тундр. Подушки сибальдии имеют плоскую или выпуклую, округлую форму, диаметром 60-70 см, с проективным покрытием 50-60%. Между ними находятся участки такыровидной поверхности, покрытые в основном щебнем. Сибальдиевая растительность распространена в хребтах Борколдой, Ак-Шыйрак, Какшаал-Тоо. В подушках сибальдии селятся некоторые растения альпийской флоры [7].

**Нивальный пояс.** Завершает структуру высотной поясности гляциально-нивный тип ландшафтов (3600-4800 м и выше), где располагаются многочисленные ледники, фирновые поля, современные морены, остроконечные гребни. На скалистых склонах сомкнутый почвенный и растительный покров отсутствуют. Здесь преобладают процессы физического и морозного выветривания. Безусловно, ледники являются элементами, преобразующими ландшафты и украшающими внешний облик гор Тянь-Шаня. Всего на территории Иссык-Кульской области насчитывается 2295 ледников, площадь которых составляет 3304,1 км. Это значительный узел современного оледенения, в котором сконцентрированы крупнейшие ледники Кыргызстана (Энгильчек, Семенова, Мушкетова, Кайынды).

## Выводы

1. В спектре ландшафтов преобладают ксерофитные типы, имеющие значительное видовое разнообразие, что обусловлено положением района исследований в сравнительно низких широтах внутри материка и присутствием крупнейших пустынных пространств Центральной Азии, а также, влиянием горных хребтов Внутреннего и Центрального Тянь-Шаня.

2. На фоне общей ксерофитизации территории мезофитная группа ландшафтов, в частности, лесо-лугово-степной тип имеет тенденцию к сокращению ареала.

3. Большой устойчивостью характеризуются степные ландшафты, что объясняется их видовым разнообразием, способствующим взаимозаменяемости.

4. Менее устойчивыми являются горные тундровые и горные пустынные ландшафты. Это связано в тундрах с низкой активностью биохимических процессов, а в пустынях - с ускорением этих процессов.

## Литература

1. Атлас Киргизской ССР. Природные условия и ресурсы. – М.ГУГиК, 1987. – 157 с.
2. Аламанов С. К., Сакиев К.С., Ахедов С.М. и др. Физическая география Кыргызстана. – Бишкек, Турар, 2013 – 586 с.
3. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск, 1978, 319 с.
4. Николаев В.А. этапы ландшафтного картографирования и оценка возможностей сельскохозяйственного использования целинных земель // Учен. зап. Латв. Ин-та – 1961. Т.37. – С. 199-208
5. Азыкова Э.К. Ландшафты (карта М 1: 500 000, 10 листов) // Природные условия и ресурсы Киргизской ССР. – Москва, Ташкент: ККИПР, ГУГК, 1987.
6. Соболев Л.Н. Очерк растительности Иссык-Кульской котловины. – Фрунзе: Илим, 1972. – 106 с.
7. Орозгожоев Б.О. Структура и динамика ландшафтных компонентов Центрального Тянь-Шаня. – Фрунзе: Илим, 1981. -158 с.

УДК 630.1

**Монолдорова Акылай Монолдоровна,**

мл.науч.сотр.

**Аламанов Саламат Куленбекович,**кандидат географических наук, с.н.с., заведующий отделом географии ИГ НАН КР,  
Научно-исследовательский

центр экологии и окружающей среды Центральной Азии

**Сатаров Сагынбек Суранчиевич,**

мл.науч.сотр.

**Дуулатов Элдияр Сапарбекович,**

PhD, Синьцзянский институт экологии и географии

Академия наук КНР

**Памирбек кызы Мээрим,**

PhD, Синьцзянский институт экологии и географии

Академия наук КНР

**Бахтиёров Зулфиёр Бахтиёрович,**

науч.сотрудник Худжандский научный центр,

Академии наук Республики Таджикистан

**ВЛИЯНИЕ КЛИМАТА НА ШИРИНУ ГОДИЧНЫХ КОЛЕЦ ТОПОЛЯ И БЕРЕЗЫ В  
ПОЙМАХ РЕК: река ТАРИМ, КИТАЙ**

**Аннотация.** Ширина годичных колец дерева может дать четкое представление о том, какие параметры влияют на него в тот или иной период роста. Хронология ширины годичных колец деревьев *Populus euphratica* и *Betula platyphylla*, была изучена на основе дендрохронологических стандартов, в поймах реки Тарим, Синьцзянского региона на высоте 500-1000 метров над ур.м. Климатические факторы, влияющие на ширину годичных колец, были исследованы с использованием коэффициента корреляции Пирсона. Для анализа использовались четыре параметра месячных климатических и гидрологических данных (средняя температура, общее количество осадков, сток реки).

**Ключевые слова:** годичное кольцо, дендрохронология, тополь, береза.

**ДАРЯЯ ЖАЙЫЛМАЛАРЫНДАГЫ АК КАЙЫҢ ЖАНА ТЕРЕКТІН ЖЫЛДЫК  
ШАКЕКЧЕЛЕРИНЕ КЛИМАТТЫҢ ТИЙГИЗГЕН ТААСИРИ:  
ТАРИМ дарыясы, КЫТАЙ**

**Аннотация.** Бул макалада деңиз деңгээлинен 500-1000 метр бийиктиктеги Шинжаң аймагындагы Тарим дарыясынын жайылмаларында *Populus euphratica* (ак кайың) жана *Betula platyphylla*, (терек) дарактарынын жылдык шакектеринин жазысынын хронологиясы дендрохронологиялык стандарттарынын негизинде изилденди. Жылдык шакектердин жардамы менен изилдөө жүргүзүлдү. Талдоо үчүн төрт параметргеги климаттык жана гидрологиялык орточо айлык (орточо температура, жаан чачындын саны, дарыя агымы) маалыматтар колдонулду.

**Негизги сөздөр:** жылдык шакекче, дендрохронология, терек, ак кайың.

**CLIMATIC RESPONSE FROM TREE-RING WIDTH OF POPULUS AND BETULA AT  
THE FLOODPLAINS: TARIM RIVER, CHINA**

**Abstract.** Tree-ring width can give clear visions of what parameters influence in this or that period of its growth. Tree-rings width chronologies of *Populus euphratica* & *Betula platyphylla*, were investigated based on dendrochronological standards on the Tarim River floodplains, Xinjiang Region at an altitude of 500-1000 m a.s.l. and climatic factors influencing the tree-ring width were examined using a Pearson's correlation coefficient. Four parameters of monthly climatic data [mean temperature, total precipitation, river run off] were used for the analysis.

**Key words:** Tree-ring, dendrochronology, *Populus euphratica*, *Betula platyphylla*

**Введение**

Климатические изменения, происходящие в последние десятилетия, поднимают вопрос о причинах их возникновения. Подсчеты мирового изменения климата основаны на серии инструментальных метеорологических данных и косвенных источниках климатической информации [9,10]. В то же время нельзя исключать тот факт, что наблюдаемые климатические колебания вписываются в рамки естественных климатических изменений, которые неоднократно имели место в прошлом. Имеются вполне обоснованные сомнения в том, что современные числовые климатические модели, основанные на коротких сериях наблюдений, должным образом учитывают внутренние и внешние факторы, влияющие на физические процессы в климатической системе. Выход из этой ситуации заключается в привлечении косвенных индикаторов изменения климата с высоким временным разрешением, с последующим анализом уровня естественной изменчивости климата за последние одну или две тысячи лет [11,17].

В настоящее время существует ограниченное количество источников, которые сохранили информацию о климатических изменениях: лимнические отложения, палинологические, лихенометрические, ледниковые отложения и т. д. [2,4,6,7]. Однако не все из них позволяют, с высоким временным разрешением (год, сезон) восстанавливать изменчивость условий окружающей среды в течение длительного временного интервала. Что касается континентальных регионов Евразии, то дендрохронологические ряды отвечают требованиям, так как древесная растительность на верхней границе ее роста чувствительна к изменениям.

Река Тарим является самой крупной рекой внутреннего стока в Китае, которая, по оценкам, имеет естественный сток  $800-900 \times 10^6$  м<sup>3</sup> в год в результате таяния ледников [8]. Как

было обозначено [1,18] река Тарим (покрывает площадь примерно  $1020 \times 103$  км<sup>2</sup> [16] находится в огромном внутреннем бассейне Тарим, который в значительной степени занят пустыней Такла-Макан площадью 337,600 км<sup>2</sup>, являющейся второй по величине песчаной пустыней в мире. Влажные воздушные потоки сюда не проходят, так как бассейн окружен горами Памир, Тянь-Шань и Куьнлуьнь [14].

Река Тарим пополняется дождевыми осадками и, в частности, водой от таяния альпийских ледников, в долгосрочной перспективе средний поверхностный сток достигает  $3.98 \times 10^3$  м<sup>3</sup> в год, однако ежегодная дождевая подпитка реки очень низкая, а потенциальное испарение велико. Вода от таяния ледников, осадки и снеготаяние, а также основной поток составляет 48,2%, 27,4% и 24,4% от общего потока, соответственно [13,15]. С 1970 года нижняя часть бассейна реки Тарим постепенно иссушается, а прибрежная растительность на поймах деградирует. Общая площадь бассейна составляет  $1.02 \times 10^6$  км<sup>2</sup> и охватывает пять префектур, 42 округа и 55 полков Синьцзянского строительного-производственного корпуса [12].

**Цель исследования**

Целью нашей работы являлось:

- Составление хронологии ширины годичных колец деревьев на основе древесных пород *P. euphratica* и *B. platyphylla*.
- Выяснить связь с климатическими и гидрологическими условиями (такими, как температура, осадки и сток).

**Материалы и методы**

Область исследования находится в северной части Китая на водосборе реки Тарим, которая является крупнейшим внутренним водоразделом и бассейном реки внутреннего стока в Китае (Рис.1).

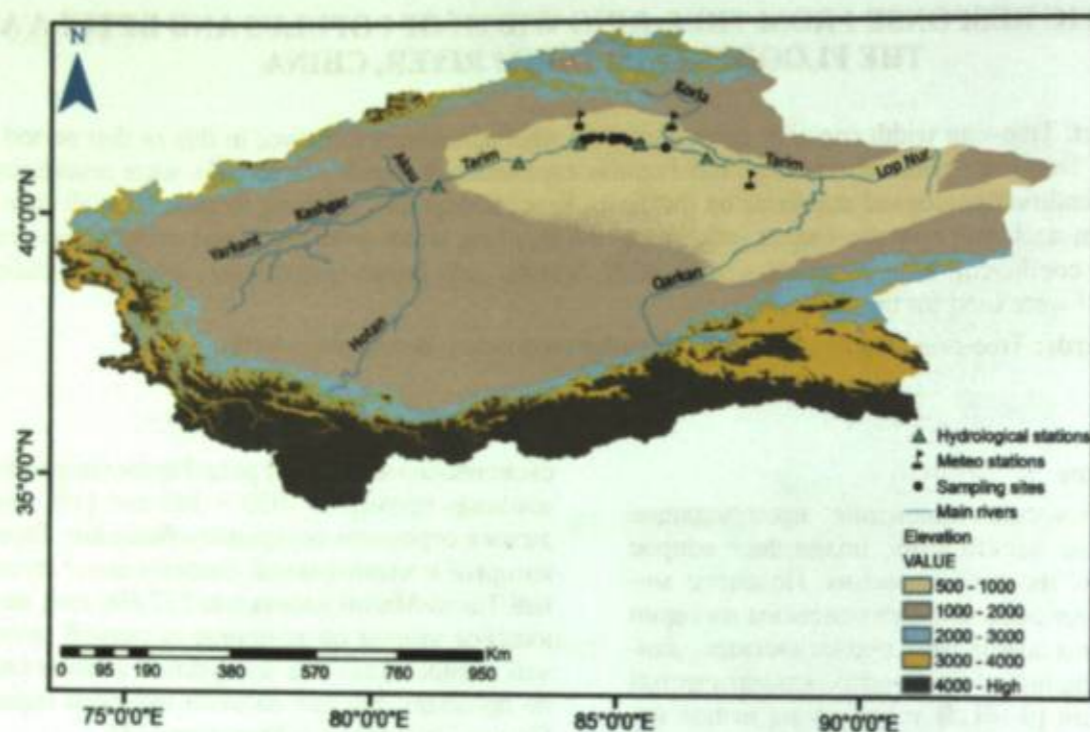


Рис. 1. Область исследования в бассейне реки Тарим, Китай

#### Данные по климату и стоку

Рис. 2 показывает среднюю месячную температуру/речной сток и общее количество осадков в месяц. Данные о температуре и осадках представлены за короткий период, около 59 лет (1957-2015 гг.), которые были получены на метеорологических станциях Tieganlike (Тиганлайк), Luntai (Лунтай) и Kuerlu (Куерлу) (Таб. 1). Данные о речном стоке также были за очень короткий период примерно за 50 лет

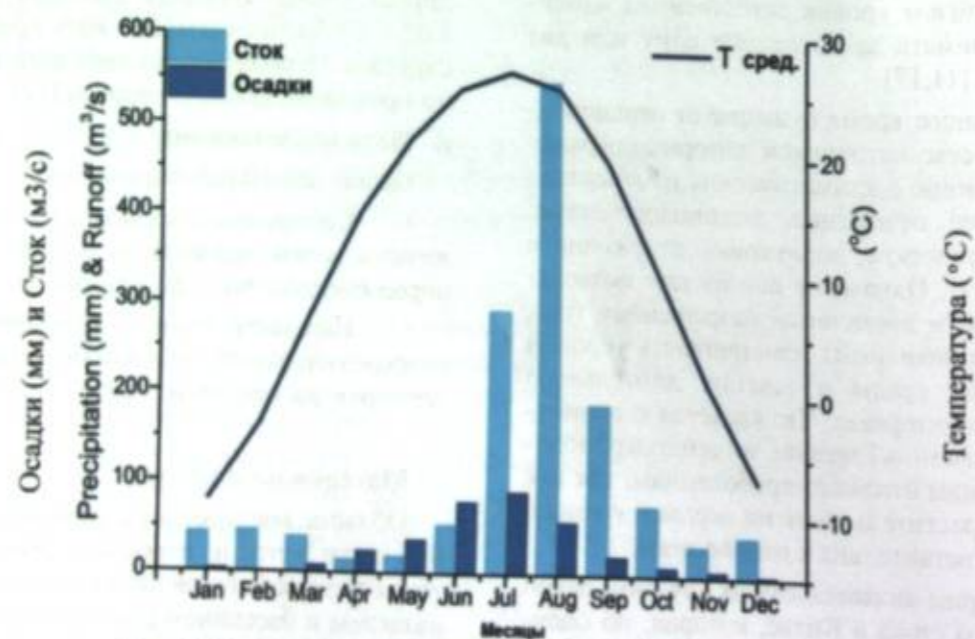


Рис. 2. Климатическая диаграмма со станции Tieganlike.

(1957-2006 гг.). Для оценки были применены средние коэффициенты корреляции между индексами годовых колец со всех участков сбора образцов и 5 гидрологических станций (Alaer, Xinqiman, Yingbazha, Wusiman и Qiala) (Аласр, Синьциман, Инбажа, Вусиман и Киала). Важной и основной проблемой использованных данных является то, что гидрометеорологические станции находятся далеко от участков сбора образцов годовых колец деревьев.

Таблица 1.

Характеристика метеорологических и гидрологических станций

Станция	Высота (м)	Широта (N)	Долгота (E)	Период
Tieganlike	846	40°38'	87°42'	1957-2015
Luntai	976.1	41°47'	84°15'	1959-2015
Kuerlu	931.5	41°45'	86°08'	1959-2015
Alaer	1009	40°33'	81°20'	1957-2006
Xinqiman	962	40°56'	82°59'	1957-2006
Yingbazha	928	41°12'	84°19'	1957-2006
Wusiman	908	40°58'	85°29'	1957-2006
Qiala	875	40°53'	86°49'	1957-2006

Участок **Talimuhe (Талимухе)** (40°58'~41°11'N, 84°18'~85°59'E, 870-930 м. над уровнем моря) расположен на реке Тарим, где мы собрали образцы с 16 участков (Таблица 2), которые были собраны для одной породы *P. euphratica* в пойме реки Тарим, мы их объединили в группу и присвоили код, на участке **Aqike (Акуайк)** (A) (41°3'2"~41°3'47"N, 85°59'39"~85°59'51"E, 870-900 м. над уровнем моря) мы собрали образцы с 2 мест. Высота деревьев на этом участке варьируется от 4.5 до 14.4 м, а диаметр от 0.45 до 1.7 м. На участке **Shazihekou (Шазихекон)** (SH) (41°9'2"~41°9'38"N, 84°56'51"~84°58'28"E, 900-920 м. над уровнем моря) мы собрали с

3 мест, высота деревьев составляет 7.2-17 м и диаметр 0.54-1.02 м. На участке **Shengtaizha (Шенгтайжа)** (S) (41°10'14"~41°10'17"N, 84°55'23"~84°55'20"E, 900-910 м. над уровнем моря) мы отобрали образцы из 2 мест с высотой деревьев 6.3-10.8 м и диаметром 0.8-1.25 м. На участке **Wusiman (Вусиман)** (W) (40°58'27"N, 85°28'19"E, 900 м. над уровнем моря) мы выбрали только одно место, где высота деревьев составляла 6.3-12.6 м и диаметр 0.45-1.4 м. На участке **Yingbazha (Инбажа)** (Y) (41°0'29"~41°11'12"N, 84°18'16"~85°15'3"E, 890-930 м. над уровнем моря) были собраны образцы с 9 мест, высота деревьев составила 4.5-18 м и диаметр 0.45-1.7 м.

Таблица 2.

Характеристика участков отбора образцов

Участок отбора образцов	Код	Высота (м. над уровнем моря)	Широта (N)	Долгота (E)	Высота дерева (м)		Диаметр (м)	
					макс	мин	макс	мин
Aqike	A1	870	41°3'2"	85°59'39"	14.4	6.3	1.70	0.55
	A2	890	41°3'47"	85°59'51"	11.9	9.0	2.00	1.05
Wusiman	W1	900	40°58'27"	85°28'19"	12.6	6.3	1.40	0.45
Shazihekou	SH1	900	41°9'38"	84°56'51"	15.3	7.2	0.89	0.54
	SH2	910	41°9'2"	84°57'48"	11.9	8.1	0.91	0.65
	SH3	920	41°9'24"	84°58'28"	17.0	7.2	1.02	0.73
Shengtaizha	S1	900	41°10'14"	84°55'23"	10.8	6.3	1.25	0.80
	S2	910	41°10'17"	84°55'20"	9.9	8.1	1.16	0.90

Yingbazha	Y1	930	41°11'12"	84°18'16"	8.1	4.5	1.10	0.55
	Y2	920	41°11'0"	84°19'59"	10.8	5.4	1.29	0.51
	Y3	910	41°10'2"	84°24'25"	10.8	8.1	1.70	0.90
	Y4	900	41°0'29"	85°15'3"	12.6	7.7	1.10	0.45
	Y5	890	41°2'39"	85°7'24"	14.4	7.7	0.95	0.51
	Y6	900	41°5'57"	85°3'2"	16.2	6.0	1.14	0.79
	Y7	910	41°9'29"	84°54'37"	18.0	5.4	1.37	0.49
	Y8	900	41°10'56"	84°41'29"	13.5	7.7	1.05	0.56
	Y9	920	41°10'56"	84°30'51"	15.3	6.0	1.05	0.53

### Результаты исследования и обсуждение

Наша статистическая стандартная хронология перекрестного датирования, подготовленная COFECHA и ARSTAN, представлена в таб. 3. Хронология годичного кольца дерева варьировалась с 17 до 186 лет (Рис. 3), средняя чувствительность с 0.216 до 0.497; стандартное отклонение от 0.252 до 0.531 и средняя корреляция между значениями основного временного ряда составила 0.408-0.739, что свидетельствует о значительной чувствительности к изменению климата [3]. Поскольку автокорреляция первого порядка была низкой (-0.416-

0,111), за исключением деревьев из A1, A2, Y5 и Y8, которые соответственно имели высокие показатели автокорреляции (0,249, 0,51, 0,253 и 0,569). Эти данные подразумевает, что на некоторых участках выборки в текущем году на рост кольца оказывают влияние условия предыдущего года, на других такое влияние не наблюдается [5]. Отношение сигнал/шум, особенно высокий диапазон от 2,841 до 49,397, и выраженный сигнал популяции также был значительным в основном 0,74-0,98, что предполагает прочные связи с информацией об окружающей среде [3].

Таблица 3.

Статистические данные COFECHA и ARSTAN для стандартных хронологий

Site code	MS	SD	SNR	EPS	AC1	MC
A1	0,329	0,338	5,464	0,845	0,249	0,621
A2	0,387	0,531	6,345	0,864	0,51	0,556
W1	0,329	0,252	14,731	0,936	-0,173	0,696
SH1	0,458	0,346	18,623	0,949	-0,416	0,693
SH2	0,216	0,26	9,093	0,901	0,112	0,577
SH3	0,405	0,333	13,514	0,931	0,002	0,716
S1	0,349	0,263	9,7	0,907	-0,248	0,657
S2	0,338	0,278	13,562	0,931	-0,126	0,669
Y1	0,497	0,419	16,151	0,942	-0,291	0,678
Y2	0,337	0,408	9,376	0,904	0,051	0,695
Y3	0,407	0,357	16,033	0,941	0,108	0,739
Y4	0,336	0,367	16,554	0,943	0,111	0,681
Y5	0,281	0,365	24,803	0,961	0,253	0,731
Y6	0,234	0,253	11,459	0,92	-0,039	0,61
Y7	0,37	0,369	49,397	0,98	-0,261	0,583
Y8	0,228	0,339	2,841	0,74	0,569	0,408
Y9	0,344	0,258	11,203	0,918	-0,218	0,710

\*MS - средняя чувствительность; SD - стандартное отклонение; SNR - отношение сигнал/шум; EPS - выраженный сигнал популяции; MC - средняя корреляция значений основного временного ряда; AC1 - первая автокорреляция

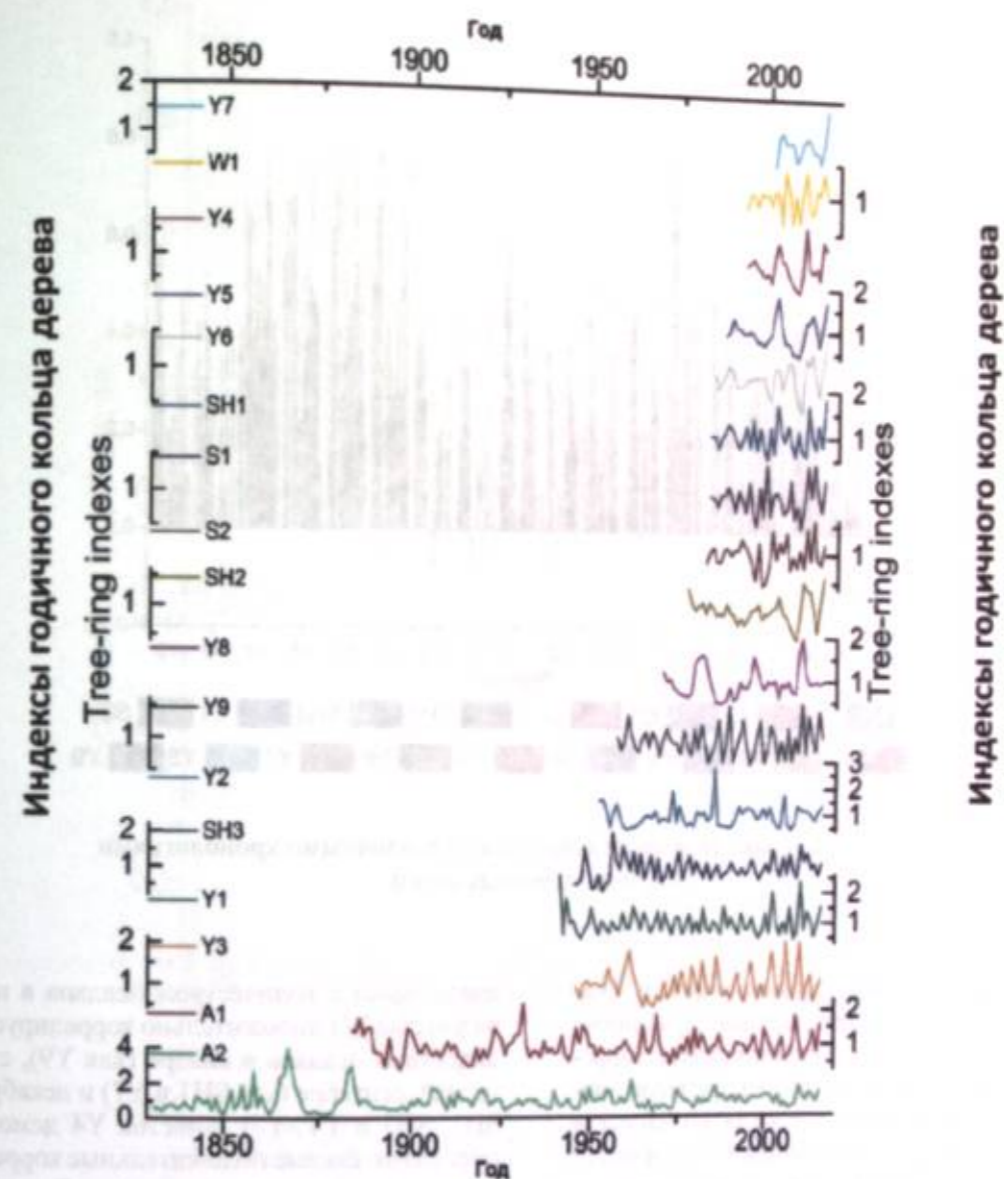


Рис. 3. Хронология ширины годичных колец дерева бассейна реки Тарим вдоль реки Тарим. Перекрестная корреляция между хронологиями годичных колец: связь между породами была определена с помощью показателя корреляции Пирсона, который свидетельствует о хорошем и сильном сходстве между хронологиями (Рис. 4). Как правило, большинство коэффициентов корреляции были в основном на уровне 99%. Наибольшая корреляция была найдена между SH2 с Y4-Y7 (0,777) и Y4 с Y5 (0,787).

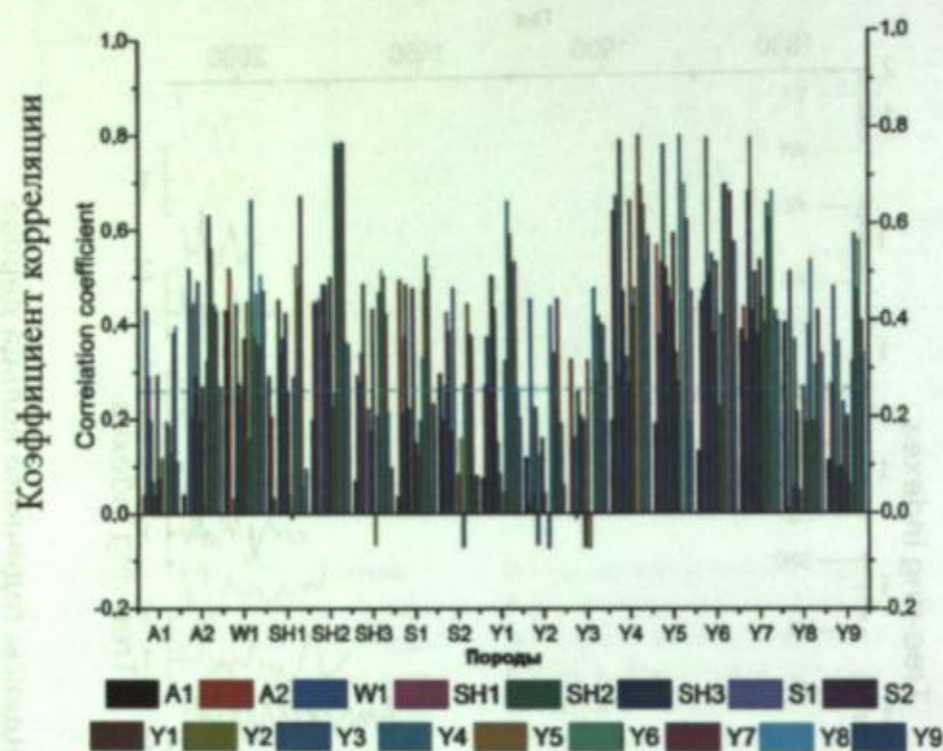


Рис. 4. Перекрестная корреляция между различными хронологиями ширины годичных колец.

**Корреляция между хронологией и стоком (Рис. 5а):** Хотя стандартная хронология *P. euphratica* показала положительную корреляцию в январе-декабре, однако, сильную значительную корреляцию с апреля по август и ноябре мы обнаружили только в 40% пород (то есть не менее 6 пород). Самая высокая корреляция со всеми месяцами, которые мы оценивали на участке Y7, из-за очень короткого промежутка, чем апрель-июнь, с участком Y4. При продолжительном периоде примерно 50 лет (т. е. SH3, Y1 и Y3) мы находим положительные корреляции в период с марта по ноябрь; в апреле и октябре; в апреле и августе соответственно. В периоде, который составлял от 20 до 50 лет SH1, SH2, S1, Y5, Y6 и Y8, корреляция была исследована с апреля по июль; в январе, с апреля по август и с ноября по декабрь; в апреле и с августа по декабрь; с апреля по июль и в ноябре; в марте и с июля по ноябрь; в апреле и ноябре соответственно.

**Корреляция между хронологией и осадками (Рис. 5б):** Анализ реакции на климатические изменения показал, что ширина годичного кольца на участке A2 положительно

коррелирует с количеством осадков в ноябре, на участке W1 положительно коррелирует с количеством осадков в январе (как Y9), с марта по май, сентябре (как SH1 и Y7) и декабре (как SH1, SH3 и Y4 -Y7). Участок Y4 демонстрирует значительные положительные корреляции с периодом январь-май и сентябрь-октябрь. Участок Y7 показывает с февраля по июнь. Мы также обнаружили корреляции с апрелем участков SH2, Y1 и Y5. Хотя июль и август являются самыми влажными месяцами, однако мы не обнаружили ни одной существенной корреляции с этими месяцами. В марте и октябре условия аналогичны, поэтому мы нашли положительные корреляции с SH3 и Y8; также влияние осадков в октябре на Y3 и Y8.

**Корреляция между хронологиями и температурой (Рис. 5 в):** Чтобы понять, как влияет температура на рост годичного кольца, мы использовали среднюю температуру с 3 метеорологических станций и обнаружили, что период самых высоких температур - с июля по август, который положительно коррелирует с A2, W1, Y1, Y4-Y6 и S1. В марте (SH2), апреле (Y4), мае (Y7) и сентябре (W1, Y4 и Y5) было выявлено негативное влияние температуры.

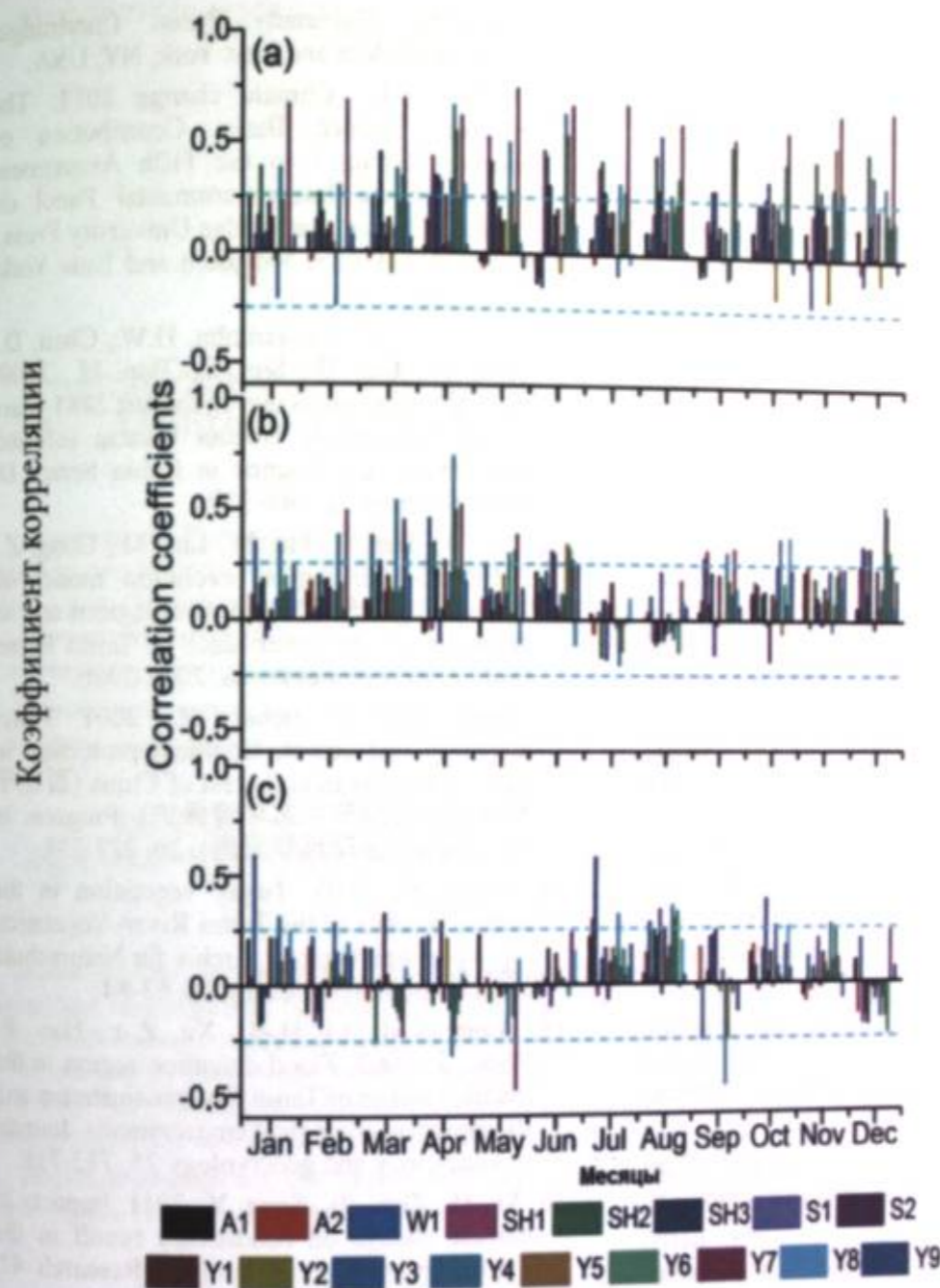


Рис. 5. Коэффициенты корреляции между хронологией годичного кольца в бассейне реки Тарим и а) стоком, б) осадками, в) температурой.

#### Заключение

Был успешно проведен анализ *P. euphratica* и *B. platyphylla* по перекрестным и дендрохронологическим данным в бассейне реки Тарим. В ходе исследования было установлено различное проявление роста и развитие этих деревьев, на которое оказывают влияние внешние климатические показатели.

Отрицательная температура с апреля по май, которая указывала на засуху в начале вегетационного периода, сохраняла дефи-

цит воды в древесной структуре с июля по сентябрь, таким образом мы нашли прочную связь с объемом стока. Летняя температура с июня по август может привести к значительному поднятию уровня воды в реке и привести к затоплению из-за таяния ледников в данной области.

а) *B. platyphylla* имеет сильную корреляцию с осадками с апреля по июль.

б) На *P. euphratica* оказывает значительное влияние сток с июля по сентябрь (объем руслового речного стока).



Для лучшего понимания климатической взаимосвязи между ростом деревьев и особенностями климатического воздействия необходимы дальнейшие исследования на разных высотах и участках, а также другие параметры годичного кольца дерева (ранняя и поздняя ширина древесины), другие параметры инструментальных данных (продолжительность инсоляции, индекс тепла, относительная влажность, испарение или грунтовой поток), чтобы в полной мере определить потенциал влияния изменения климата на развитие деревьев в данной области.

#### Литература

1. Chen, G.T., Feng, Q., 1997. Development and evolution of the eolian sand environment along the "Oil-Highway" through the desert of the Tarim Basin (塔里木盆地沙漠石油公路沿线风沙环境的形成与演变). Beijing. (China Environmental Science Press (北京: 中国环)).
2. Cook-Talbot, J.D., 1991. Sorted circles, relative-age dating and palaeoenvironmental reconstruction in an alpine periglacial environment, eastern Jotunheimen, Norway: lichenometric and weathering-based approaches. *The Holocene* 1, 128-141.
3. Cook, E.R., Kairiukstis, L.A., 1990. *Methods of dendrochronology*, Kluwer, Dordrecht.
4. Damske, D., Mischke, S., 2003. Palynological investigation of a Holocene profile section from the Palaeo-Gaxun-Nur-Basin. *Chinese Science Bulletin* 48, 1418-1422.
5. Fritts, H., 1976. *Tree rings and climate*, 567 pp. Academic, London, New-York, San-Francisco.
6. Gaillard, M.-J., Lemdahl, G., 1994. Early-Holocene coastal environments and climate in southeast Sweden: a reconstruction based on macrofossils from submarine deposits. *The Holocene* 4, 53-68.
7. Heusser, C.J., 1978. Palynology of quaternary deposits of the lower Bogachiel River area, Olympic peninsula, Washington. *Canadian Journal of Earth Sciences* 15, 1568-1578.
8. Hou, P., Beeton, R., Carter, R., Dong, X., Li, X., 2007. Response to environmental flows in the lower Tarim River, Xinjiang, China: ground water. *Journal of Environmental Management* 83, 371-382.
9. IPCC, 2001. *Climate change 2001: The Physical Science Basis. Contribution of working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press., Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
10. IPCC, 2013. *Climate change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press., Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
11. Liu, Y., An, Z., Linderholm, H.W., Chen, D., Song, H., Cai, Q., Sun, J., Tian, H., 2009. Annual temperatures during the last 2485 years in the mid-eastern Tibetan Plateau inferred from tree rings. *Science in China Series D: Earth Sciences* 52, 348-359.
12. Liu, D., Tian, F., Hu, H., Lin, M., Cong, Z., 2012. Ecohydrological evolution model on riparian vegetation in hyperarid regions and its validation in the lower reach of Tarim River. *Hydrological processes* 26, 2049-2060.
13. Tang Qicheng, Jiebin., Z., 2001. Water resources and eco-environment protection in the arid regions in northwest of China (西北干旱地区水资源与生态环境保护). *Progress in Geography (地理科学进展)*. 20, 227-233.
14. Thevs, N., 2005. Tugay vegetation in the middle reaches of the Tarim River—Vegetation types and their ecology. *Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung* 44, 63-84.
15. Wang, S.-d., Li, H.-d., Xu, Z.-r., Han, P., Wang, J., 2003. Flood detention region in the middle reaches of Tarim River mainstream and its impact on ecological environments. *Journal of Glaciology and geocryology* 25, 712-718.
16. Xu, H., Zhou, B., Song, Y., 2011. Impacts of climate change on headstream runoff in the Tarim River Basin. *Hydrology Research* 42, 20-29.
17. Yin, Z.Y., Shao, X., Qin, N., Liang, E., 2008. Reconstruction of a 1436-year soil moisture and vegetation water use history based on tree-ring widths from Qilian junipers in northeastern Qaidam Basin, northwestern China. *International Journal of Climatology* 28, 37-53.
18. Zhu, Z.D., 1986. *Deserts in China*. Lanzhou (Institute of Desert Research, Academia Sinica).

УДК 02,7+550.4 (575.2-17) (04)

Аманов Кадыр Аманович,  
кандидат геолого-минералогических наук,  
ведущий научный сотрудник,  
Касиев Айбек Кермакунович,  
научный сотрудник.

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ В ДОЛИНЕ р. КИЧИ-КЕМИН И НОВЫЕ ДАННЫЕ О РАДИОАКТИВНЫХ ИСТОЧНИКАХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

**Аннотация.** В статье приводятся общие сведения об освоении рудных месторождений Ак-Тюзского рудного поля, становлении рудника и о влиянии его деятельности на окружающую среду. Приводятся некоторые факты наличия на территории Ак-Тюзского рудника известных ранее и неизвестных до сих пор нескольких открытых источников заражения воды р.Кичи-Кемин вредными химическими элементами, в том числе и радиоактивными.

**Ключевые слова:** рудник, Ак-Тюз, экология, загрязнение, радиоактивные элементы, окружающая среда, хвостохранилище.

### КИЧИ-КЕМИН ӨРӨӨНҮНДӨГҮ ЭКОЛОГИЯЛЫК АБАЛ ЖАНА АЙЛАНА-ЧӨЙРӨНҮ БУЛГООЧУ РАДИОАКТИВДҮҮ БУЛАКТАР ЖӨНҮНДӨ ЖАҢЫ МААЛЫМАТТАР

**Аннотация.** Бул макалада Ак-Түз кендүү талаасындагы кендерди ачып, аны иштетүү боюнча жалпы маалыматтар берилип, кен ишканасынын курулушу, иштеши жана анын айлана-чөйрөгө тийгизген таасири жөнүндө айтылат, андан тышкары, Ак-Түз аймагында Кичи-Кемин дарыясынын суусун зыяндуу химиялык, анын ичинде радиоактивдүү, элементтер менен булгап жатканы мурда деле белгилүү болгон да жана буга чейин белгисиз болгон да бир топ ачык эле жер үстүндө жаткан зыяндуу заттардын булактары табылганы белгиленет.

**Негизги сөздөр:** кен иштетүүчү жай, Ак-Түз, экология, булгануу, радиоактивдүү элементтер, айлана-чөйрө, калдык сактагыч.

### ECOLOGICAL SITUATION IN THE VALLEY OF THE RIVER KICHI-KEMIN AND NEW DATA ON RADIOACTIVE SOURCES OF ENVIRONMENTAL POLLUTION

**Abstract.** General information about development of ore deposits of the Aktyuzsky ore field, formation of this mine and influence of its activity on the environment is given in the article. Some facts of existence at the territory of the Ak-Tyuzsky mine as earlier known and unknown still several open sources of pollution of the water of Kichi-Kemin river by bad chemical elements including radioactive are given.

**Key words:** mine, Ak-Tyuz, Ecology, Pollution, radioactive elements, environmental, tailing dump.

**Экологическая ситуация в долине р. Кичи-Кемин и новые данные о радиоактивных источниках загрязнения окружающей среды**

Ак-Тюзский рудник находится в Кеминском районе КР и расположен в верховьях р. Кичи-Кемин на высотах от 2300 до 3200 м н.у.м.

Первоначально в сороковые годы прошлого столетия на руднике добывали полиметаллические руды, в основном, свинец и цинк для нужд войны. Но, после открытия ряда месторождений редко-земельных и рассеянных элементов на территории уникально богатого рудными элементами Ак-Тюзского рудного поля, рудник перестроился на комплексную добычу этих элементов.

На базе Ак-Тюзских месторождений разнообразных промышленных типов был построен Кыргызский горно-металлургический комбинат, успешно действовавший до развала СССР.

На самом же руднике была построена обогатительная фабрика, отходы которой складировались в четырех огромных хвостохранилищах (х/х), как правило, расположенных в долинах небольших сухих саев и ложбинах.

С момента открытия первого месторождения полиметаллов в результате поисково-разведочных, разведочных и интенсивных эксплуатационных работ за более чем полувековой период времени долина р. Кичи-Кемин постоянно загрязнялась как органическими отходами производства, так и множеством токсичных и вредных химических элементов, в том числе так называемыми тяжелыми металлами и радиоактивными элементами. А загрязнение происходило по различным причинам, а именно:

1) механическое и физическое разрушение, разрыхление и измельчение цельных горных пород и руд, способствующие легкому выносу вредных элементов в долину дождевыми и тальными водами;

2) не совершенная в то военное и послевоенное восстановительное время технология отработки месторождений;

3) транспортировка руды и концентрата в пределах и за пределы рудника в открытых контейнерах и чанах на дальние расстояния от пгт Ак-Тюз до пгт Орловка через всю Кичи-Кеминскую долину по неровным горным и шоссейным дорогам, приводящая к частичному выпадению крупных кусков руды за борт транспорта и развеванию измельченного мате-

риала концентрата по воздуху и оседания на поверхность земли;

4) отсутствие должного народного (общественного) контроля за состоянием хвостохранилищ, над режимом работы очистных сооружений хвостового хозяйства, обеззараживания сточных вод в отстойниках, состоянием хвостохранилищ, отстойников, режимом выпуска очищенной воды из отстойников в р. Кичи-Кемин;

5) отсутствие в то время понятия „экология“. Проще говоря, в то время ни людям, работающим на руднике, ни официальным властям было не до экологии.

В силу перечисленных выше причин орошаемая часть всей долины р. Кичи-Кемин незаметно на глаз и постепенно загрязнялась химическими элементами Ак-Тюзского спектра. Незаметно, потому что в те годы, ввиду отсутствия понятия „экология“ и народного (общественного) контроля, как в последние 20-25 лет, никаких исследований степени загрязнения окружающей среды (ОС) производственными предприятиями горно-добывающей промышленности никем толком не проводилось, даже после произошедшей в 1964 году аварии на х/х №2 Ак-Тюзского рудника, когда в результате прорыва дамбы х/х вылившаяся полужидкая масса промышленных отходов объемом более 680 млн. м<sup>3</sup> залила почти пятую часть территории Кичи-Кеминской долины, проходя через 4 населенных пункта.

В 1989-1993 гг. по поручению Правительства Кыргызской Республики мы, сотрудники бывшей лаборатории петрологии, проводили исследовательские работы по изучению радиационной обстановки вдоль русла р. Кичи-Кемин по поперечным профилям, а также геохимическую съемку на пахотных землях долины площадью 10 км<sup>2</sup>. В результате было установлено, что радиационная обстановка в полосе шириной от 50-100 м в верхней узкой части долины до 1,5 км в нижней широкой её части тревожная, так как уровень гамма-активности в этой полосе превышает местный фон в разы, а на пахотных землях почва и растительность загрязнены почти всеми химическими элементами Ак-Тюзского спектра. А по такому особо токсичному элементу, как свинец, долину р. Кичи-Кемин можно признать как свинцовую провинцию.

Такая, и так в целом тревожная, обстановка в долине в последние годы усугубляется тем, что 1) до сих пор с момента аварии в той залитой шламоподобной массой полосе вдоль русла р. Кичи-Кемин не уничтожены многочисленные

её „останцы“, содержащие радиоактивные элементы с гамма-излучением до 180-200 мкр/час, постепенно, но постоянно загрязняющие окружающую среду (ОС), особенно почву, поверхностные и грунтовые воды путем размыва, переноса копытами животных, антропогенными действиями людей и техники; 2) отсутствуют надежные ограждения территорий хвостохранилищ (х/х), вышеупомянутых „останцов“;

3) не надежны отводные каналы некоторых х/х;

4) до сих пор время от времени происходят мелкие аварии (разрывы, трещины, утечка и т.п.) на пульпопроводах, в результате чего вредные вещества отходов напрямую попадают в р. Кичи-Кемин и далее в поливные земли долины.

Примером последнего может служить разрыв пульпопроводной трубы, произошедший в феврале 2018 года. „Останцы“ концентрата, вылившегося в этот раз на поверхность земли возле бывшего фильтрационного цеха обогатительной фабрики (ОФ) гамма-активностью 200 мкр/час, до сих пор не уничтожены (не убраны), размываются дождевыми водами, увеличивая площадь заражения, которые напрямую попадают в р. Кичи-Кемин.

Этот факт, удручающий сознание нормального человека, нами зафиксирован на фото-лентке (Фото 1) и записан на полевых книжках (дневниках).

Другим фактом, загрязняющим ОС, является наличие на верхней ровной поверхности х/х №1 б. Ак-Тюзского рудника захоронения высокорadioактивного рудного концентрата объемом не менее 2000 м<sup>3</sup>, правда огорожен-

ного четырёхуровневой колючей проволокой и покрытого целлофановой плёнкой, уже рвущейся в нескольких местах. Интенсивность гамма-излучения в 10 метрах от края захоронения составляет 200 мкр/час. Следует отметить, что при нашем посещении в 2008 году здесь стояли 4 гурта рудного концентрата размерами 8×4×2,5 м каждый, совершенно открытые и даже не огороженные. Интенсивность гамма-излучения составляла до 1800 мкр/час. Этот опасный материал, несмотря на наши предупреждения и оповещения до Правительства, 9 лет лежал под открытым небом, размываясь поверхностными водами и развеиваясь по воздуху. Ведь загрязнения напрямую попадали и до сих пор попадают в р. Кичи-Кемин (Фото 3).

Особо следует отметить то, что в сентябре 2018 года во время экспедиционных работ в районе Ак-Тюзского рудника нами было обнаружено несколько участков скопления (свалки) радиоактивной руды и рудного концентрата с интенсивностью гамма-излучения до 300 мкр/час на поверхности земли; 1) недалеко от фильтрационного цеха обогатительной фабрики (ОФ) непосредственно на крутом берегу р. Кичи-Кемин;

2) вдоль эстокадного моста через р. Кичи-Кемин, предназначенного для проводки пульпопроводных труб до х/х №2; (Фото 2).

3) у основания дамбы х/х №1 в 3 м от края основной дороги, ведущей в пгт. Ак-Тюз. (Фото 4).

Эти факты зафиксированы на фото-лентку, записаны в полевых книжках и официально обнаружены нами впервые здесь.



Фото 1. Следы размытого радиоактивного материала возле фильтрационного цеха Ак-Тюзской обогатительной фабрики (оранжевый след).



Фото 2. Скопления радиоактивного отхода вдоль пульпопроводной трубы (оранжевый цвет) рядом с рекой Кичи-Кемин.



Фото 3. Временное захоронение радиоактивной руды с гамма-активностью свыше 800 мкр/час на поверхности х/х №1.



Фото 4. Скопление радиоактивного отхода у подножия х/х №1 (ручеек в 30 м впадает в р.Кичи-Кемин).

УДК 504.05(575.2)

**Кожобаев Канатбек Асекович,**  
док. тех. наук, профессор кафедры Экологическая инженерия  
Кыргызско-Турецкого Университета «Манас»,  
научной руков. проектов лаб. ИЭГ ИГ НАН КР

## ОСНОВНЫЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

**Аннотация.** В статье, основанной на многолетних исследованиях автора, рассмотрены основные геоэкологические проблемы северных регионов Кыргызской Республики и предложены возможные пути их решения. Показано, что за счет грязного воздуха в крупных городах в среднем люди страдают в десятки раз сильнее, чем от дорожно-транспортных происшествий. Происходящие загрязнения подземных вод могут создать в будущем серьезные угрозы питьевому водоснабжению в г. Бишкеке. Часть населения части населенных пунктов страны, с. Ат-Башы, г. Талас и др., используют в качестве питьевых загрязненные грунтовые воды. Ряд геоэкологических проблем, включая загрязнение природных вод, связано с деятельностью горнодобывающих предприятий и комплексов. Описаны проблемы, связанные с твердыми бытовыми отходами, размещение которых близко не соответствует практике обращения с ними в развитых странах и существующим нормативам по обращению с ними. Сточные воды в большинстве населенных пунктах централизованно не отводятся, в части крупных населенных пунктов (гг. Каракол, Чолпон-Ата, Балыкчы, Нарын, Талас) подвергаются только отстаиванию и не очищаются должным образом, а работающие в некоторых (Кара-Балта, Токмок) городах аэротенки временами останавливаются – из-за нарушения норм к поступающим к ним сточным водам.

**Ключевые слова:** Кыргызская Республика, населенные пункты, геоэкологические проблемы, загрязнение, питьевая вода, сточные воды, горнодобывающие предприятия, твердые бытовые отходы.

## КЫРГЫЗ РЕСПУБЛИКАСЫНЫН ТҮНДҮК АЙМАКТАРЫНЫН НЕГИЗГИ ГЕОЭКОЛОГИЯЛЫК КӨЙГӨЙЛӨРҮ ЖАНА АЛАРДЫ ЧЕЧҮҮҮҮЧҮН МҮМКҮН БОЛГОН ЖОЛДОРУ

**Аннотация.** Автордун көп жылдык изилдөөлөрүнүн негизинде жазылган макалада Кыргыз Республикасынын түндүк аймактарындагы геоэкологиялык негизги көйгөйлөр каралган жана аларды чечүүнүн жолдору сунушталган. Чоң шаарлардагы адамдардын кир абадан тарткан зыяны жол кырсыктарынан ондогон эсе чоң экендиги көрсөтүлгөн. Жер астындагы суулардын жүрүп жаткан булганышы келечекте Бишкек шаары үчүн ичме суу менен камсыздоосуна олуттуу көйгөйлөрдү жаратышы мүмкүн. Өлкөнүн кээ бир жашоо жайларындагы, Ат-Башы а., Талас ш., ж.б. жашаган адамдарынын көпчүлүгү ичме суу катары булганган кыртыш сууларын колдонууда. Бир катар геоэкологиялык көйгөйлөр, ошолордун ичинде табигый суулардын булганышы да, тоо-кен казуу ишканаларынын жана топтомдорунун ишкердиги менен байланыштуу. Каттуу калдыктардын жайгаштыруу-суу өнүккөн өлкөлөрдө кабыл алынган иштетүү тажрыйбасына жана болгон ченемдик документтерге жакындабасы көрсөтүлүп, алар менен байланыштуу көйгөйлөр чагылдырылган. Таштанды суулар көпчүлүк жашоо жайларынан борбордоштурулуп кетирилбейт, чоң жашоо жайларынын бөлүгүндө (Каракол, Чолпон-Ата, Балыкчы, Нарын, Талас ш.) алар болгону тундурулат жана керектүү деңгээлде тазаланбайт, кээ бир шаарлардагы (Кара-Балта, Токмок) иштеген аэротенктер кез-кезде иштен чыгып калат – аларга келген таштанды суулардын нормаларга туура келбегендигинен.

**Негизги сөздөр:** Кыргыз Республикасы, жашоо жайлары, геоэкологиялык көйгөйлөр, булгануу, ичме суулар, таштанды суулар, тоо-кен казуу ишканалары, тиричилик таштандылары.

## MAJOR GEOECOLOGICAL PROBLEMS NORTHERN REGIONS OF THE KYRGYZ REPUBLIC AND POSSIBLE WAYS OF THEIR SOLUTION

**Abstract.** The article, based on years of research by the author, discusses the main geo-environmental problems of the northern regions of the Kyrgyz Republic and suggests possible ways to solve them. It is shown that at the expense of dirty air in large cities, on average, people suffer ten times more severely than from traffic accidents. The occurrence of groundwater pollution can create serious threats to the drinking water supply in Bishkek in the future. Part of the population of part of the country's settlements, the village of At-Bashy, the city of Talas, and others, use polluted groundwater as drinking water. A number of geo-ecological problems, including pollution of natural waters, are associated with the activities of mining enterprises and complexes. The problems associated with municipal solid waste, the disposal of which does not closely correspond to the practice of handling them in developed countries and the existing standards for handling them, are described. Sewage of most settlements is not centrally discharged, in parts of large settlements (Karakol, Cholpon-Ata, Balykchi, Naryn, Talas) only undergoes settling and is not properly treated, and working in some cities (Tokmok and Kara-Balta) aerotanks occasionally stop due to a violation of the norms for the wastewater flowing to them.

**Key words:** Kyrgyz Republic, settlements, geo-environmental problems, pollution, drinking water, wastewater, mining enterprises, municipal solid waste.

### Введение

Под термином геоэкология в настоящее время большинство специалистов и ученых понимают несколько другое значение, нежели то, которое ввел немецкий географ и писатель Карл Трولль в 1930-х годах – как синоним названия «ландшафтная экология». Под геоэкологией, как и большинство специалистов и ученых, мы будем понимать «междисциплинарное научное направление, объединяющее исследования состава, строения, свойств, процессов, физических и геохимических полей геосфер Земли как среды обитания человека и других организмов» [3].

Данная статья основана на геоэкологических исследованиях северных регионов Кыргызской Республики, то есть территорий Иссык-Кульской, Нарынской, Чуйской и Таласской областей, проводимых с 2002 года по настоящее время, в которых активное участие принимал и автор, в качестве научного руководителя и исполнителя. Для сокращения объема статьи, описание геоэкологических проблем проведено по средам, обеспечивающим жизнедеятельность человека, и группам объектов, с функционированием которых связано появление геоэкологических проблем – населенные пункты, горно-добывающие предприятия (ГДП), твердые бытовые отходы (ТБО) и т.п.

Давно известно, что человек для своей жизнедеятельности даже по массе больше всего использует (пропускает через легкие) воздух, потом воду и только потом пищу (в твердом виде). По разным данным они в среднем, со-

ответственно, составляют: 12-18 кг, 2-3 кг (летом – до 5-7 кг), и до 1-2 кг). Поэтому начнем с качества атмосферного воздуха.

### Геоэкологические проблемы северных регионов Кыргызской Республики, связанные с загрязнением атмосферного воздуха.

Можно было сказать, что у нас в мелких населенных пунктах (селах) и небольших, преимущественно аграрных пгт., воздух чистый, но, к сожалению, есть проблемы, связанные с воздухом и в них. Почти ежегодно посещая летом многие села, приходилось видеть, как в разных местах люди сжигают, наряду с другим мусором, и полиэтиленовые пакеты и остатки другой пластмассы. Только часть людей воспринимает серьезно заявления о вредности дыма от таких «костров» и в дальнейшем перестают сжигать пластмассу. Большая же часть продолжают делать это и дальше, ссылаясь на «долгожителей», которые «всю жизнь жгли мусор с пластмассой». Больше 20 лет занимаясь «просветительством» по вопросам качества воздуха и питьевой воды, убеждаюсь, что сознание людей меняется очень медленно и трудно [14]. Местным органам самоуправления, госорганам надо решать проблемы с твердыми бытовыми отходами, а также постоянно и неустанно заниматься просветительством, убеждая людей в том, что «легко управляясь с мусором сейчас, сжигая их», они получают большие проблемы и надолго – для своего здоровья и рискуют здоровьем окружающих их людей, потому что дышать добровольно воз-

духом с сильнейшим ядом, как диоксин, выделяющегося при сжигании пластмасс, это, по крайней мере, нерационально.

О том, что воздух наших городов очень загрязнен, знают многие. Но знают ли они о том, что в летнее время, например в городе Бишкеке, по 3-5 веществам и пыли происходит превышение ПДК по каждому веществу от 2 до 6-ти, и более раз! Легко можно посчитать, что если у каждого жителя за счет некачественного воздуха продолжительность жизни сокращается, скажем на 0,5 года, что вполне вероятно, то при средней продолжительности жизни жителей в 70 лет и при их численности в 1 000 000 человек, мы ежегодно как бы «теряем» 7143 человек. Это в 63 раза выше «страшных» цифр по гибели от ДТП в г. Бишкек (среднее за 2013-2015 гг. – 112,7 человека)! А если у каждого жителя г. Бишкека за счет некачественного воздуха продолжительность жизни сокращается на 1 месяц, что составляет 1/840 часть средней продолжительности жизни в КР и более чем вероятно, то при прежних условиях, мы ежегодно как бы «теряем» 1190 человек. Это в 10,6 раза выше «страшных» цифр по гибели от ДТП в г. Бишкек. Вследствие сказанного, на качество воздуха в наших городах мы должны обращать не меньшее, а гораздо большее внимание, чем, скажем, на ДТП [1].

### Геоэкологические проблемы северных регионов Кыргызской Республики, связанные с питьевыми водами.

Какие проблемы имеются в питьевом водоснабжении в нашей стране? Начнем со столицы Бишкека. Как известно, питьевое водоснабжение в г. Бишкеке полностью производится за счет подземных вод. Исследованиями многих независимых экспертов и групп ученых, не говоря о внутреннем контроле со стороны «Бишкекгорводоканала», установлено, что качество питьевых вод города Бишкека вполне удовлетворительное. Несмотря на это в будущем в г. Бишкеке могут ожидать большие проблемы с питьевым водоснабжением, потому что с южной стороны города расположены дачи и поселок Заречное. В поселке Заречное имеется система централизованного водоснабжения и система централизованного водоотвода. Однако сточная вода не отводится полностью до системы канализации города Бишкека, а заканчивается у нижней части села - в черте дороги Бишкека - дом отдыха Воронцовка. Поэтому сточные воды из этого посел-

ка фильтруются и текут под землю, потому что там грубо обломочные грунты и вода легко попадает на поверхностную часть грунтовых вод в районе Орто-Алышского водозабора понятно, что это в будущем чревато серьезными последствиями для всей системы водоснабжения города, так как источниками служат грунтовые и, тесно с ним взаимосвязанные, ниже лежащие водоносные горизонты [15].

Хорошо известно, что поверхностные и подземные воды в большинстве мест, тесно взаимосвязаны. Под руководством автора были проведены исследования по количественному установлению увеличения степени загрязнения вод реки Аламедин и Ала-Арча, протекающих через город Бишкек, некоторыми элементами и веществами: азота общего, аммонийного, нитритного и нитратного, а также некоторых макроионов:  $Cl^-$ ,  $HCO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  и ряд других показателей, pH и т.п. Эти исследования показали, что воды рек Ала-Арча и Аламедин, протекая через г. Бишкек сильно загрязняются. В частности, по большей части вышеуказанных элементов и веществ, в конце города их концентрация возрастает в 2-4 раза, чем до города. Например, в реке Аламедин содержание «макрокомпонентов» и по азотным соединениям (общему и нитратному) ниже города заметно, от 2-х до более чем 3-х раз, выше чем их содержание выше города. Примерно такую же картину можно заметить и по реке Ала-Арча. Загрязнение этих рек при протекании через город можно выявить и по мониторинговым данным гидрометецентра при МЧС КР.

Также из района 5-ти крупных водозаборов г. Бишкека, условно нами объединенных в южные: Аэропорт и Орто-Алыш, средние: водозаборы Запад 2 и КСК, и северные: водозабор Северный, были отобраны пробы, которые были исследованы на атомно-эмиссионном секторметре на содержание 15-ти микроэлементов (B, Al, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Cd, Sb, Hg, Pb). Воды от различных групп водозаборов не изолированы и в какой-то мере смешиваются в системе централизованного водоснабжения города, но при отборе проб вод рядом с водозабором, вероятность получения вод из этого водозабора повышается.

Эти исследования показали, что ни по одному элементу превышения ПДК для питьевых вод не наблюдается. Но в ряде образцов наблюдаются аномалии заметно высокого содержания цинка и хрома, что требует к себе особого внимания и последующих исследований. Явно заметных отличий в содержаниях

микроэлементов в водах южной, средней и северной групп водозаборов г. Бишкек не было отмечено. Однако, по содержанию нитрат иона ( $\text{NH}_3$ ) и показателю БПК<sub>5</sub> - наблюдается явное загрязнение питьевых вод от южной группы водозаборов – к северным, что уже должно вызывать тревогу. Отметим, что источниками вод в централизованных системах водоотбора, какими и являются системы водоотбора г. Бишкек, фильтры устанавливаются намного ниже верхних частей грунтовых вод, поэтому они пока «не чувствуют» загрязнений верхних частей.

В целом из этих данных можно сделать вывод о том, что при протекании через город, воды рек Ала-Арча и Аламедин загрязняются, а так как поверхностные воды тесно связаны с подземными, то через некоторое время можно ожидать распространения этих загрязнений и на подземные воды. Кроме этого, на поверхности земли в пределах города имеются многочисленные источники возможного загрязнения почв и природных вод: сточные воды, в том числе от неизолированных туалетов, не попадающие в централизованные системы водоотвода, мелкие кучки мусора, небольшие разливы нефтепродуктов и других жидкостей и т.д. Загрязнения от всех этих источников постепенно «двигаются вниз» - к поверхности грунтовых вод и, через определенное время, они тоже начнут загрязнять воды нижних горизонтов.

В северных частях города Бишкека, где расположена зона выклинивания подземных вод (подземные воды расположены близко к поверхности земли или они вытекают в виде родников), протекающих через город, все больше и больше бурятся неглубокие (мелкие) скважины, которые используются для полива огородов и садов, для водопоя скота, а иногда, и для питьевых целей. Наши предварительные одиночные исследования показывают, что вода из этих мелких скважин может быть очень загрязненной и некачественной, поэтому это тоже должно вызывать озабоченность.

С учетом сказанного, надо сейчас незамедлительно принимать меры по снижению (или недопущению?) загрязнения подземных вод г. Бишкека: отремонтировать систему водоотвода села Заречное, построить систему водоотвода для всех вышерасположенных дач и подсоединить к общей системе водоотвода города; при строительстве отдельных туалетов, как например, это делается массово в пригородных новостройках, строго требовать и контролировать качество их изоляции; наладить систему

мусоросбора и строго штрафовать за выбросы или накопление мусора в неполюженных местах; выявлять и наказывать за разливы нефтепродуктов и т.д.

*Не очень хорошо обстоят дела и с питьевым водоснабжением в более мелких населенных пунктах.* Например, автором, его сотрудниками и учениками были исследованы системы водоснабжения ряда сел и городов страны и многие из них заслуживают пристального внимания со стороны общественности, государственных органов управления и местных органов самоуправления.

Так, например, в селе Ат-Башы имеется система централизованного водоснабжения, введенная в эксплуатацию в начале 1970-х годов, однако там нет централизованной системы водоотведения. К 2010 году и до настоящего времени более 70-80 процентов колонок вышли из строя и более 80% населения использует воду из «дворовых самодельных забивных колодцев» [12]. Наши неоднократные исследования показали, что вода из этих колодцев в средней и нижней части села является некачественной, так как она практически не защищена [10] и в нее попадают фильтраты из туалетов, которые почти на 100% не изолированы, практически все сточные воды, фильтраты от мелких и временных свалок мусора и т.п.

Примерно такое же положение отмечается и во многих других населенных пунктах. Например, в г. Талас централизованной системой водоснабжения охвачено менее 40% населения, остальные используют точно такую же воду, как и в селе Ат-Башы, примерно такая же картина наблюдается и в г. Канте, только с намного большей долей охвата централизованной системой водоснабжения.

Вследствие выше сказанного, во избежание резкого снижения продолжительности жизни людей, использующих некачественную питьевую воду, надо провести квалифицированные исследования по системе водоснабжения городов и сел республики, а также необходимо принимать другие меры: проводить разъяснительные работы, налаживать системы централизованного водоснабжения, строить системы централизованного водоотвода и принимать всяческие меры по снижению загрязнения подземных вод.

**Основные геоэкологические проблемы, связанные с разведкой, разработкой месторождений твердых полезных ископаемых (МТПИ) и функционированием горнодо-**

**бывающих предприятий и комплексов (ГД-ПиК).**

Выделение основных экологических (или геоэкологических) проблем какого-то региона – является довольно спорной задачей, так как нет общепринятых критериев. По закону «Об охране окружающей среды» [5], так называемые «зоны чрезвычайной экологической ситуации» и «зоны экологического бедствия» - официально объявляются государством на какую-то часть ее территории (населенный пункт, область, регион и т.п.) и в законе прописано по каким признакам и как они выделяются. Нам же, в данном случае, приходится высказывать несколько субъективных мнения, основанные на измеренных (определенных, замеченных) нами показателях.

С участием автора или под его научным руководством за 2002-2017 гг были обследованы практически все МТПИ и ГДПиК северных регионов страны. Итак, по нашему мнению, к основным геоэкологическим проблемам, связанным с разведкой и разработкой МТПИ и функционированием ГДПиК можно отнести следующие: нарушение природных экосистем, разрушение целостности толщ и массивов горных пород, загрязнения почв, природных вод и атмосферы, появление различных отходов и отходов.

*Для проведения работ по добыче и обогащению приходится в какой-то мере нарушать условия существования природных экосистем* – это является неотъемлемой частью этих работ, поэтому здесь можно только рекомендовать, по мере возможности, минимизировать эти воздействия. Так, например, нами при исследовании было выявлено (у нас есть десятки фотографий – [9], что часто, без особой необходимости, гусеничные трактора и другая тяжелая техника «прогоняется» не по одной колее, а по все новым и новым местам, разрушая леса, кустарники и растительность, нарушая целостность почв, образуя рытвины и другие «раны» на чувствительном «теле» высокогорных ландшафтов, которые потом могут способствовать усилению эрозии почв и формированию селей. Только в последние годы, из-за усиление контроля со стороны Госэко-техинспекции КР, заметно уменьшилась такая «деятельность». Необходимо и дальше усиливать такой контроль со стороны государства.

*Разрушение целостности толщ и массивов горных пород* при добычных работах также является необходимой частью деятельности ГДП, она разрешается и предусмотрена закона-

ми. Однако, как обращаться с образующимися отвалами и отходами, где и как их хранить – здесь появляются определенные геоэкологические проблемы. Например, в результате добычи руды золотодобывающим предприятием «Кумтор оперейтинг компани» (КОК) уже к концу 2014 году были образованы более полутора миллиардов тонн отвалов пустых пород и было перемещено более 140 млн м<sup>3</sup> глетчерного льда [17]. Наши исследования показали, что отвалы, так как в них порода измельчена и они легко доступны для растворения и выщелачивания элементов, могут служить источниками значительного загрязнения природных вод [11]. Поэтому, раз измельчение и перемещение пород является неотъемлемой частью извлечения ПИ, то необходимо принимать меры по их регулированию, например, экономическому.

*Загрязнения почв, природных вод и атмосферы* – тоже в какой-то мере является сопутствующим деятельности практически любого ГДП. При этом, если загрязнения, покрытие или уничтожение почвенного покрова обычно проявляется на локальных участках, то загрязнение воды и воздуха, из-за их значительной подвижности, может распространяться на большие расстояния и затрагивать интересы многих отдаленных от месторождения организаций, предприятий и людей.

Загрязнение воздуха и, в особенности, воды, пожалуй является одной из самых важных и основных геоэкологических проблем для деятельности ГДП в нашей стране, так как часто наблюдаемые «бунты», собрания и митинги людей протестующих против деятельности ГДП, в первую очередь связаны с опасениями загрязнения природных вод. Исследованиями многих ученых и специалистов, включая и наши, показано, что ГДП отрицательно влияет на состояние природных вод и, несмотря на то, что большинство ГДП стараются принять меры по недопущению превышения загрязнений природных вод выше допустимых норм, например, устраивая ступенчатый ряд бассейнов (см. Фотографию 1), тем не менее иногда наблюдаются и превышения [18]. Вместе с тем, надо строго и более серьезно подходить и к самим нормам, так как, например, в ныне действующем техническом регламенте КР по питьевой воде для кадмия ПДК принята равным 0,0005 мкг/л – такие концентрации будут практически превышены у большинства природных чистых вод и эта норма превышает нормы РФ, ВОЗ и др. в тысячи раз, то есть эта грубая механическая ошибка, приводящая к волнению многих специалистов! [6].

*Очень сильное загрязнение природных вод органическими веществами, а следовательно и микробами, наблюдается в районах открытой добычи углей. Так, при обследовании в 2012-2013 гг. Кабакско-Каракечинского угленосного района, на территории впадины протяженностью до 55 км, начиная от оз. Ак-Куль на западе и до верховьев*



**Фото 1.** Место разработки россыпного месторождения золота «Токойлуу» (вид с северной стороны и сверху. (август 2015 г.)

р. Кара-Кече на востоке, действовало порядка 15, преимущественно частных компаний, открытым способом добывавших уголь с использованием мощных экскаваторов и бульдозеров. Деятельность этих компаний наносит значительный урон природной среде, заключающийся в образовании карьеров-оврагов, отвалов вскрышных пород; автомобильных дорог со средней шириной (с отвалами) примерно 16 м, достигающих на крутых склонах до 50-55 м; выводятся десятки гектаров земли под строительство производственных площадок возле карьеров; уничтожаются лесные угодья и т.п. [13]. Пылью, в том числе угольной, загрязняются воды и атмосферный воздух района. Исследованиями было установлено, что в поверхностных водотоках и родниках, ориентировочный показатель микробного загрязнения воды – «коли-индекс» – превышает средние показатели по другим поверхностным водам в десятки раз и, например, в водах ручьев Токсон-Теке, Бозайгыр, Кара-Кече колеблется от 90 до 2380.

*Деятельность ГДП обычно сопровождается появлением различных отходов и отвалов и с ними тоже связаны серьезные геоэкологические проблемы. Одни из самых серьезных геоэкологических проблем, кроме хвостохранилищ и отвалов КОК, о которых мельком*

было выше упомянуто, связаны с отходами, содержащими радиоактивные элементы и тяжелые металлы. Так, специалистам хорошо известны угрозы и последствия, связанные с Минкушскими, Ак-Тюзскими, Каджи-Сайскими хранилищами [16]. Все эти и другие хранилища, включая радиоактивные отходы, нами были детально обследованы и по каждому хранилищу был выявлен ряд проблем. Так, на поверхностях всех радиоактивных хранилищ (Минкушских, Каджи-Сайских, Ак-Тюзских), нами был отмечен ряд незакрытых мест и выемок, на которых радиоактивность достигает до 1-3 и более мкЗ в/час (или, что одно и то же, до 100-300 и более мкР/час), в целом ряде мест находятся вне рабочего состояния нагорные каналы, что вызывает фильтрацию атмосферных осадков через тело хранилищ, в результате радиоактивные элементы и тяжелые металлы попадают в природные воды.

При прорыве хвостохранилищ, например такого, как прорыв хвостохранилища №2 Ак-Тюзского рудника в декабре 1964 года, появляются длительно существующие серьезные экологические проблемы для всей площади, покрытого отходами, и проживающего на этой площади населения. Так, наши исследования в течение последних 15 лет показывают, что радиоактивные отходы на полях и огородах ряда сел Кичи-Кеминской долины полностью не собраны и не захоронены, они не рассеялись, а все еще существуют в виде отдельных кучек с повышенной радиоактивностью – до 1-2, а иногда и более мкЗ/час. Данные опроса и статистические исследования по заболеваемости и смертности людей на этих участках, показали, что они выше фонового на десятки процентов. Государство не должно отстраняться от этих проблем – их надо решать.

#### **Геоэкологические проблемы, связанные с твердыми бытовыми отходами (ТБО)**

Как и отходы ГДП, ТБО населенных пунктов тоже вызывает ряд экологических проблем. В результате обследования практически всех мест расположения ТБО крупных населенных пунктов северных регионов КР, было констатировано – в республике нет ни одного «полигона» ТБО, потому что под термином «полигон» понимается: «Комплекс сооружений, предназначенных для складирования, изоляции и обезвреживания твердых бытовых отходов, обеспечивающий защиту от загрязнения атмосферы, почвы, поверхностных и грунтовых вод, препятствующий распространению грызунов, насекомых и болезнетворных микроорганизмов» [2;4]. Все ТБО населенных

пунктов КР, как это ни печально, выполняют только первый пункт своего предназначения – складировать. ТБО в этих хранилищах сверху абсолютно не изолированы, снизу в некоторых свалках, расположенных в карьерах по добыче глины, имеется не всегда надежная изоляция. Летом почти все ТБО крупных населенных пунктов сильно «дымят», выделяя вредные и канцерогенные вещества, типа диоксида. Многие свалки мусора расположены выше населенных пунктов (Нарын, Чолпон-Ата, Токмок, Талас и др), которые их образуют, поэтому они загрязняют подземные воды, которые могут использоваться жителями этих же населенных пунктов, в том числе как питьевые, например, как в г. Талас. Понятно, что организация полноценного полигона ТБО для городов нашей страны, практически трудно выполнимая задача. Однако нам надо выбирать «меньшее из имеющихся зол», для чего надо хотя бы потратиться на более серьезный и обоснованный выбор мест складирования, создания изолирующих дамб в нижних частях свалок и немного средств – для периодических захоронений заполненной мусором части карьеров или низин, тушения пожаров и прекращения задымлений на свалках ТБО.

**Геоэкологические проблемы, связанные со сточными водами крупных населенных пунктов.** Все очистные сооружения сточных вод крупных населенных пунктов северных регионов КР, кроме Чуйской области, работают только на отстой воды. Биологическая и другие виды очисток в гг. Каракол, Балыкчы, Чолпон-Ата, Нарын и Талас, не работают, поэтому все они являются источниками загрязнения природных вод.

Однако, при несоблюдении определенных требований, например, при поступлении сильно загрязненных или сильно разбавленных сточных вод, биологическая очистка тоже перестает работать и очистные сооружения выходят из строя. Так, например, это было в начале 1990-х годов с очистными сооружениями г. Токмок [7;8] – из-за разбавления сточных вод поднявшимися грунтовыми водами, и в 2014-15 годы – с очистными сооружениями сточных вод г. Кара-Балта – при поступлении сильно загрязненных нефтепродуктами вод с завода «Джунда» (в 5-10 и более раз выше норм нормальной работы аэротенков).

#### **Заключение**

В небольшой статье трудно детально описать все основные геоэкологические проблемы

северных регионов Кыргызской Республики, тем не менее, в статье была сделана попытка в кратком виде охватить большую часть проблем и предложить возможные реальные пути их решения.

В статье не рассматривались некоторые важные с экологической точки зрения вопросы, касающиеся, например, хищнического истребления лесов и кустарников (например, Тянь-Шаньской ели и облепихи), истребления определенных видов животных (например, краснобрюхих или болотных лягушек) и растений и т.д. по двум причинам, во-первых потому, что автор эти проблемы и биосферу специально не исследовал и, во-вторых, потому что эти проблемы более относятся к экологии, нежели к геоэкологии.

Конечно, многие вопросы рассмотрены как бы «поверхностно» и описательно, но, при внимательном чтении, можно видеть, что каждый вывод основан на каких-то наблюдениях, экспериментальных, рекогносцировочных и других исследованиях, проведенных автором или с его участием. Кроме этого, многие не охваченные в данной статье проблемы более детально описаны в других публикациях автора. Автор надеется, что хотя бы часть изложенного материала окажется полезным для ученых, специалистов, руководителей и просто жителей нашей страны.

#### **Литература**

1. <https://knews.kg/2017/07/17/traffic-kg/http://pravdapfo.ru/articles/76786-poligon-upravleniya-othodami>. <https://ru.wikipedia.org/wiki/геоэкология>.
2. <http://waste-nn.ru/tehnologiya-zahoroneniya-tbo/>
3. Закон Кыргызской Республики «Об охране окружающей среды». г. Бишкек от 16 июня 1999 года N 53. (В редакции Законов КР от 04.02.2002 г. N 22, апрель 2009 года N 131).
4. Закон Кыргызской Республики от 30 мая 2011 года, № 34. Технический регламент «О безопасности питьевой воды».
5. Карпачев К.Б., Кожобаев К.А. Основные геоэкологические проблемы г.Чуй-Токмок: состояние и мониторинг. Труды КИМС., Бишкек., КГМИ., 2002. – 151с./с.76-81.
6. Карпачев К.Б., Кожобаев К.А. Рекомендации по мониторингу и управлению геоэкологическими проблемами г. Чуй-Токмок. / Труды КИМС., Бишкек., КГМИ., 2002 – 151с./с.70-75.

7. Касиев А.К., Аманов К.А., Кожобаев К.А. "Об экологии месторождений Солтон-Сары и Кумбел" //Матер. Межд. конф. «Геодинамика, оруденение и геоэкологические проблемы Тянь-Шаня», посвященной 70-летию Института геологии НАН КР. – Бишкек: Илим: 2013. – 266с., 103-109 с.
8. Кожобаев К.А., Молдогазиева Г.Т., Бекболотова С.Д., Дегушев А.В. К методике оценки степени защищенности подземных вод в условиях Кыргызской Республики. РАН, Москва.: 2008. журнал «Геоэкология» № 4; – 373-376 с.
9. Кожобаев К.А., Молдогазиева Г.Т., Тотубаева Н.Э., Оторова С.Т. Геоэкологические проблемы, связанные с деятельностью горнодобывающих предприятий Кыргызской Республики. //Горный журнал. № 8 (2229) 2016., – 32-37 с.
10. Кожобаев К.А., Оторова С.Т., Аманов К.А., Молдогазиева Г.Т., Касиев А.К. О проблеме питьевых вод – на примере с. Ат-Башы Нарынской области. //Журн. «Вестник КГУ им. И. Арабаева». 2011. – 123-125 с.
11. Кожобаев К.А., Тажибаев К.Т., Тажибаев Д.К., Дуйшеев К.О. Кавакский бурозольный бассейн: перспективы комплексного использования минерального сырья и экологические проблемы освоения. //Горный журнал. № 8 (2229) 2016, – 66-71 с.
12. Кожобаев К.А., Чекирова Г.К. Экологические проблемы населения Кыргызской Республики, связанные с их общей экологической культурой, и педагогические пути их

решения.//Матер. Межд. Конф. «Развитие наук о Земле в Кыргызстане: состояние, проблемы и перспективы». Бишкек, 2015. – 165-170 с.

13. Литвак Р.Г. Схематизация слоистой водоносной толщи при расчетах горизонтального дренажа в условиях межгорных долин Кыргызстана//Интернет журнал ВАК Кыргызской Республики. – 2013. – № 2. – 8 с.
14. Международная конференция ученых и экспертов для научно-технической оценки проблем хвостохранилищ радиоактивных отходов в районе Минкуш под эгидой Центра ОБСЕ в г. Бишкек. 11-13 апреля 2007 года г. Бишкек, Кыргызская Республика.
15. Торгоев И.А. Ледники, золото и геоэкология Кумтора. Бишкек.; 2016. - 197с.
16. Экология Кыргызстана: проблемы, прогнозы, рекомендации. Под редакцией К.А.Каримова. – Бишкек: Илим, 2000. – 160 с.

УДК: 504.75.06+628.1.033

**Кожобаев Канатбек Асекович,**  
док.тех.наук, профессор кафедры Экологическая инженерия  
Кыргызско-Турецкого Университета «Манас»,  
научной руков. проектов лаб. ИЭГ ИГ НАН КР

**Шайкиева Нурзат Турганбековна,**  
преподаватель, кан.хим.наук, Кыргызско-Турецкий Университет «Манас»

**Ашитова Эмили Калмурзаевна,**  
выпускница 2018 г. бакалавриата кафедры Экологическая инженерия,  
Кыргызско-Турецкий Университет «Манас»

### ДЕГАЗАЦИЯ ХЛОРА ИЗ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

**Аннотация.** Известно, что хлор, даже при использовании для обеззараживания питьевых вод в допустимых Гигиеническими нормами пределах, все же является в какой то степени вредным для человеческого организма. В работе приведены результаты исследования дегазации хлора при условиях отстаивания хлорированной воды в открытом сосуде и в спокойном состоянии. Выявлено, что высота сосуда или столба воды в пределах от 10 см и до 30 см не влияет на скорость дегазации и что в указанных условиях хлор практически полностью улетучивается из воды в течение 4 часов 20 минут. В пределах указанного времени и указанных условиях уравнение регрессии с коэффициентом детерминации в 0,97 по дегазации хлора имеет вид:  $Y = 0,000001X^2 - 0,0013X + 0,283$ , которое можно использовать для практических целей по определению степени дегазации хлора за определенное время. Исследования по дегазации хлора путем переливаний воды, показали, что в первые два-три переливания столба воды высотой 20 см из одного сосуда в другой с высоты 30 см и в течение примерно 30 секунд - улетучивается более половины хлора, после чего процесс резко замедляется и последующее каждое переливание дает снижение содержания активного хлора приблизительно в пределах 1%.

**Ключевые слова:** питьевая вода, обеззараживание, хлор, дегазация, переливание, сосуд, отстаивание.

### ИЧМЕ СУУЛАРДЫ ХЛОР ГАЗДАН АРЫЛТУУ

**Аннотация.** Ичме сууларды зыянсыздандырууда гигиеникалык норманын белгилүү чегинде колдонулган хлор дагы адамдын организмине кандайдыр бир даражада зыян келтирери белгилүү. Бул жумушта ачык идиште жана тынч абалда хлордолгон сууларды тундуруу шартында хлор газынан арылтуу боюнча изилдөөлөрдүн натыйжалары берилди. Идиштин же суунун бийиктиги 10 см ден 30 см чейинки мамычасы газдан арылтуу ылдамдыгына таасирин тийгизбегендиги жана берилген шарттарда суудан толугу менен 4 саат 20 минутта учуп кетери аныкталды. Көрсөтүлгөн убакыт ченинде жана көрсөтүлгөн шартта хлордон арылтуу боюнча детерминация коэффициентти 0,97 барабар болгон регрессия теңдемеси төмөндөгүдөй:  $Y = 0,000001X^2 - 0,0013X + 0,283$ , белгилүү убакыт бирдигинде хлордон арылтуу даражасын аныктоо үчүн практикалык максатта колдонууга болот. Сууну хлордон арылтуу үчүн куюштуруп изилдөөдө, бийиктиги 20 см болгон суунун мамычасын бир идиштен бийиктиги 30 см келген башка идишке болжол менен 30 секундта бир нече жолу куюштурууда хлордун жарымынан көбү учуп кеткендиги байкалат. Мындан кийин процесс акырындайт жана андан кийинки ар бир куюштуруу активдүү хлордун кармалышын болжол менен 1% азайтат.

**Негизги сөздөр:** ичме суу, зыянсыздандыруу, хлор, газдан арылтуу, куюштуруу, идиш, тундуруу.

## CHLORINE DEGASSING FROM DRINKING WATER

**Abstract.** Chlorine is harmful to human body to some extent, even if it is used to disinfect drinking water within acceptable limits according to hygienic standards. The results of the study of chlorine degassing under conditions of settling of chlorinated water in an open vessel and in quiescent state are given in this work. It was revealed that height of vessel or water column in range from 10 cm to 30 cm does not affect the degassing rate and under these conditions, chlorine almost completely evaporates from the water within 4 hours and 20 minutes. Within the specified time and specified conditions, the regression equation with the coefficient of determination of 0.97 for chlorine degassing is:  $Y = 0,000001X^2 - 0,0013X + 0,283$ , which can be used for practical purposes to determine the degree of chlorine degassing for a certain time. Studies on the degassing of chlorine by means of transfusions of water showed that in the first two or three transfusions of a water column 20 cm high from one vessel to another from a height of 30 cm and for about 30 seconds more than half of chlorine disappears, after which the process slows down sharply and the subsequent each transfusion gives a reduction in the content of active chlorine approximately within 1%.

**Key words:** drinking water, disinfection, chlorine, degassing, transfusion, vessel, settling.

### Введение

Хлор в воду, используемую для питьевых целей, добавляется в качестве обеззараживающего средства. Применение хлора для обеззараживания питьевой воды позволило предотвратить распространение опасных инфекций и спасти множество жизней. Обеззараживание газообразным (в обычных условиях) хлором вод централизованных систем водоснабжения широко используется и в крупных населенных пунктах Кыргызской Республики, например в столице – г. Бишкеке. Если смотреть на хлор с точки зрения вреда здоровью, то конечно это не лучшая примесь для организма. Хлор при высоких концентрациях в большей мере и наоборот, при меньших концентрациях – в меньшей мере, но он вреден для легких, сердца и способен затормаживать работу тканей организма, вызывает одышку. Именно эти проблемы делают актуальными поиск и использование альтернативных методов обеззараживания воды, но пока этот метод остается одним из самых дешевых и эффективных.

Для того, чтобы хлор уничтожал микроорганизмы, требуется время. Исследования показали, что при температурах 18°C и выше, хлор должен находиться в контакте с водой не менее 30 минут. Если температура воды ниже, время контакта должно быть увеличено. Поэтому обычной практикой является добавление хлора в воду при ее поступлении в резервуар для хранения и просветления воды или в протяженный подающий трубопровод, чтобы у реагента было достаточно времени для совершения своего обеззараживающего действия до того, как вода дойдет до потребителя.

Когда хлор добавляют в воду, он агрессивно воздействует на органическое вещество и стре-

мится его разрушить. При добавлении достаточного количества хлора в воду, некоторая его часть остается и после уничтожения микроорганизмов и его взаимодействия с другими органическими веществами. Эта оставшаяся часть называется свободным хлором. Свободный хлор будет оставаться в воде до тех пор, пока не рассеется или не будет израсходован при новых взаимодействиях.

Таким образом, если проводится анализ воды и этот анализ показывает, что в воде содержится некоторое количество свободного хлора, это доказывает, что большинство опасных организмов в воде устранено и она, по всей вероятности, вполне безопасна для питья. Этот процесс называют измерением концентрации остаточного хлора. Содержание активного остаточного хлора и некоторые другие показатели в питьевых водах разных частей г. Бишкек изучался частью авторов и ранее [1].

Количество остаточного хлора в течение суток меняется. Если допустить, что трубопроводная сеть постоянно находится под давлением, что обычно и имеет место в реальности, то днем остаточного хлора в системе будет больше, чем ночью. Это объясняется тем, что ночью, когда потребление меньше, вода дольше находится в системе, поэтому повышается возможность взаимодействия хлора с микроорганизмами и его обеззараживающее действие, а также взаимодействие с другими веществами, что приводит к снижению количества остаточного хлора [2-7].

Как уже было сказано, хлор в целом вреден и для человека, поэтому в быту даются советы типа: надо дать отстояться хлорированной воде – для дегазации хлора. Настоящая работа посвящена исследованию влияния времени

отстаивания, высоты слоя воды на процесс дегазации хлора, а также влияния переливания воды на процесс дегазации – проблемы, являющимися актуальными не только для науки, но и имеющие прикладное значение.

### Методика исследований

Анализ на свободный хлор надо проводить сразу после отбора пробы. Нами определение свободного остаточного хлора проводилось титрованием метиловым оранжевым – по ГОСТу 18190-72 РФ от 2009 года: «ГОСТ. Вода питьевая Методы определения содержания остаточного активного хлора» [8]. Метод основан на окислении свободным хлором метилового оранжевого, в отличие от хлораминов, окислительный потенциал которых недостаточен для разрушения метилового оранжевого [9].

Для проведения анализа брали образцы воды из места подачи воды в раздаточную сеть с исходным содержанием хлора в 0,3 мг/дм<sup>3</sup>. 100 см<sup>3</sup> анализируемой воды помещали в фарфоровую чашку, добавляли 2-3 капли 5н. раствора соляной кислоты и, быстро помешивая, титровали раствором метилового оранжевого до появления не исчезающей розовой окраски.

Таким методом нами ставилась задача определения изменения содержания в спокойном состоянии, открытом сверху образце воды общего объема свободного хлора во времени (30 мин; 20 часа; 3 часа; 5 часов; 12 часов; 48 ча-

сов) в сосудах с диаметром 4 см и с разной высотой (10 см, 20 см и 30 см) столба воды в них.

Вторая часть опытов заключалась в том, что из тех же сосудов вода с высотой 20 см с высоты 30 см примерно за 30 секунд переливалась из одного сосуда в другой, после определенного числа переливаний (2, 6, 12, 16, 24, 30, 36) также сразу определяли содержание свободного хлора.

Все опыты проводились с трехкратной повторностью и, при близком совпадении результатов параллельных исследований (учитывая небольшую точность методов исследований, разница не должна была превышать 15%), брали в расчет среднее значение, в противном случае – эксперименты делались заново.

### Результаты исследований и их обсуждение

Исследования для образцов с высотой 10 см (образец №1), с высотой 20 см (образец №2), с высотой 30 см (образец №3), дали следующие результаты (см. Табл.1): уменьшение содержания в воде общего объема свободного хлора в течении определенного времени в среднем по всем образцам составило: 30 минут – 23-27%; 120 минут – 57%; 180 минут – 60-64%; 300 минут – 100%. Так как во всех исследованиях уже при 180 – 300 минутах отстаивания газообразный хлор полностью улетучивался из воды, то двухсуточное исследование не проводилось.

Таблица 1.

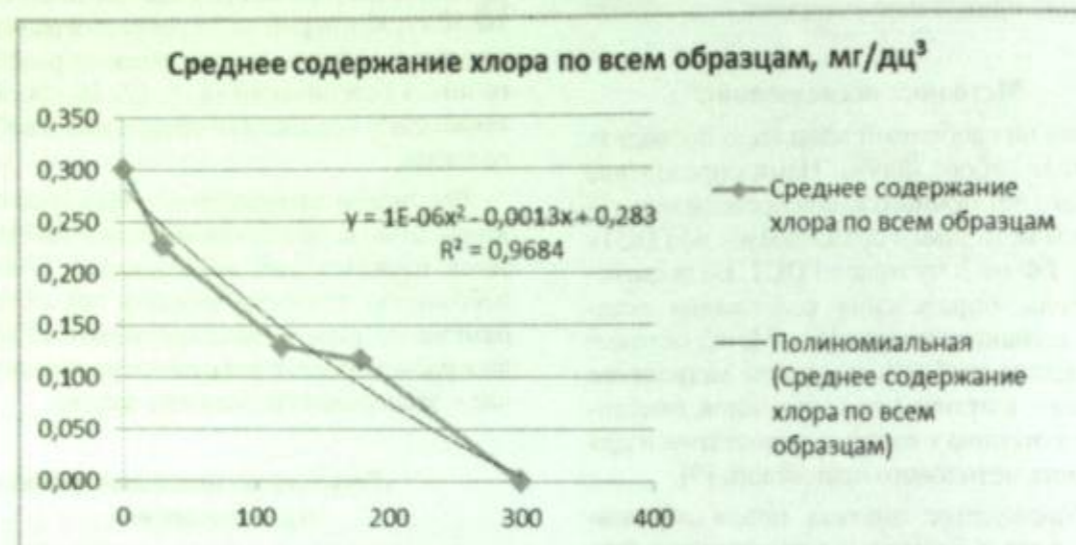
Изменение содержания активного хлора в открытой воде

Время	Время отстаивания образца воды, мин					
	0	0,5 час	2 часа	3 часа	5 часов	12 часов
	0	30	120	180	300	720
Образец №1 – среднее содержание хлора; высота образца: h = 10 см	0,30	0,22	0,13	0,12	Не выявлено (=0)	0
Образец №2 – среднее содержание хлора; высота образца: h = 20 см	0,30	0,23	0,13	0,12	Не выявлено (=0)	0
Образец №3 – среднее содержание хлора; высота образца: h = 30 см	0,30	0,23	0,13	0,11	Не выявлено (=0)	0
Среднее содержание хлора по всем образцам	0,300	0,227	0,130	0,117	Не выявлено (=0)	0



Эти же данные – по среднему содержанию хлора по всем образцам, для наглядности, а также для прогноза более точного времени

полной дегазации хлора по полученному уравнению регрессии, ниже приведены в виде графика программы «Эксель».



Из таблицы 1 ясно видно, что высота воды в сосуде практически не повлияло на динамику и результаты дегазации хлора и за 5 часов отстаивания воды, остаточный хлор полностью улетучивается из всех сосудов с водой. Для того, чтобы выяснить характер изменения содержания хлора в промежутке времени между

2-мя и 5-тью часами, по составленному полиномиальному уравнению регрессии, полученного с коэффициентом детерминации 0,97, сделаем интерполяцию данных через каждые 10 минут и приведем данные в виде таблицы 2 (где X – это время выдержки воды, а Y – содержание активного хлора в воде (мг/дц³)).

Таблица 2. Изменение содержания активного хлора в открытой воде согласно уравнения регрессии в диапазоне времени 120-300 минут

X	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220
Y	0,128	0,118	0,108	0,098	0,088	0,078	0,068	0,059	0,050	0,041	0,032

Таблица 2. продолжение

X	230	240	250	260	270	280	290
Y	0,024	0,016	0,008	0,000	-0,008	-0,016	-0,023

Из рассмотрения данной таблицы видно, что хлор полностью улетучивается из воды в течение 260 минут, то есть через 4 часа и 20 минут.

Ниже в таблице приведены средние результаты определения свободного хлора после переливаний из одного сосуда в другой с высоты 20 см.

Таблица 2. Определение свободного хлора после переливания образцов воды из одного сосуда в другой с высоты 20 см.

Число переливаний с высоты 20 см.	0	2	6	12	16	24	30	36
Среднее содержание хлора, мг/дц³	0,30	0,13	0,11	0,10	0,08	0,06	0,04	0,03
Разница %го изменения содержания хлора после переливаний, %	0,00	57	6,7	3,3	6,7	6,7	6,7	3,3

Анализ приведенных данных показывает, что в первые два переливания улетучивается более половины хлора, после чего процесс резко замедляется и последующие 4-8 переливаний дают снижение содержания активного хлора в пределах не более 7%, то есть можно приблизительно считать, что каждое переливание снижает содержание хлора в 1%. Разумеется, что при изменении условий переливания, например, при процессе переливания с большей высоты или с большей протяженностью во времени, могут дать совершенно другие результаты. Тем не менее, наши результаты показывают, что путем интенсивного перемешивания воды с воздухом можно резко и быстро снизить содержание в питьевой воде активного газообразного хлора.

#### Заключение

В результате проведенного анализа различных источников информации по использованию активного газообразного хлора и проведенных экспериментов по исследованию дегазации хлора из питьевых вод, можно сделать следующие основные выводы:

1. Хлор, даже при использовании для обеззараживания питьевых вод в допустимых Гигиеническими нормами пределах, все же является в какой то степени вредным для человеческого организма.
2. В настоящее время в Кыргызской Республике газообразный хлор все еще остается одним из самых распространенных способов обеззараживания питьевых вод.
3. При отстаивании хлорированной воды в открытом сосуде и в спокойном состоянии, происходит дегазация хлора, причем высота сосуда или столба воды в пределах от 10 см и до 30 см не влияет на скорость дегазации. В указанных условиях хлор практически полно-

стью улетучивается из воды в течение 4 часов 20 минут.

4. В пределах указанного времени и указанных условиях уравнение регрессии по дегазации хлора имеет вид:  $Y = 0,000001X^2 - 0,0013X + 0,283$ , которое можно использовать для практических целей по определению степени дегазации хлора за определенное время.

5. Путем интенсивного перемешивания воды с воздухом, например, путем переливания воды из одного сосуда в другой, можно резко и быстро снизить содержание в питьевой воде активного газообразного хлора. Причем в первые два-три переливания воды из одного сосуда в другой с высоты 30 см и в течение примерно 30 секунд улетучивается более половины хлора, после чего процесс резко замедляется и последующее каждое переливание дает снижение содержания активного хлора приблизительно в пределах 1%.

#### Литература

1. Кожобаев К.А., Изаков Ж. К вопросу о подготовке и качестве питьевой воды (на примере исследования остаточного хлора). //Мат. межд. Конф. «Пищевая и легкая промышленность в стратегии вхождения Республики Казахстан в число 50-ти наиболее конкурентно способных стран мира». Респ. Казахстан, – Алматы, 2007. – 288-291 с.
2. Кульский Л.А. Теоретическая основы и технология кондиционирования воды. Наука думка, – Киев. 1971. – 341 с.
3. Ягуд Б.Ю. Хлор как дезинфектант – безопасность при применении и проблемы замены на альтернативные продукты //5-й Международный конгресс ЭКВАТЭК-2002 Вода: экология и технология. 4-7 июня 2002 г.

4. Леенсон Илья. Хлор активный // Онлайн энциклопедия «Кругосвет». Электронный ресурс: [http://www.krugosvet.ru/enc/nauka\\_i\\_tehnika/himiya/HLOR\\_AKTIVNI.html](http://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/himiya/HLOR_AKTIVNI.html).
5. Долина Л.Ф. Новые методы и оборудование для обеззараживания сточных вод и природных вод. – Днепрпетровск: Континент, 2003. – 218 с.
6. Руководство по обеспечению качества питьевой воды. Том 1: 3-е изд. Всемирная организация здравоохранения. Женева, 2004. 121 с.
7. Бейшенкулова Д.А. Состояние и обеспеченность сельского населения Кыргызской Республики чистой питьевой водой / Д.А.Бейшенкулова, А.К. Бекболотова, Т.К. Токтокожоева // Наука и новые технологии, Бишкек, 2009. -№4. – С. 122-123.
8. ГОСТ18190-72. Вода питьевая. Методы определения содержания остаточного активного хлора. – Москва: Станартинформ, 2009.
9. Цитович И.К. Курс аналитической химии. Учебник для с.-х. вузов. Изд.4-е, испр. и доп. – М: Высшая школа, 1977. – 463 с.

УДК 574.24

Молдогазиева Гульмира Такишевна,  
науч. сотрудник

### ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТЕРРИТОРИИ ИССЫК-КУЛЬСКОЙ ВПАДИНЫ ТВЕРДЫМИ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ

**Аннотация.** Загрязнение окружающей среды твердыми бытовыми отходами стало одной из глобальных экологических проблем. Твердые бытовые отходы становятся частью окружающей среды. Главным его источником является жизнедеятельность человека. Мусор загрязняет окружающую среду, ухудшает качество жизни самого же человека.

**Ключевые слова:** загрязнение, твердые бытовые отходы, окружающая среда, экологическая опасность.

### ЫСЫК-КӨЛ КӨЛҮНҮН АЙЛАНАСЫНЫН ТАШТАНДЫЛАР МЕНЕН БУЛГАНУУСУ

**Аннотация.** Айлана-чөйрөнү катуу тиричилик таштандылары менен булгоо глобалдык экологиялык көйгөйлөрдүн бири болуп калды. Катуу тиричилик таштандылары чөйрөнүн бир бөлүгү болуп баратат. Анын негизги булагы адам баласынын иш-аракеттеринин жыйынтыгы болуп саналат. Таштанды айлана-чөйрөнү булгайт, ошондой эле адамдын жашоо-турмушунун сапатын начарлатат.

**Негизги сөздөр:** булгануу, катуу тиричилик таштандылары, айлана-чөйрө, экологиялык кырсык.

### POLLUTION OF THE ISSYK-KUL BASIN WITH SOLID HOUSEHOLD WASTE

**Abstract.** Pollution of the environment with solid household waste has become one of the global environmental problems. Municipal solid waste becomes part of the environment. Its main source is human life activity. Garbage pollutes the environment, impairs the quality of life of the person himself.

**Key words:** pollution, municipal solid waste, environment, environmental hazard.

Одной из актуальных проблем является экологически опасное и неорганизованное размещение бытовых отходов населения, которые в свою очередь ухудшают качество окружающей среды, природы и жизни человека. Накопление бытовых отходов чревато серьезными негативными последствиями для населения и окружающей среды. Поэтому во всех развитых странах рассматривается вопрос по сокращению, размещению, хранению и захоронению, переработке отходов. Эта проблема также актуальна и для нашей страны.

Твёрдые бытовые отходы (ТБО, бытовой мусор) — предметы или товары, потерявшие потребительские свойства, наибольшая часть отходов потребления. ТБО делятся также на отбросы (биологические ТО) и собственно бытовой мусор (небиологические ТО искусственного или естественного происхождения), а последний часто на бытовом уровне именуется просто мусором [1].

Жемчужина Кыргызстана оз.Иссык-Куль подвержено экологической опасности, так как водоохранная зона оз.Иссык-Куль попадает в

неблагоприятную экологическую обстановку. На побережье ведутся застройки частных пансионатов с уничтожением растительности и кустарников: облепихи и барбариса. Облепиха играет важную роль в естественном формировании почв и ее очистке, очистке поверхностных и грунтовых вод.

Частные пансионаты на берегу оз. Иссык-Куль естественно приведут к увеличению большого объема бытовых отходов, так как в частных пансионатах имеются только выгребные ямы, со временем которые будут переполнены. Также при строительстве могут обнаружиться нарушения природоохранных законодательств.

Рассмотрим крупные населенные пункты находящиеся в Иссык-Кульской области.

Свалки занимают огромные площади, в г. Балыкчы расположенные в двух местах.



Фото 1. Первая свалка в г. Балыкчы.

Хранилище (свалка) хозяйственно-бытового мусора в г. Каракол. В связи с переполнением старой свалки, находящейся в 7 км к северу от северной окраины г. Каракол в одной из многочисленных ложбин, образованных в черте второй высокой террасы р. Жыргалан, в 1 км северо-восточнее от нее опять же в подобной ложбине образована новая свалка извилистой формы. Узкая ложбина глубиной от 0 м вверху до 40-50 м в нижней устьевой части и длиной

Первая находится в пустынной зоне западного берега оз. Иссык-Куль в 0,5 км южнее развилки автомобильных дорог Балыкчы-Нарын и Балыкчы-Каракол (югом) и размещена в котловане размером 300x200x100 м. Котлован наполнен максимум на 5-10% и открыт атмосферному воздуху, поэтому является потенциальным загрязнителем окружающей среды и оз. Иссык-Куль.

Вторая свалка расположена в 2,5-3 км южнее первой, также на поверхности пустынной зоны запад-юго-западного берега оз. Иссык-Куль. Она размещена на слегка пересяченной местности с общим пологим уклоном в сторону озера, до которого 5-6 км. Общая площадь свалки не менее 15 га, при толщине массы в низинах до 10-20 м, отсюда можно предположить размеры и степень загрязнения окружающей среды. Фото 1.

до 130 м зашолнена примерно на 10-15 м. Устье ложбины перекрывается плотной из суглинков высотой не более 15 м, шириной вверху до 6 м и длиной до 50 м, построенной насыпью-загребным способом, забором материала из склонов ложбины. Из-за недостаточной (низкой) высоты плотины, мусор, сбрасываемый бульдозерами, местами переваливается через нее и попадает в стволную ложбину субмеридиального направления, напрямую выходящую в первую вы-

сокую террасу р. Жыргалан, до которой остаётся всего 100-120 м.

Старая свалка засыпана суглинистым материалом (грунтом) с визуальной толщиной до 30 см. Дамба, построенная из тех же суглинков террасы, размерами высотой до 25 м, толщиной до 10 м и длиной до 300 м, не разрушена, дно ложбины с внешней стороны дамбы имеет естественную влажность. Однако, тот факт, что и старые, и новые мусорохранилища соорудались в непосредственной близости к оз. Ис-



Фото 2. Хранилище (свалка) хозяйственно-бытового мусора в г. Каракол.

Общая городская свалка в г. Чолпон-Ата, в отличие от свалок в г. Балыкчы, размещена только в одном месте, и расположена в 1 км северо-восточнее от края города в ложбине юго-восточного простираения длиной 1 км при максимальной ширине до 200 м с пологим и неровным расчленённым дном, служащим надежным естественным упором для рыхлой, а иногда и плавучей, массы отходов.

В настоящее время отходы сваливаются в естественные тупиковые ложбины размером 200x300x150 м, расположенные восточнее вышеописанной ложбины, уже заполненной старыми отходами до предела. Вероятность загрязнения озера Иссык-Куль описанными отходами, конечно, существует, но она в настоящее время пока еще мала, так как площадь водосбора этих ложбин не такая большая, чтобы могли образоваться мощные селевые потоки,

сык-Куль и располагаются в естественных ложбинах, потенциальных путях временных водотоков, что является основанием тревоги за экологическую безопасность рекреационных зон оз. Иссык-Куль. При сооружении мусорохранилищ, также как и при строительстве очистных сооружений, особенно важно соблюдение всех необходимых требований, норм и стандартов, что могло бы гарантировать их безопасность для окружающей природной среды и здоровья населения района. (Фото 2).

способные вынести отсюда большие объемы отходов.

Свалки в с. Тюп расположены в 3-х небольших траншеях, пока еще не заполненных до конца, с размерами 15x4x2 м, 6x4x2 м и 4x4x1,5 м. Ввиду близкого расположения (20-40 м) к узким бухтам оз. Иссык-Куль, они представляют потенциальную опасность для него [2].

Ядовитые вещества, находящиеся в отработанных батарейках, аккумуляторах, термометрах и т.д., а также в гниющих пищевых отходах и разлагающихся пластмассах, просачиваются в подземные воды вместе с атмосферными осадками, развешиваются ветрами по окрестностям и наносят огромный ущерб окружающей среде. В результате процессов гниения в бескислородных условиях образуются газы (метан, этилен, сероводород, фос-

фид), которые выделяют неприятные запахи вокруг свалки. Например, дифосфин способен самовоспламениться, поэтому на свалках регулярно возникают пожары, которые приводят к загрязнению атмосферы и рассеиванию загрязняющих ядовитых веществ [3].

Пищевые остатки привлекают птиц, грызунов, крупных животных, трупы которых являются источником бактерий и вирусов. Бытовые отходы благоприятны для размножения насекомых, птиц, грызунов, других млекопитающих, микроорганизмов. При этом птицы и насекомые являются разносчиками болезнетворных бактерий и вирусов на большие расстояния.

Так называемые «дикие пляжи» оз. Иссык-Куль в антисанитарном состоянии, завалены полиэтиленовыми пакетами из-за использования их в быту и полиэтиленовыми бутылками из-под напитков, несмотря на присутствие мусорных баков. Нет уборных, отдыхающие на берегу ходят в заросли, где тоже можно обнаружить обиходы туалета. Некоторые перед уходом закапывают мусор на берегу на небольшую глубину, который со временем появляется на поверхности. Ветер разносит полиэтиленовые пакеты, которые загрязняют озеро. И весь мусор оседает на дно озера. А как нам известно, полиэтилен приводит к эрозии почвы, а когда попадает в воду прибрежной

зоны, препятствует нересту рыб.

Таким образом, можно сделать вывод об актуальности проблемы загрязнения окружающей среды отходами жизнедеятельности человека, что сказывается не только на внешнем облике оз. Иссык-Куль, но также на экологическом состоянии природных сообществ, жизни и здоровье людей, живущих в данной местности и на состоянии животного мира, обитающих в регионе.

#### Литература

1. <https://ru.wikipedia.org/>
2. Отчет Лаборатории инженерной и экологической геологии Института геологии НАН КР о научно-исследовательской работе за 2007-2011 годы. По проекту на тему: «Исследования негативных геоэкологических процессов территории Иссык-Кульской области и разработка рекомендаций по снижению экологических рисков».
3. Каллистова А.Ю., Глаголев М.В. и др. Эмиссия метана с поверхности полигона захоронения твердых бытовых отходов (ТБО) в зависимости от возраста полигона и от сезона года // Ж. Экол. Хим. 2006. Т. 15. № 1.

УДК 902.2

Сулайманов Асан Бактыбекович,  
инженер

Аламанов Саламат Кулембекович,  
канд. географ. наук, с.и.с., Институт геологии НАН КР,  
Научно-исследовательский центр экологии  
и окружающей среды Центральной Азии (г. Бишкек)

Абдыжапар уулу Саламат,  
PhD, Научно-исследовательский центр экологии  
и окружающей среды  
Центральной Азии (г. Бишкек)

Сатаров Сагын Суранчиевич,  
мл.науч. сотрудник

### ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ СТОЛИЧНОГО ВОЗДУХА КЫРГЫЗСТАНА

**Аннотация.** В данной статье рассматривается, качество атмосферного воздуха в г. Бишкек и дается геоэкологическая оценка потенциальных загрязнителей воздуха в столице приводятся данные потенциальных загрязнителей включая мобильных источников.

**Ключевые слова:** загрязнение атмосферного воздуха, автотранспорт, выхлопные газы, деревья, направление ветра.

### КЫРГЫЗСТАНДЫН БОРБОР КАЛААСЫНЫН АБАСЫНЫН ПОТЕНЦИАЛДУУ БУЛГООЧУ ЗАТТАРЫНА ГЕОЭКОЛОГИЯЛЫК БАА БЕРҮҮ

**Аннотация.** Бул макалада Бишкек шаарынын атмосфералык абанын сапаты каралды жана Кыргызстандын борбор шаарына потенциалдуу булгоочу заттарына геоэкологиялык баа берилди жана потенциалдуу булгоочу заттар боюнча борбор калаанын мобилдүү булактарынан алынган маалыматтары камтылды.

**Негизги сөздөр:** абанын булганышы, унаалардан бөлүнүп чыккан заттар, бактар, шамалдын багыты.

### GEOECOLOGICAL ASSESSMENT OF POTENTIAL AIR POLLUTANTS OF CAPITAL CITY OF KYRGYZSTAN

**Abstract.** This article discusses the quality of atmospheric air in the city of Bishkek, provides a geoecological assessment of potential pollutants of the capital's air in Kyrgyzstan, and provides data on potential pollutants including mobile sources of the capital.

**Key words :** atmospheric air pollution, road transport, exhaust gases, trees, and direction of the wind.

Таблица №1.

Сведения о количестве выбросов столичными автомобилями

Среднее количество выбросов на 1 автомобиль в кг/год		620 тыс авто, в тонн/год
окись углерода	135	81000
окислов азота	25	15000
углеводородов	20	12000
двуокиси серы	18	10800
твердые частицы	6	6000
бензпирен	10	4800
хром	0,103г/м <sup>3</sup>	316
свинец	1г/м <sup>3</sup>	2678
мышьяк	0,3г/м <sup>3</sup>	814
ртуть	0,1-0,12г/	315

По статистическим данным за 2018 год в городе Бишкеке было зарегистрировано 620 тыс. транспортных средств, из них 84% автомашин старые т.е. это машины с эксплуатацией 10-30 лет и более. В таблице №2 приведены сведения о количестве легковых и грузовых автомобилей за последние 7 лет.

В среднем на один автомобиль выбросы составляют, окиси углерода 135 кг/год, окислов

азота 25 кг/год, углеводородов 20 кг/год, двуокиси серы 18 кг/год, твердых частиц 2-6 кг/год, бензпирен 7-10 кг/год. То есть ежегодно в атмосферу Бишкека выбрасывается примерно 81000 тонн окиси углерода, 15 000 тонн оксида азота, 12 000 тонн углеводородов, 10800 тонн диоксида серы, до 6 000 тонн бензпирена и 480 тонн твердых частиц. Расчеты приведены в таблице №1, и наглядно видно в диаграмме №1.

Таблица №2

Число легковых и грузовых автомобилей по территории (на конец года, тыс.)

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Кыргызская Республика	665,7	749,4	843,2	792,9	879,3	995,4
Баткенская область	28,8	31,5	34,4	30,9	30,7	35,3
Жалал-Абадская область	46,6	52,7	59,2	63,4	68,2	75,6
Иссык-Кульская область	28,0	30,8	34,8	39,6	42,7	46,4
Нарынская область	13,3	13,8	14,5	11,4	12,7	14,9
Ошская область	92,4	102,5	113,8	96,2	101,6	114,1
Таласская область	12,5	14,0	15,6	13,0	14,0	15,3
Чуйская область	163,3	182,8	207,4	197,0	210,1	219,3
г. Бишкек	236,3	272,9	310,0	284,2	340,2	360,4
г. Ош	44,5	48,4	53,5	57,2	58,7	60,4
грузовые автомобили						
Чуйская область					120,2	125,3
г. Бишкек					170,4	189,6



Диаграмма №1. Среднее количество выбросов 620 тыс авто при норме 60 тыс авто в год

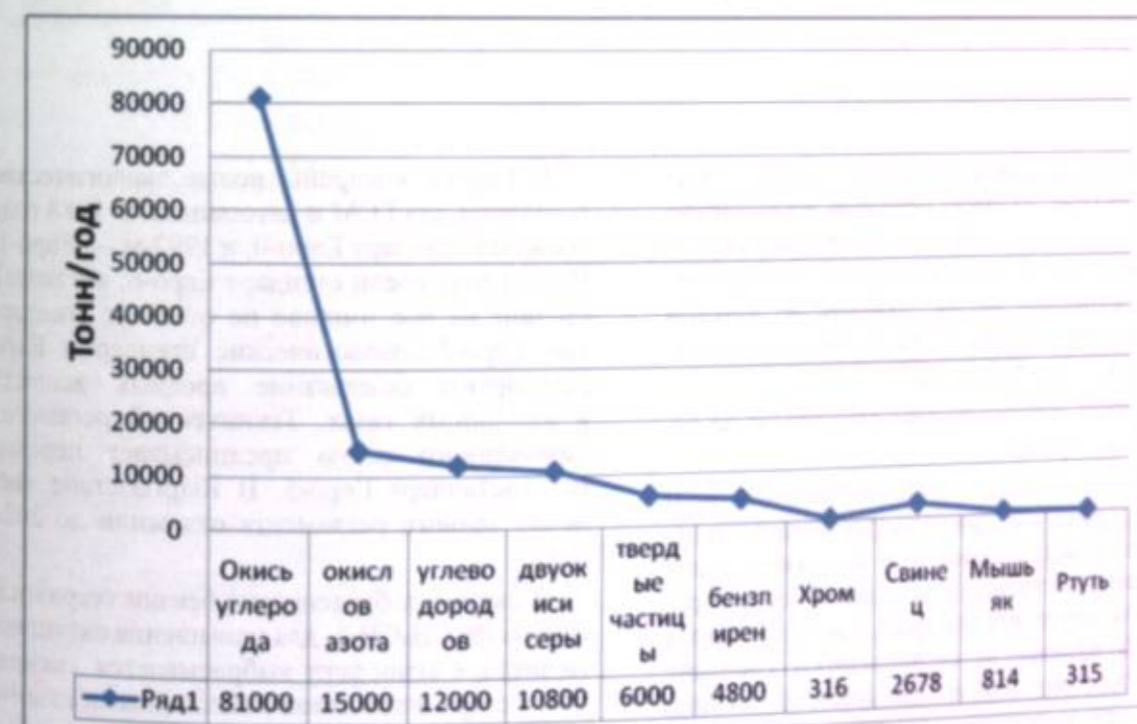
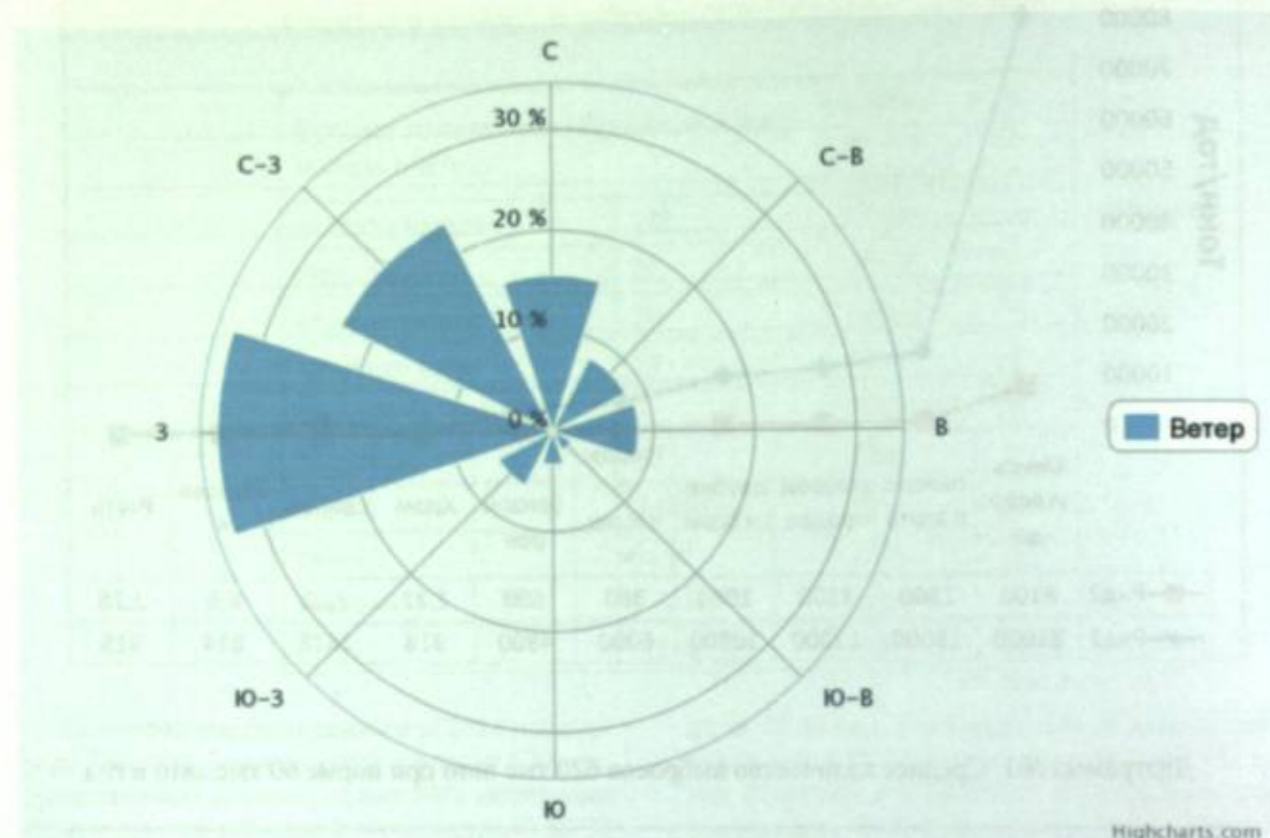


Диаграмма №2. Среднее количество выбросов 620 тыс

Рис. 1 Роза ветров в г.Бишкек



Можем заметить, что роза ветров города Бишкека (Рис. 1) имеет основное направление ветра - с запада на восток, но в зависимости от сезона наблюдаются северные вторжения. Горно-долинные ветры, дующие из ущелий Кыргызского хребта, влияют на ежедневную городскую циркуляцию [3].

*Влияние архитектурной структуры на загрязнение города.*

В бывшем советском союзе при проектировании города учитывали направление розы ветров и проветриваемость. В настоящее время нарушена вентиляционная способность города из-за хаотичных построек новых высотных зданий, которые не соответствуют Госплану развития города. Однако это никак не повлияет на основную причину загазованности Бишкека — выхлопные газы от огромного числа автомашин.

По сведению Романа Сафина, г. Бишкек рассчитан на 60 тысяч автомашин, но количество зарегистрированных уже составило более 620 тысяч. В таблице показано, что количество автомобилей превышает в более десятки раз и это цифра растет из года в год [1].

В Европе внедрены новые экологические стандарты для ГСМ и автомашин. В 1988 году появился стандарт Евро-0, в 1992-м — Евро-1. В 2015 году ввели стандарт Евро-6, а в нашей столице не все топливо не отвечает стандартам Евро-2. Экологические стандарты Евро регулируют содержание вредных веществ в выхлопных газах. Технический регламент Таможенного союза предписывает переход на экостандарт Евро-5. В Кыргызстане введение данного регламента отложили до 2021 года.

В связи с добавлением в бензин тетраэтилсвинца  $Pb(CH_3CH_2)_4$  для повышения октанового числа, в атмосферу выбрасывается свинец, после сгорания топлива с выхлопными газами, загрязняя воздух, оседая на растительность и почву вдоль транспортных магистралей. При сгорании 1 кг этилированного бензина в атмосферу выбрасывается 1,0 г свинца. ПДК свинца в воздухе населенных пунктов установлена 0,0007 мг/м<sup>3</sup>. Следовательно, это количество свинца (1,0 г) способно загрязнить на уровне ПДК около 1400 тыс. м<sup>3</sup> воздуха (Таблица 3).

Количество новых саженцев и взрослых деревьев в Бишкеке насчитывается 245 тысяч

деревьев, больше половины которых были посажены в 1930-х годах, разнообразие которых более 50 видов деревьев и экзотических кустарников. Чаще всего встречаются еловые, елово-пихтовые, дубовые, арчовые и т.д. [4].

#### Методика расчета

В течение одного года обычное дерево выделяет объем кислорода, необходимый для семьи из 3 человек. А автомобиль поглощает это же количество кислорода при сжигании 50 л бензина.

- 1 дерево в среднем в течение 1 года поглощает 120 кг CO<sub>2</sub>, и примерно столько же выделяет кислорода

- 1 автомобиль поглощает этот же объем кислорода (120 кг) примерно при сжигании около 50 литров бензина, и вырабатывает различные выхлопные газы (их состав указан в таблице №2)

- за год в 1 автомобиль в среднем заправляют 1500 литров бензина (при пробеге 15000 км и расходе 10л/100км). Это значит, что не-

обходимо 1500 л/50л в баке = 30 деревьев, которые выработают поглощенный объем кислорода.

Исходя из расчетов, мы видим, что, для проезда одному автомобилю 1 год необходимо 30 деревьев, так как в Бишкеке насчитывается всего 245 тыс деревьев, их хватает всего на 8200 автомобилей. Наиболее активными поставщиками кислорода являются тополя, 1 га таких деревьев выделяет в атмосферу кислорода в 40 раз больше, чем 1 га словых насаждений [4-5]. Вырубка зеленых насаждений усугубляет ситуацию. Вырубают зеленые насаждения по двум причинам — из-за их аварийности или в целях расширения дорог. В 2014 г. вырубил 1 тысячу 156 деревьев, в 2016 г. вынужденно снесли 2 тысячи 328 деревьев, в 2017 г. — 2 тысячи 938. В планах на 2018 г. значится вырубка 2,5 тысячи деревьев.

При этом в 2014 г. высадили 5 тысяч 609 саженцев, в 2016 г. — 5 тысяч 508, в 2017 г. — 10 тысяч 22, и в планах на 2018 г. было посадить 8 тысяч 217 зеленых насаждений [4].

Таблица №3

Компоненты выхлопного газа и их класс опасности и ПДК

	Двигатель	дизель	Токсичность	Класс опасности	ПДК
	бензин				
	мг/м <sup>3</sup>	мг/м <sup>3</sup>			
Азот	74,0 - 77,0	76,0 - 78,0	нет		
Кислород	0,3 - 8,0	2,0 - 18,0	нет		
Пары воды	3,0 - 5,5	0,5 - 4,0	нет		
Диоксид углерода	5,0 - 12,0	1,0 - 10,0	да	4	
Оксид углерода	0,1 - 10,0	0,01 - 5,0	да	4	
Оксид серы	0,002	0 - 0,03	да	3	
Сажа, г/м <sup>3</sup>	0,04	0,01 - 1,1	да	3	0,05 мг/м <sup>3</sup>
Углеводороды канцерогенные	не	0,009 - 0,5	да	3	5 мг/м <sup>3</sup>
Хром	0,103	0,102	да	2	0,0015 мг/м <sup>3</sup>
Диоксид азота	0,9-1,0	1,02-1,4	да	2	0,4 мг/м <sup>3</sup>
Альдегиды	0 - 0,2	0,001 - 0,009	да	2-3	0,02 мг/м <sup>3</sup>
Бензопирен, мг/м <sup>3</sup>	0,01 - 0,02	до 0,01	да	1	0,001 мг/м <sup>3</sup>
Свинец	1г/м <sup>3</sup>	1г/м <sup>3</sup>	да	1	0,0003 мг/м <sup>3</sup>
Мышьяк	0,3г/м <sup>3</sup>	0,4г/м <sup>3</sup>	да	1	0,0003 мг/м <sup>3</sup>
Ртуть	0,1-0,12г/м <sup>3</sup>	0,1-0,12г/м <sup>3</sup>	да	1	0,0003 мг/м <sup>3</sup>

**Вывод**

В данной работе мы рассмотрели все факторы, влияющие на состояние атмосферы города Бишкека.

**Выяснили:**

- Увеличение количества старых транспортных средств ухудшает качество атмосферного воздуха города;
- снижение количества деревьев отрицательно влияет на состояние атмосферы столицы;
- хаотичная застройка города затрудняет проветриваемость в городе.

**Литературы**

1. <https://vesti.kg/obshchestvo/item/24799-bishkek-rasschitan-ot-silyi-na-50-tyisyach-mashin-a-zaregistrovano-bolee-900-tyisyach.html>
2. <http://www.stat.kg/ru/statistics/transport-i-svyaz/>
3. <https://world-weather.ru/archive/kyrgyzstan/bishkek/>
4. Национальный статистический комитет/ Кыргызской Республики. Кыргызстан в цифрах /Статистический сборник Бишкек 2018/, – 344 с.
5. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. - Ленинград: Гидрометеониздат, 1986.

УДК 902.2

Мезгин Илья Александрович,  
ст. научн. сотрудник

Пак Николай Тимофеевич,  
кандидат геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией  
Ивлева Елена Александровна,  
ст. научн. сотрудник  
Филиппов Андрей,  
профессор, Калифорнийский Университет, г.Ирвин, США

### ДРЕВНИЕ КАМЕННЫЕ СООРУЖЕНИЯ «МУГХОНЫ» НА ТЕРРИТОРИИ КЫРГЫЗСТАНА

**Аннотация.** На территории Кыргызстана нередко встречаются древние каменные сооружения округлой формы. Они называются «Мугхона». Их размеры в основании составляют 4-7 м, высота от 2 до 4 м. Внутри одной из них, в долине р.Кассан найдено захоронение, из брёвен, встроенных в стену и останков костей человека. Радиоуглеродным методом определено по костям время захоронения - 292 год.

**Ключевые слова:** археология, каменные сооружения, мугхона, радиоуглеродный анализ.

### КЫРГЫЗСТАНДЫН АЙМАГЫНДА «МУГХОНА» БАЙЫРКЫ ТАШ КУРУЛМАЛАРЫ

**Аннотация.** Кыргызстандын аймагында тоголоктолгон калыптагы байыркы таш курулуштар дай ирет кездешет. Алар: «Мугхона» деп аталат. Алардын өлчөмү негизинде 4-7 м, бийиктиги 2-4 м түзөт. Кассан суусунун өзөнүндө, алардын биринде дубалга курулган устундардын ичинде адамдын сөөктөрүнүн калдыктары табылган. Радиоуглероддук ыкма аркылуу сөөктөр боюнча көргө коюу мезгили аныкталган – 292 жыл.

**Негизги сөздөр:** археология, таш курулуштар, мугхона, радиоуглероддук анализ.

### ANCIENT STONE CONSTRUCTIONS OF “MUGHONY” IN TERRITORY OF KYRGYZSTAN

**Abstract.** There are ancient round-shaped stone structures on the territory of Kyrgyzstan. They are called “Mughona”. Their dimensions at the base are 4-7 m, height is from 2 to 4 m. A burial was found inside one of them, in the valley of the Kassan river, from logs embedded in the wall and human bone remains. The time of burial was determined by the radiocarbon method on bones - 292 year.

**Key words.** archeology, stone constructions, mughona, radiocarbon analysis.

Территория Кыргызстана, как и соседние районы, изобилует археологическими памятниками: наскальными рисунками, курганами, древними городищами и поселениями, пещерами и т.п. В районе Чаткальского хребта также имеются многочисленные находки: древние выработки, древние разработки полезных ископаемых, плавильные печи, каменные

дробилки и мельницы, кухонная утварь и т.д. Обращают на себя внимание периодически встречающиеся древние каменные сооружения.

Мугхоны – древние каменные сооружения, часто встречающиеся на территории Кыргызстана на южном склоне Чаткальского хребта.

Они встречаются в полосе протяжением около 80 км от границы с Узбекистаном на юго-западе до ручья Чанач на северо-востоке. На территории Узбекистана и Таджикистана подобные сооружения широко распространены в северных предгорьях Ферганы до западных окраин Ходжента.

У местного кыргызского населения они называются «мутташ», а среди узбеков и таджиков северной части Ферганской долины – «мутхона» или «хона-и-мут» (сооружение, постройка мут). Как видно из названия, эти сооружения связываются в народе с именем могущественного племени солнцепоклонников и огнепоклонников – мут, населявших на рубеже нашей эры и в раннем средневековье протяженную область правобережья Сырдарьи, включая Карамазар и Северную Фергану.

На территории Кыргызстана мутхоны специально не изучались. На территории Узбекистана к западу от нашей границы в 50-е годы прошлого века мутхоны изучались М.Э.Воронец [2], В.Спришевским [4], а затем по их материалам описаны Б.А.Литвинским [3]. Опираясь на предшественников, краткую историю изучения этих каменных сооружений и их описание дал А. Аширов [1] (нештатный инспектор Республиканского общества охраны памятников истории и культуры ...) в газете «Правда Востока» от 15.11.1994г.

Описание сооружений, их назначение и их принадлежность в этих публикациях охарактеризованы противоречиво: то они называются курганами, то сравниваются с «позднейшими мавзолеями северных районов Средней Азии», то с юртами, а их сооружение приписывается то мугам (магам) – племенам огнепоклонников, звездочетов, заклинателей, то каким-то мифическим «горно-пастушеским племенам». Из этих же публикаций следует, что под названием «мутхона» описываются разнородные сооружения. Часть из них небольшие округлые сооружения, другие – прямоугольные в плане. Прямоугольные постройки часто имеют узкий проход, ведущий внутрь, порой в рост человека и содержат захоронения, обычно групповые и многоярусные. Именно они и были объектами раскопок М.Э.Воронец и В.Спришевского.

По сопровождающим вещевым комплексам (керамика, пряжки, наконечники стрел, бусы) захоронения датированы I-II веками нашей эры. По исследованию черепных и лицевых костей на кафедре антропологии Среднеазиатского государственного университета В.Я.Зезенковой сделан вывод, что захороненные

относились к европеоидной расе с «налетом монголоидности».

На нашей территории мутхоны без исключения представляют собой круглые в плане близкие к полусферическим сооружения с небольшой площадкой на вершине. Они могут иметь различные размеры, но сохраняют свою форму на всей территории их распространения.

При геологических работах в бассейне реки Кассансай геологами во множестве встречались и осматривались эти каменные сооружения. Иногда в них приходилось укрываться от ветра и непогоды. Некоторые из них встречаются у дороги по руслу Кассансай.

Мутхоны обычно сложены из крупных плоских обломков пород, а иногда и из валунов без цементирующего материала. Диаметр их в основании от 4-5 м до 7 м, поверху – 2-4 м, высота – от 2-3 до 4 м в зависимости от сохранности. И.А.Мезгиным в долине Кассансай в 1964-ом году были встречены мутхоны диаметром до 15м, но впоследствии они были разрушены при расширении автодороги.

В основании сооружений имеется прямоугольное отверстие размером 40-50см в ширину и 60-70см в высоту, перекрытое широкими плоскими плитами и ведущее во внутреннюю камеру. Этими отверстиями мутхоны всегда (чаще всего) обращены к югу.

Внутри мутхоны представляют собой полусферическую камеру с небольшим отверстием в своде. Стены их выложены аккуратно как снаружи, так и внутри. Толщина стен колеблется от 0,5 до 1м и более. Пространство между внешней и внутренней кладкой забутовано мелкими камнями.

Верхняя часть большинства этих сооружений со временем обрушилась внутрь, но встречаются мутхоны хорошей сохранности, при этом видно, что они сооружались на поверхности (часто на скальной поверхности) и внутри не содержат никаких следов деятельности человека.

Располагаются мутхоны в различной обстановке: они встречаются в днищах долин рек и ручьев, в нижней части склонов на невысоких гребнях, а часто и на высоких водоразделах, располагаясь как на скальных выступках, так и на сглаженных седловинах. В их взаимном расположении тоже не наблюдается какой-либо системы. Иногда они стоят поодиночке, иногда группами до 4-5 сооружений, расстояния между которыми может колебаться от нескольких метров, до 30-40м. В некоторых местах в доли-

не Кассансай они образуют группы до 20-30, а иногда и до 50 сооружений (например, по ручью Чалкойду, ниже ручья Каратерек-южный, на участке Сарыкамыш и др.).

Во время работ в Кассанском районе геологами высказывались различные предположения о назначении этих сооружений. Некоторые считали их жилыми постройками, другие – сторожевыми вышками, третьи – плавильными печами. Высказывалось даже мнение, что мутхонами отмечались рудоносные разломы.

На основании имеющихся наблюдений все эти версии кажутся несостоятельными. Многие из мутташей не пригодны для жилья из-за малых размеров внутреннего пространства,

удаленности от источников воды и расположению на гребнях водоразделов – в местах совершенно не защищенных от ветров, дождей и снегопадов. Другие расположены в саях, не имеющих обзора, вдали от поселений и дорог и потому не могут быть сторожевыми пунктами. В мутхонах и около них нет ни следов проживания человека, ни шлаков, а под большинством из них нет никаких рудных тел.

В 1983 году одному из авторов – И.А.Мезгину на ручье Кек-Кайкы (левом притоке ручья Иштамберды-северного) встретилась группа мутташей хорошей сохранности, у которых впервые удалось наблюдать пандусные подъемы, пристроенные с правой стороны сооружений (рис. 1).



Рис. 1. Мутхоны на ручье Кек-Кайкы с пандусными лестницами, 1983

Оказалось, что наличие пандусных подъемов у мутташей не редкость, а постоянный элемент сооружений. Просто, они менее устойчивы, чем основное сооружение и потому легче разрушаются, сохраняясь в нижней части

мутхоны в виде развалов, придавая мутхонам вид ступенчатого сооружения. В дальнейшем пандусные подъемы нам удалось наблюдать и вблизи родников Ак-Терек, на руч. Кочвората, на правом берегу ручья Куйгумен.





Рис. 2. Мугхона Ак-Терека  
Фото И.А.Мезгина, 1983г.



Рис. 3. Мугхоны на ручье Кочкората.  
Фото И.А.Мезгина 2007г.

На водоразделе ручейка Ак-Терек и ручья Арыкбулак в том же 1983 г. была встречена мугхона полной сохранности, у которой пандусный подъем начинался слева от нижнего отверстия. В средней части сооружения он раздвигался и далее уже две дорожки огибали сооружение и выходили на верхнюю площадку мугхоны.

Эти наблюдения с учетом постоянной ориентировки мугташей к югу привели И.А.Мезгина к выводу, что мугхоны представляют собой культовые сооружения, связанные с культом солнца (или огня). Пандусные лестницы существовали для того, чтобы подниматься вверх сооружения для выполнения каких-то обрядов (возможно – жертвоприношений).

Возможно, они использовались и при строительстве для доставки камней вверх. И вдруг...

В том же 2007 г. в группе мугташей на левом берегу ручья Кочкората Н.Т.Пак указал нам на мугхону почти полной сохранности. Последующий ее осмотр Е.А.Ивлевой и И.А.Мезгиным показал, что она в отличие от других сооружений подобного типа ориентирована нижним отверстием к западу и внутри содержит одиночное захоронение. В нижней части стенок были вделаны (по-видимому, еще при постройке) два арчовых бруса в направлении север-юг, на которых, вероятно, помещалось тело покойного. Сейчас сохранились только концы брусьев, а кости скелета без черепа сдвинуты в северную часть и находятся под брусьями (рис. 4).

В мугхоне для анализа нами были отобраны фрагменты дерева и костей. Отобранные

образцы Н.Т.Паком были переданы А. Филиппову (Департамент наук о Земле, Калифорнийский Университет, г. Ирвин). Для изотопного анализа углерода и азота был отобран кусочек бедренной кости останков человека, обнаруженного в мугхоне. Данная проба была проанализирована в департаменте наук о Земле Калифорнийского университета, г. Ирвин. Из пробы был выделен коллаген, который и был проанализирован. В 2017 году от него получен результат радиоуглеродного (некалиброванного) анализа костных останков, показавшего возраст  $292 \pm 20$  лет т.е. III век н.э.

По-видимому, это первое достоверное определение возраста этих древних каменных сооружений, называемых мугхонами, а пока мугхоны ожидают дальнейшего серьезного изучения.



Рис. 4. Захоронение внутри мугхоны ручья Кочкората.

#### Литература

1. Аширов С. Маги – кто они? Ташкент, газета «Правда Востока» от 15.11.1994 г.
2. Воронец М.Э. Археологические исследования Института истории и археологии и Музея истории АН УзССР на территории Ферганы в 1950-1951 годах // Труды Музея истории Узбекской ССР. Ташкент, 1954
3. Литвинский Б.А. Курганы и курумы Западной Ферганы. Археологи рассказывают. – Сталинабад: Таджикгосиздат, 1959.
4. Спришевский В.И. Некоторые находки из мугхоны в собрании Музея истории АН УзССР // Труды Музея истории Узбекской ССР. Вып. III. – Ташкент: АН УзССР, 1956. – 53-74 с.

## ЮБИЛЕИ

### Академику Кудаярову Дуйше Кудаяровичу 80 лет!

Медицинская и научная общественность Кыргызстана отметила славный юбилей видного ученого, действительного члена (академика) Национальной академии наук Кыргызской Республики, Заслуженного деятеля науки Кыргызской Республики, лауреата Государственной премии Кыргызской Республики в области науки и техники, видного представителя клинической медицины и здравоохранения, Президента Ассоциации детских врачей Кыргызстана, доктора медицинских наук, профессора, заведующего кафедрой госпитальной педиатрии КГМА им. И.К. Ахунбаева Кудаярова Дуйше Кудаяровича.

Д.К. Кудаяров родился 26 апреля 1939 года в с. Эрке-Сары, Кара-Суйского района. Когда ему было 3 года, отец ушел на войну, умерли от болезни мать и дедушка. Он и годовалый брат остались на воспитании пожилой бабушки.

После окончания семилетней школы в родном селе в 1953 году, Дуйше Кудаярович поступил в среднюю школу им. Фрунзе в селе Мады, которую окончил в 1956 году. В том же году он поступил в впервые организованный педиатрический факультет Кыргызского государственного медицинского института в г. Фрунзе.

В 1962 году, окончив Медицинский институт, он поступил в аспирантуру НИИ охраны материнства и детства Министерства здравоохранения Кыргызской ССР. После защиты кандидатской диссертации (1965) в 1965-1974 годы он работал старшим научным сотрудником, с 1974 по 1977 год – заведующим отделением гематологии НИИ охраны материнства и детства. В 1980 году в НИИ педиатрии АМН СССР (г. Москва) защитил докторскую диссертацию.

Как ученый и руководитель научных исследований в области охраны материнства и детства, а также организатор педиатрической службы республики Д.К. Кудаяров 27 лет находился на руководящей работе; из них 15 лет в должности заместителя директора по науке (1977-1992), 12 лет (1992-2004) – директора НИИ акушерства и педиатрии, с 2004 года и по настоящее время он продолжает работать Почетным директором Национального центра охраны материнства и детства МЗ КР.

Основные научные труды академика Д.К. Кудаярова посвящены изучению возрастных аспектов формирования, диагностики, лечения и профилактики анемии у детей в разных климатогеографических зонах республики.

Он был одним из инициаторов и разработчиков нового детского продукта «Биолакт» для кормления ослабленных и больных детей младшего возраста и беременных женщин, страдающих дефицитной анемией. В педиатрической практике были апробированы новые методы лечения железодефицитной анемии биолактом, обогащенным микроэлементами и витаминами, эритропоэтиновой плазмой в комплексе с препаратами железа. Этот продукт был апробирован и внедрен во всех республиках бывшего СССР, а его закваска выпускалась в специальном заводе в г. Томске. За совокупность этих капитальных трудов в 1992 году он был удостоен Государственной премии Кыргызской Республики в области науки и техники.

Д.К. Кудаяров как видный ученый и специалист по клинической педиатрии, особенно в области детской гематологии, патологии и физиологии новорожденных детей признан в странах СНГ и дальнего зарубежья. Им создана большая научная школа детских гематологов в Кыргызстане, получившая широкое признание не только в Центрально-Азиатском регионе, но и далеко за его пределами. Он является бессменным Президентом Ассоциации педиатров Кыргызстана на протяжении 20 лет, членом Всемирной Ассоциации педиатров, Международной Ассоциации педиатров тюркоязычных стран, Ассоциации педиатров Российской Федерации и Казахстана, а также почетным профессором ряда зарубежных университетов.

В 1989 году Д.К. Кудаяров избран членом-корреспондентом, а в 2000 году действительным членом (академиком) Национальной академии наук Кыргызской Республики. С 2008 по 2013 год работал вице-президентом и председателем отделения химико-технологических, медико-биологических и сельскохозяйственных наук НАН КР.

Д.К. Кудаяров автор более 360 научных работ, в том числе 17 монографий, свыше 10 изобре-

ний и патентов, 40 учебных пособий и методических рекомендаций. Его труды являются настольной книгой педиатров Кыргызстана на протяжении многих десятилетий.

Деятельность Д.К. Кудаярова связана и с подготовкой научно-медицинских кадров, а также с процессом повышения их квалификации.

В стенах Кыргызского государственного медицинского института он прошел славный путь от ассистента до заведующего кафедрой госпитальной педиатрии, подготовив сотни педиатров. Будучи основной разработкой научных основ повышения эффективности первичной медико-санитарно-направленных на снижение заболеваемости детей в республике.

Д.К. Кудаяров подготовил 16 докторов и 39 кандидатов медицинских наук. На протяжении 18 лет являлся председателем, а с 2010 года – заместителем председателя Диссертационного совета по защите докторских и кандидатских диссертаций.

Д.К. Кудаяров ведет активную общественную работу, неоднократно избирался членом райкома, депутатом райсовета. Он является также первым президентом Конгресса педиатров тюркоязычных стран (1992). Свидетельством международного признания и высокой оценки его деятельности является награждение серебряной медалью и Почетной грамотой Международного Биографического общества Кембриджского Университета (Великобритания) – «Выдающиеся кадры XX-го века» (1998).

Заслуги Д.К. Кудаярова по достоинству оценены Правительством КР. Он награжден медалью «За доблестный труд» (1970), Почетной грамотой Кыргызской ССР (1972), знаком «Отличник здравоохранения СССР» (1972), знаком «Отличник профсоюзного работника СССР» (1975), медалью «Ветеран труда» (1986), орденом «Дружбы народов» (1986), орденом «Манас» III степени (2003), орденом «Манас» II степени (2010).

За крупный вклад в науку ему было присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки Кыргызской Республики» (1995), присуждена международная премия «Руханият» (2002) и академическая премия имени И.К. Ахунбаева (2019).

Свой 80-летний юбилей он встретил в расцвете сил и творческого полета в кругу своих учеников и последователей.

Поздравляем с юбилеем, желаем доброго здоровья, творческого долголетия и благополучия!

Президиум Национальной академии наук Кыргызской Республики

Отделение химико-технологических, медико-биологических и сельскохозяйственных наук Национальной академии наук Кыргызской Республики

## АВТОРЛОР ЖӨНҮНДӨ МААЛЫМАТ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ INFORMATION ABOUT AUTHORS

1. Аламанов Саламат Кулембекович, канд. геогр. наук, ст. науч. сотр., зав. отделом географии, Институт геологии им. М.М.Адышева НАН КР; Научно-исследовательский центр экологии и окружающей среды Центральной Азии КР. тел.: (0312) 66-39-78 (сл.). E-mail: S.Alamenov@mail.ru
2. Аманов Кадыр Аманович, канд. геол.-минерал. наук, вед. науч. сотр., Институт геологии им. М.М.Адышева НАН КР. тел.: (0312) 41-75-63 (дом.); (0312) 66-28-32 (сл.); 0550-34-30-70 (моб.). E-mail: kadyr-amanov@mail.ru
3. Апаров Фарид Хурматович, канд. геол.-минерал. наук, ст. науч. сотр., ИГ им. М.М.Адышева НАН КР. тел.: (0312) 55-51-25 (дом.); 0558-58-80-09 (моб.). E-mail: aparov@mail.ru
4. Бакиров Апас Бакирович, докт. геол.-минерал. наук, академик НАН КР, гл. науч. сотр., тел.: (0312) 62-54-04 (сл.); 0555-14-58-92 (моб.). E-mail: apasbek@mail.ru
5. Дженчураева Александра Васильевна, докт. геол.-минерал. наук, профессор, вед. науч. сотр., тел.: (0312) 66-01-60 (сл.). E-mail: djenchuraeva@gmail.com
6. Дженчураева Розалия Джаманкуловна, докт. геол.-минерал. наук, профессор, академик НАН КР, гл. науч. сотр., Институт геологии НАН КР. тел.: (0312) 62-44-34 (сл.); 0555-00-62-58 (моб.). E-mail: rosalia@list.ru
7. Кожобаев Канатбек Асекович, докт. техн. наук, профессор кафедры Экологическая инженерия Кыргызско-Турецкого Университета Манас; гл. науч. сотр. лаборатории Инженерная и экологическая геология ИГ им. М.М.Адышева НАН КР. тел.: (0312) 49-27-81 (82, 86, 88) +1075 (сл.); (0312) 62-37-89 (дом.); 0777-99-77-30 (моб.). Факс: (0312) 54-19-35. E-mail: kojkanik@gmail.com.
8. Кошоев Талгат, мл. науч. сотр., Институт геологии НАН КР. тел.: (0312) 62-54-04 (сл.); 0700-99-29-91 (моб.). E-mail: koshoev@gmail.com
9. Максумова Рена Абдуллаевна, докт. геол.-минерал. наук, профессор, чл.-кор. НАН КР, гл. науч. сотр., Институт геологии НАН КР. тел.: (0312) 66-28-31 (сл.); 0555-09-90-46 (моб.). E-mail: r.maksumova@mail.ru
10. Миколайчук Александр Владимирович, канд. геол.-минерал. наук, ст. науч. сотр., тел.: (0312) 72-04-81 (дом.); 0555-09-47-17 (моб.). E-mail: mikolaichuk@mail.ru
11. Молдогазиева Гульмира Такишевна, науч. сотр. лаборатории Инженерная и экологическая геология Института геологии им. М.М.Адышева НАН КР. тел.: (0312) 66-28-32 (сл.); 0554-25-20-38 (моб.). E-mail: moldogazieva-gt@yandex.ru
12. Монолдорова Акылай Монолдоревна, мл. науч. сотр., Институт геологии им. М.М.Адышева НАН КР. тел.: (0312) 66-39-78 (сл.); 0700-50-20-29 (моб.). E-mail: akylai.satybaldieva@mail.ru
13. Орозбаев Рустам Талапкеревич, канд. геол.-минерал. наук, ст. науч. сотр., тел.: (0312) 62-54-00 (сл.); 0553-15-26-28 (моб.). E-mail: r.t.orozbaev@gmail.com
14. Пак Николай Тимофеевич, канд. геол.-минерал. наук, заведующий лабораторией Металлогенеза и рудообразования тел.: (0312) 66-14-16 (сл.); 0773-21-92-99 (моб.). E-mail: paknikolay50@mail.ru
15. Сатыбаев Максатбек Мундусович, PhD, науч. сотр., Институт геологии им. М.М.Адышева НАН КР. тел.: (0312) 62-54-00 (сл.); 0700-00-22-26 (моб.). E-mail: smaksat@gmail.com
16. Сулайманов Асан Бактыбекович, мл. науч. сотр. тел.: 0778-41-28-60 (моб.). E-mail: jeson\_94@mail.ru
17. Шилов Герман Германович, ст. науч. сотр., тел.: 0552-57-20-00.

## Информационно-издательская деятельность

В рамках реализации Концепции по реформированию системы организации науки в Кыргызской Республике для своевременного сбора и оперативного распространения информации о работе президиума и инновационных достижений научно-исследовательских учреждений образован информационно-издательский центр «Илим» НАН КР путем слияния издательства «Илим» и отдела информационного обеспечения президиума НАН КР (далее - ИИЦ «Илим»), который состоит из следующих двух отделов: редакционный и производственный. (Утверждено постановлением Президиума НАН КР от 24 февраля 2016 года, № 7).

ИИЦ «Илим» зарегистрирован Министерством юстиции Кыргызской Республики, имеет статус самостоятельного юридического лица.

Разработаны Концепция развития и Устав ИИЦ «Илим», в соответствии с которыми издается журнал «Известия Национальной академии наук Кыргызской Республики» (далее «журнал Известия НАН КР») являющийся издательским органом президиума НАН КР и обладает статусом республиканского академического издания.

1. Журнал «Известия НАН КР» является рецензируемым изданием и входит в список Высшей аттестационной комиссии Кыргызской Республики для публикаций материалов диссертаций. (Утверждено постановлением Президиума НАН КР от 22 мая 2008 года №24).
2. Журнал «Известия НАН КР» предназначен научным работникам, ученым специалистам, работающим в научно-исследовательских институтах и центрах, в научных подразделениях высших учебных заведений, в научно-учебных и научно-производственных объединениях.
3. Журнал «Известия НАН КР» зарегистрирован Министерством юстиции Кыргызской Республики.

Цели и задачи журнала «Известия НАН КР»

1. Целями журнала «Известия НАН КР» является публикация результатов научных исследований и ознакомление общественности страны с достижениями науки, техники и культуры Кыргызстана.
2. Журнал «Известия НАН КР» публикует материалы по актуальным проблемам науки и техники, разрабатываемым в институтах НАН КР, отраслевых НИИ и научных подразделениях высших учебных заведений республики.
3. Журнал «Известия НАН КР» публикует обзорные и методологические статьи, рецензии на научные статьи, монографии и сборники, а также краткие сообщения и отчеты о научных сессиях, конференциях и других событиях научной жизни страны.

Приложение к журналу «Известия НАН КР»

1. В целях повышения оперативности и информативности в популяризации науки, а также в целях ознакомления с программными документами, разработанными в президиуме, в бюро Отделений и НИУ НАН КР, издается приложение к журналу «Известия НАН КР» - «Жизнь науки», периодичность - 2-4 номера в год.
2. «Жизнь науки», публикует доклады и отчеты по результатам фундаментальных и прикладных исследований, проводимых в НАН КР.
3. «Жизнь науки» регулярно публикует аналитические записки ведущих ученых и специалистов по приоритетным научным направлениям.
4. «Жизнь науки» публикует краткие сообщения и отчеты о научных сессиях, конференциях и других событиях научной жизни страны.
5. «Жизнь науки» публикует материалы мемориальных конференций, а также научно-практических конференций и симпозиумов, посвященных юбилейным датам ведущих ученых.
6. «Жизнь науки» публикует материалы дискуссий по актуальным вопросам развития науки и инновационной деятельности, диалоги ученых, тексты обращений и сообщения рекламного характера.
7. «Жизнь науки» публикует результаты творчества ученых ненаучного характера (стихи, эссе, краткие рассказы и т.д.).

**УТВЕРЖДЕНО**  
 Постановлением Президиума  
 НАН КР от 25 мая 2016 года

### ПАМЯТКА ДЛЯ АВТОРОВ И ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ

Редакция журнала «Известия НАН КР» убедительно просит авторов руководствоваться приводимыми ниже правилами и ознакомиться с ними, прежде чем предоставят статьи в редакцию. Работы, оформленные без соблюдения этих правил, возвращаются без рассмотрения.

1. Журнал публикует сообщения об исследованиях в области математики, технических, медицинских, биологических, сельскохозяйственных, общественных и гуманитарных наук, авторами которых являются академики, члены-корреспонденты, научные сотрудники и иностранные члены НАН КР.

2. Для опубликования статей в журнале необходима рецензия, представленная доктором наук по соответствующей специальности.

3. Письмо в произвольной форме на имя главного редактора журнала «Известия НАН КР» академика Джуматаева Мурат Садырбековича, на гербовом бланке, подписанное руководителем.

4. Авторы должны предоставить индекс по Универсальной десятичной классификации (УДК). К статье прилагаются фамилии авторов на трех языках (русском, киргизском, английском), а также электронные версии текста статей и рисунков.

5. В начале статьи нужно указать полное название учреждения, в котором выполнено исследование, фамилии, имена, отчества, научные звания и регалии всех авторов, в конце статьи продублировать указанные данные, добавив почтовый индекс, адрес, номера телефонов (служебный, домашний, мобильный), факс и электронную почту каждого соавтора. Необходимо также указать лицо, с которым редакция будет вести переговоры и переписку.

6. Авторы в обязательном порядке прописывают названия темы статей, аннотации и ключевые слова на русском, киргизском и английском языках. Носитель – флеш-карта.

7. Возвращение рукописи автору на доработку не означает, что она принята к печати. После получения доработанного текста рукопись вновь рассматривается редколлегией. Доработанный текст автор должен вернуть вместе с исходным экземпляром, а также с ответом на все замечания. Датой поступления считается день получения редакцией окончательного варианта.

8. Редакция журнала «Известия НАН КР» принимает сообщения объемом до 15 печатных листов, размер шрифта – 14-й через 2 интервала. Рисунки должны быть выполнены четко, в формате, обеспечивающем ясность передачи всех деталей. Каждый рисунок должен сопровождаться подписью независимо от того, имеется ли в тексте его описание. Страницы должны быть пронумерованы. В тексте нельзя делать рукописные вставки и вклейки. Математические и химические формулы и символы в тексте должны быть набраны и вписаны крупно и четко. Следует избегать громоздких обозначений. Занумерованные формулы обязательно включаются в красную строку, номер формулы ставится у правого края. Желательно нумеровать лишь те формулы, на которые имеются ссылки.

9. Ссылки в тексте на цитированную литературу даются в квадратных скобках, например [1]. Список литературы приводится в конце статьи. Для книг: фамилия и инициалы автора, полное название книги, место издания, издательство, год издания, том или выпуск и общее количество страниц. Для периодических изданий: фамилия и инициалы автора, название журнала, год издания, том, номер, первая и последняя страницы статьи. Ссылки на книги, переведенные на русский язык, должны сопровождаться ссылками на оригинальные издания с указанием выходных данных.

10. Не принятые к публикации работы авторам не высылаются.

11. Статьи и материалы, отклоненные редколлегией, повторно не рассматриваются.

12. Для покрытия расходов на публикацию материалов сумма оплаты за публикацию статьи составляет для авторов, не являющихся членами НАН КР – 500 сомов; для авторов из стран СНГ – 50 долларов США; для авторов из стран дальнего зарубежья – 60 долларов США. На основании Решения Президиума НАН КР от 25 мая 2016 года каждый автор обязан дополнительно выкупить журнал по цене 500 сом.

Издательская группа:

*и.о. Р. Дунганаева (руководитель),  
 Акылбек кызы Мээрим, Г. Касмамытова, С. Сулайманов,  
 А. Кыдыралиев, Б. Токоева, Табылды кызы Нурмира.*

Подписано в печать 21.06.19. Формат 60×84 1/4.

Печать офсетная.

Тираж 100 экз.



Издательский центр «Илим» НАН КР,  
 720071, г. Бишкек, пр. Чуй, 265а

