

УДК: 574.9 (575.2)

Калдыбаев Б.К., Арбаев Т.А.

ИГУ им. К.Тыныстанова

**ЭКОЛОГО-БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ОЛОВОВОЛЬФРАМОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ТРУДОВОЕ» БАССЕЙНА  
РЕКИ САРЫ-ДЖАЗ**

*Представлены результаты исследований по определению микроэлементов в почвенно-растительном покрове. Установлено слабое накопление селена мышьяка, свинца, никеля в почвах и породах. Содержание микроэлементов в растениях находится в пределах существующих биогеохимических критериев.*

**Ключевые слова:** почва, вода, растения, содержание, месторождение.

*Топурак-өсүмдүк катмарындагы микроэлементтерди аныктоо боюнча изилдөөлөрдүн жыйынтыктары берилген. Тоо кендерде жана топуракта селендин, мышьяктын, коргошундун, никелдин аз санда топтолушу аныкталды. Өсүмдүктөдөгү микроэлементтердин кармалышы биогеохимиялык критерийлердин чегинен чыкпайт.*

**Негизги сөздөр:** топурак, суу, өсүмдүктөр, кармалышы, кендер чыккан жер.

*The results of studies on the determination of microelements in the soil-vegetation cover are presented. A weak accumulation of arsenic selenium, lead, nickel in soils and rocks has been established. The content of microelements in plants is within the limits of existing biogeochemical criteria.*

**Key words:** soil, water, plants, contents, location.

Сары-Джазский оловорудный район был выделен в 30-е годы XX-века. Общая протяженность Сары-Джазского оловорудного района достигает 100 км. Все оловорудные и редко металльные месторождения и рудопроявления рудного узла тяготеют к гранитам, концентрируясь в зонах эндо- и экзоконтактов интрузивных массивов [6, с.7]. По данным п/о «Кыргызгеология» и Института геологии НАН КР в районе Сары-Джаза выявлен ряд месторождений олова, вольфрама, молибдена, полиметаллов, редких и рассеянных элементов. Одним из крупных является месторождение «Трудовое». С 1963г. и до 1989г. на месторождении выполнены все стадии геологических работ вплоть до детальной разведки. Месторождение полностью подготовлено к эксплуатации. В 1980г. начато было строительство горно-обогатительного комбината, но оно оказалось незавершенным [3].



Рис. 1. Недостроенный горно-обогатительный комбинат

Главными рудными минералами в жилах являются касситерит, шеелит, вольфрамит, менее развиты станин, халькопирит, арсенопирит, пирит, магнетит, гематит. Руда комплексная оловянно-вольфрамовая с флюоритом. Месторождение делится на три участка: Центральный, Ташкоро и Лесистый. На участках Центральный и Лесистый преимущественно касситеритовые руды, на участке Ташкоро: вольфрамит-шеелит-касситеритовые. Основными промышленно ценными компонентами в рудах являются олово и триоксид вольфрама (табл. 1) [12].

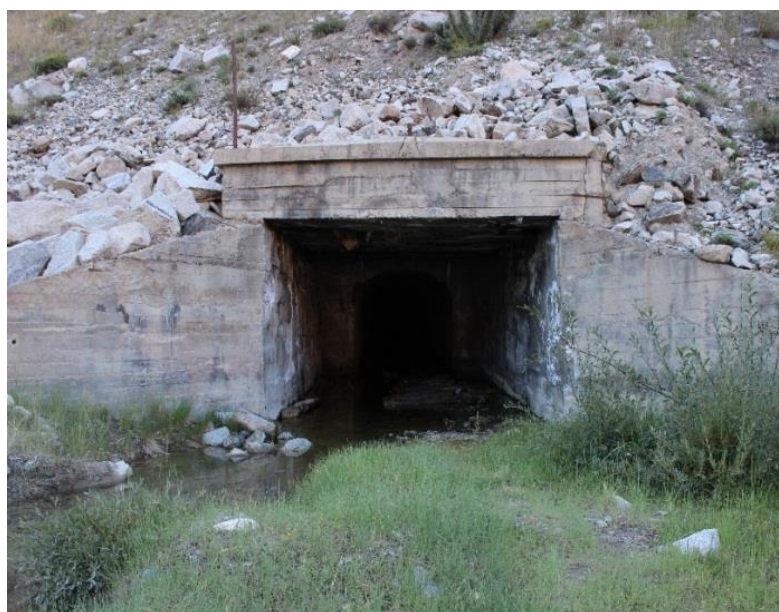


Рис. 2. Штольня на участке Лесистый

Таблица 1. Запасы руды на месторождении «Трудовое»

Категории	Руда, тыс.т	Содержание, %		Запасы, т	
		Sn	WO <sub>3</sub>	Sn	WO <sub>3</sub>
C <sub>1</sub>	11015.8	0.64	0.38	70849.9	41571.8
C <sub>2</sub>	14366	0.54	0.38	77622	53826
C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	2381.8	0.58	0.38	148471.9	95397.8
Забалансовые	4100	0.28	0.20	11679	8387

Химические, спектральные и рентген-радиометрические анализы технологических проб, а также групповых проб по рудным телам свидетельствуют о сложном вещественном составе руд и постоянном присутствии таких элементов, как кремний, алюминий, кальций, марганец, магний, калий, натрий, литий, тантал, ниобий, титан, цирконий, фтор, бор, фосфор, сера, а также рудных: олова, вольфрама, бериллия, висмута, меди, цинка, свинца, мышьяка, молибдена.

Химический состав руд следующий: SiO<sub>2</sub> – 40,2-79,6%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 6,5-8,3%, TiO<sub>2</sub> – 0,04%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,82-3,59%, FeO – 1,6-2,5%, CaO – 0,71-20,4%, MgO – 0,10-3,03%, MnO – 0,03-0,2%, Na<sub>2</sub>O – 0,5-3,26%, K<sub>2</sub>O – 0,2-2,2%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,02-0,13%, CO<sub>2</sub> – 0,1.

Попутные компоненты в низких содержаниях представлены: свинцом – 0,06%, медью – 0,09%, цинком – 0,05%, висмутом – 0,016%, мышьяком – 0,04%, флюоритом – 0,69%, пятиокисью ниобия – 0,005%, пятиокисью тантала – 0,001%, окисью бериллия – 0,002%.



Рис. 3. Поселок Энильчек

### **Материал и методы исследования**

В рамках проекта по линии Министерства образования и науки: «Экология и рациональное использование природных ресурсов высокогорных районов Иссык-Кульской области» в июле 2017 года были проведены экспедиционные исследования на олововольфрамовое месторождение «Трудовое». В ходе экспедиционных исследований были отобраны пробы горных пород, поверхностных вод, почвы, растений. При отборе почвенных образцов нами была использована классификация почв, принятая при составлении почвенной карты Киргизской ССР. Отбор проб почвы выполнялся согласно требованиям государственных стандартов [4]. Пробы растений были отобраны на тех же участках, где был произведен отбор проб почв, согласно установленных методических рекомендаций [11]. Отбор проб воды реки Сары-Джаз, ручьев поверхности месторождения «Трудовое» был произведен согласно ГОСТ Р 51592-2000 [5]. Определение микроэлементов в пробах почвы, воды и растений было проведено методами спектрального анализа и атомной абсорбции в центральной лаборатории Государственного агентства геологии и минеральным ресурсам КР. Использованы кларковые значения микроэлементов в почвенно-растительном покрове известных авторов [1, 7, 8, 9].

### **Результаты исследований и их обсуждение**

**Почвы и породы.** Почвообразующие породы представлены хрящевато-щебнисто-каменистым элювием, эллювиально-деллювиальными, мореновалунными щебнистыми суглинками и другими отложениями. Почвообразование в Сары-Джазском бассейне протекает в условиях засушливого континентального климата при высокой интенсивности солнечной радиации. В зависимости от условий почвообразования здесь формируются почвы тундрового, лугового, лугово-степного, лесного, дернового, степного и пустынного типов. Высокогорья обуславливают специфические особенности почвы: маломощность (5-10 см), длительность формирования, высокую подверженность к неблагоприятным природным и антропогенным воздействиям. Распределение почвенного покрова строго подчинено закону вертикальной поясности [10].



Рис. 4. Почвенный покров месторождения «Трудовое»

При анализе почв и пород на месторождения «Трудовое» установлено повышенное содержание селена в почвах и породах. Повышенными по селену оказались сланцы (1,01-1,15 мг/кг), в ряде случаев почвы месторождения содержат более высокие концентрации мышьяка, иногда, свинца, никеля по сравнению с фоновыми значениями (табл. 2).

Характерным является повышенное содержание меди и молибдена в сланцах и лидитах. По сравнению с фоном наблюдается превышение концентраций в почвах молибдена, а уровень содержания марганца в лидитах и сланцах резко падает. Уровень стронция в почвах и породах меньше кларка, содержание железа – в пределах фона.

Таблица 2. Микроэлементы в почвах месторождения «Трудовое» (мг/кг)

Место отбора	Se	As	Fe	Zn	Cu	Pb	Cd	Mn	Ni	Mo	Sr
Лесистый (север. сторона)	0,33	5,1	3277	84,6	20,2	11,5	0,40	252,1	44,5	2,7	117,9
Лесистый (юг. сторона)	0,17	4,9	1972	94,8	20,7	8,2	0,16	249,0	30,5	1,9	113,3
Центральный (север. сторона)	1,01	8,0	4744	138,6	34,3	11,0	0,15	277,5	80,5	5,7	78,9
Центральный (юг. сторона)	1,15	6,2	11908	158,4	52,0	9,8	0,67	444,7	29,1	16,7	126,4
Ташкоро (север. сторона)	0,90	9,5	653	37,2	71,7	2,4	0,52	4,44	15,7	4,7	45,1
Ташкоро (юг. сторона)	0,35	4,5	3063	99,6	36,4	8,8	0,28	370,6	32,9	4,9	52,0
Региональный фон	0,38	4,7	1457	76,8	11,9	3,3	0,09	130,1	23,3	2,7	52,7

**Природные воды.** Воды реки Сары-Джаз имеют ледниковое происхождение, в большинстве случаев они гидрокарбонат-кальциево-магниевые, слабо щелочные (pH= 6,18-7,40), с минерализацией 100-190 мг/л. Уровень свинца и кадмия не превышал 0,5 мкг/л, кроме термальных вод (в районе с. Энильчек), характеризующихся повышенным содержанием многих химических элементов: радона, лития (1 мг/л), натрия (2500 мг/л),

мышьяка (0,28 мг/л), цинка (7 мг/л), молибдена (0,2 мг/л), сульфатов (800 мг/л) и низкими концентрациями урана (табл. 3).



Рис. 5. Река Сары-Джаз

Таблица 3. Содержание микроэлементов в водах Кыргызстана (мкг/л)

Место отбора	Se	As	F	Zn	Cu	Pb	Cd	Mn	U	Mo	Sr
Сары-Джаз-1	0,20	0,6	350	31	0,7	0,24	0,04	0,8	2,0	1,4	129
Сары-Джаз-2	0,15	1,0	150	35	2,3	0,12	0,15	1,4	1,1	1,6	145
Сары-Джаз-3	0,16	0,6	180	45	2,8	0,19	0,14	1,4	1,6	1,4	148
Сары-Джаз-4	0,19	0,8	400	48	3,2	0,12	0,24	1,4	1,8	1,5	165
Терм. источник (пос. Энильчек)	0,10	1,1	570	62	2,8	0,12	0,96	3,8	0,6	7,2	73

**Растительность** представлена криофитными:

- подушечниками: формации дриадоцвета четырехтычиночного (*Sybbal diatetrandra* и моховидки плотнодернистой (*Thylacospermum caespitosum*),
- кобрезиевыми лугами: формации кобрезии волосовидной (*Kobresia capilliformis*) и кобрезии низкой (*Kobresia humilis*),
- типчачовыми степями: формация овсяницы Крылова (*Festuca kryloviana*),
- ковыльными степями: формации ковылей сидяцветкового (*Stipa subsessiliflora* и к. пурпурового (*Stipa purpurea*),
- полынными пустынями с доминированием полыни розовоцветковой (*Artemisia rhodrhodanthaantha*),
- еловыми лесами с *Picea schrenkiana* [2].

Данные по содержанию микроэлементов (МЭ) приведены в таблице 4. Анализ полученных данных показал: микроэлементный состав доминантных видов растений района исследований, в зависимости от их местообитания, резко отличается. В горно-луговых условиях все виды растений содержат повышенное количество Cu и небольшое - Co и Mo. В разных по экологии группах растений уровень содержания микроэлементов: Cu, Co, Mo, Ni, Pb и Zn неодинаков. Так, в условиях горно-луговых склонов, мезофитные виды растений содержат в большом количестве Cu и Co, ксерофитные содержат небольшое количество этих элементов. Напротив, в большом количестве в них содержатся: Mo, Zn, Pb и Ni. Среднее содержание: Zn - 29,5 мг/кг, Fe - 710 мг/кг, Cu - 12 мг/кг, Mn - 48 мг/кг сухого вещества. Растения и почвы горных склонов на разных абсолютных высотах и экспозициях

также имеют разную концентрацию микроэлементов. В целом результаты исследований показали, что концентрации микроэлементов в растениях практически удовлетворяют существующим биогеохимическим критериям и нормативам.



Рис. 6. Типчаковые степи

Таблица 4. Содержание микроэлементов в растениях (мг/кг сухого вещества)

Место отбора	Se	As	Fe	Zn	Cu	Pb	Cd	Mn	Ni	Mo	Sr
Лесистый (север. сторона)	0,02-0,10	0,3-2,4	81-130	15-25	3,4-4,6	1,8-2,0	0,01-0,15	28-39	1,7-9,1	0,6-1,9	110-135
Лесистый (юг. сторона)	0,02-0,11	0,4-4,3	24-150	25-30	4,6-8,7	1,7-2,0	≤0,01	16-23	1-6,5	0,6-6,8	66-67
Центральный (север. сторона)	0,03-0,21	0,6-1,4	32-111	17-29	3,2-12,2	0,9-2,4	≤0,01-0,07	16-31	1,2-12,9	0,7-14,1	70-126
Центральный (юг. сторона)	0,03-0,22	0,3-2,2	66-153	18-32	5,8-12,2	0,9-3,0	≤0,01-0,08	8-48	8,8-12,9	0,5-2,0	7-169
Отгук	0,10	0,8	23	23	6,7	2,2	≤0,01	22	7,1	1,9	76
Ак-Суу	0,035	0,2	41	21	4,9	0,3	0,06	46	16,5	1,0	64
БГХ критерии	0,05-1,0	0,5-1,0	<25	20-60	5-20	3-5	0,3-0,4	>20	1-3	1-3	<100-500

### Заключение

1. При анализе почв и пород месторождения «Трудовое» установлено повышенное содержание селена, мышьяка, свинца, никеля по сравнению с фоновыми значениями.

2. Содержания микроэлементов в растениях находится в пределах существующих биогеохимических критериев и нормативов.

3. Термальные воды в районе с. Энильчек характеризуются повышенным содержанием ряда химических элементов: радона, лития, натрия, мышьяка, цинка, молибдена, сульфатов.

### Литература:

1. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. –М.: АН СССР, 1957. –с. 219.
2. Выходцев И.В. Вертикальная поясность растительности в Киргизии (Тянь-Шань и Алай). – М.: Из-во АН СССР, 1956. –с.82.
3. Геология СССР. Том XXV. Киргизская ССР. Полезные ископаемые. –М.: Недра,

1985. –с. 22.

4. ГОСТ 53123-2008 (ИСО 10381-5:2005). Качество почвы. Отбор проб. Часть 5. Руководство по изучению городских и промышленных участков на предмет загрязнения почвы. -М.: «Стандартинформ», 2009. –с. 60.

5. ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. -М.: Госстандарт России. 2001. – с. 36.

6. Джаратов А. Особенности геологического строения, условия формирования и полезные ископаемые нижнепалеозойских отложений верховьев рек Чаткал и Сары-Джаз (Срединный Тянь-Шань). Автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. геол. – минер. наук. – Фрунзе, 1988. –с. 21.

7. Дженбаев Б.М., Мурсалиев А.М. Биогеохимия природных и техногенных экосистем Кыргызстана. – Бишкек: Илим, 2012. – с. 404.

8. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. - М.: Мир, 1989. – с. 439.

9. Малюга Д.П. Биогеохимический метод поисков рудных месторождений. - М.: АН СССР, 1963. – с. 264.

10. Мамытов А.М. Почвы Иссык-Кульской области и пути их рационального использования. – Фрунзе: Илим, 1977. – с. 277.

11. Методические указания. Порядок отбора проб для выявления и идентификации наноматериалов в растениях. /МУ 1.2. 27.42-10. - М., 2010. –с. 50.

12. Никаноров В.В. Рудные месторождения Кыргызстана. –Бишкек, 2009. –с. 482.

13. Руководство по методам и критериям согласованного отбора проб, оценки мониторинга и анализа влияния загрязнения воздуха на леса. Часть 4. Отбор проб и анализ хвои и листвы. – М., 2000. –с. 50.