

Анализ проб донных отложений из рек и ручьев, отобранных на территории рудника “Кумтор”, Кыргызская Республика

Заключительный отчет

Любляна, 16 декабря 2012

Содержание отчета

Техническое задание	3
Общая информация	3
Выполненная работа	3
Отбор проб донных отложений из рек и ручьев	4
Анализ	5
Результаты и обсуждения	6
Заключительные комментарии	14
Ссылки	14
Выражение признательности	14
Приложения	15

Примечание: Настоящий отчет подготовлен Питером Стегнармом, кандидатом наук, профессором, научным руководителем Института Йозефа Стефана и руководителем проектов компании «Technotedica», Словения, Любляна.

.

Техническое задание

Техническим заданием определено проведение анализа проб донных отложений рек и ручьев, отобранных на территории золоторудного месторождения «Кумтор» в Кыргызстане. Анализ включал определение общего содержания 31 химического элемента, используя аккредитованный аналитический метод «Инструментального нейтронно-активационного анализа» (K_0 -ИНАА), пробах отобранных в 10 точках на промышленной площадке рудника «Кумтор»,

Общая информация

В конце сентября 2012 в Институт Йозефа Стефана поступил запрос на оказание содействия в деятельности Рабочей группы Правительственной Государственной Комиссии. Рабочая группа проводила экологическую и горно-техническую экспертизу, в отношении загрязнения окружающей среды на производственных участках «Кумтор Оперейтинг Компани», и хотела привлечь для этих целей два независимых и аккредитованных международных института. Питер Стегнар, научный руководитель Института Йозефа Стефана, дал положительный ответ на запрос Рабочей группы, и была проведена подготовка, необходимая для выполнения запрашиваемого задания. Это задание должно было проводиться на кафедре наук по окружающей среде Института Йозефа Стефана, которая имеет Сертификат Аккредитации LP-090, выданный Агентством по Сертификации Словении. Приложение 1).

Согласно достигнутой договоренности ЗАО «Technomedica», Любляна, предприятие, специализирующееся разработкой проектов по оценке воздействия на окружающую среду, выступит в качестве участника договора Рабочей группы, представляющей ЗАО «Кыргызалтын», Бишкек. Соответствующий контракт был подписан председателем Рабочей группы - О. Артыкбаевым, и председателем «Кыргызалтына» - Д. Жапаровым, с кыргызской стороны и уполномоченным представителем от имени ЗАО «Technomedica» - П. Стегнар, . На него, как на Руководителя проектов «Technomedica», была возложена полная ответственность за все научные, технические и административные вопросы по данному заданию.

Выполненная работа

Отбор проб на промышленных участках рудника «Кумтор» проведен 12 и 13 октября 2012 Питером Стегнар и Томасом Нордманн из Германии, Кельн, консультантом Института Гигиены, Рурская область, Гельзенкирхен, Германия. Институт Гигиены являлся еще одним аккредитованным институтом, который принял участие в проекте в рамках независимой программы. В миссии по отбору проб (полевая работа) приняли участие следующие лица:

Эркингуль Иманкожоева (член Парламента Кыргызской Республики), Исабек Торгоев, Калия Молдогазиева, Расул Артыкбаев, Шерулан Дарматов (местные эксперты и/или члены Рабочей Группы), Гульнура Токтосунова (секретарь Рабочей Группы) и Назира Касенова (переводчик).

Пробы отбирались совместно с сотрудниками отдела охраны окружающей среды рудника “Кумтор” в одних и тех же точках (участках) отбора проб и в одно и то же время. Питер Стегнар отобрал пробы донных отложений реки ручьев в 9 выбранных точках на территории рудника “Кумтор” и 1 пробу – материала пульпы из хвостохранилища рудника «Кумтор». Томас Нордманн отобрал пробы донных отложений, воды и дополнительно 2 пробы грунта в одних и тех же точках: SK14 и SK15 (Рисунок 13), и измерил основные химические параметры воды.

Пробы отложений были отправлены в Институт Йозефа Стегнара в Словении тем же рейсом, которым улетел П. Стегнар, и доставлены на Кафедру наук окружающей среды 15-го октября 2012. Обработка проб и их анализ проводились в период с 16-го октября по 30-е ноября 2012, во время которого была проведена аналитическая работа, аналитический отчет был отправлен в «Кыргызалтын» по электронной почте. На основании аналитического отчета подготовлен окончательный отчет, электронная копия которого была предоставлена в «Кыргызалтын» по электронной почте 17-го декабря 2012, а документальная копия была отправлена почтой 18-го декабря 2012 г.

Отбор проб донных отложений рек и ручьев

Отбор проб донных отложений рек и ручьев проводился в 10 точках (участках) на территории разработки рудника “Кумтор” (Рисунок 1, Таблица 1). Выбранные точки отбора проб включали 2 точки, находящиеся за пределами участка потенциального воздействия на окружающую среду горно-производственных работ рудника «Кумтор»: SK1 – исток реки Кумтор и SK12 – исток реки Арабель, и 8 точек на участках, которые могут подвергаться воздействию производственной деятельности на руднике “Кумтор”.

Пробы донных отложений отбирались маленькой пластмассовой лопаткой в 1-литровые полиэтиленовые емкости вместе с водой: около 500 граммов донных отложений и около 300 мл воды. Точные участки отбора проб (координаты) были определены при помощи GPS (модель GPS Garmin, карта 76CS), координаты были сразу же нанесены на емкости для отбора проб (Рисунок 2 и Рисунок 6). Материал пульпы из хвостохранилища Кумтор был помещен в 250 мл стеклянную емкость (Рисунок 4 – фотография справа).

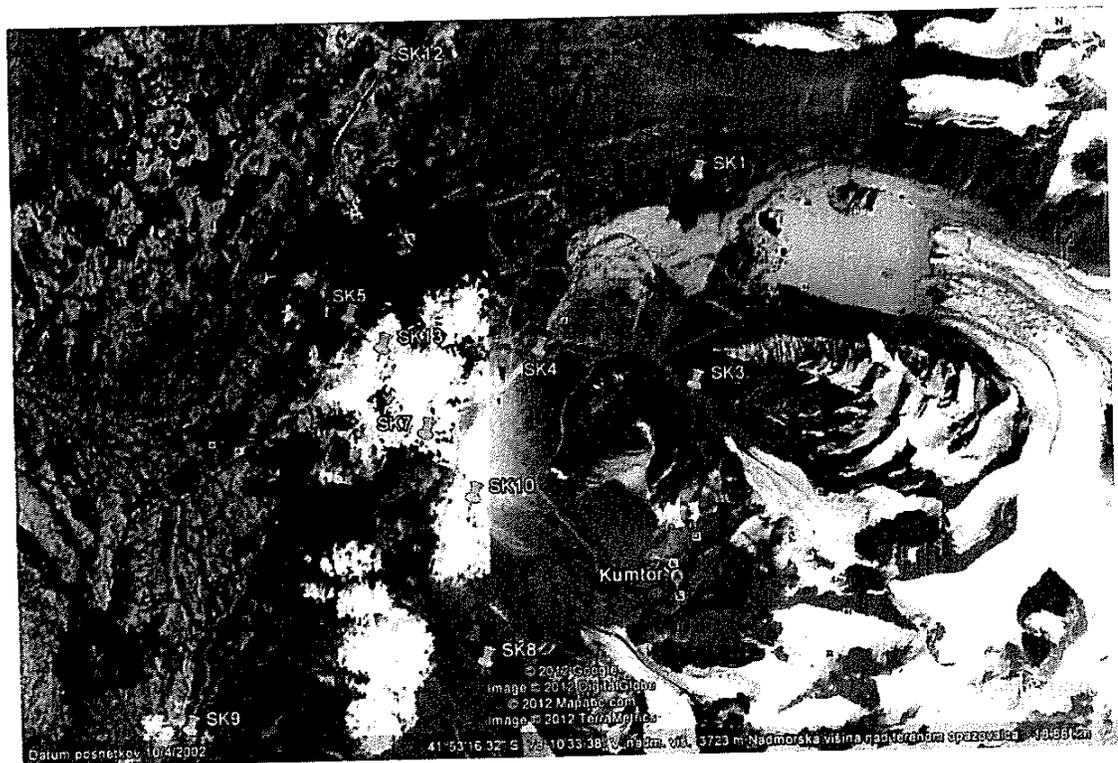


Рисунок 1: Точки отбора проб донных отложений на промышленных участках рудника «Кумтор».

Таблица 1: Координаты точек отбора проб донных отложений на руднике «Кумтор» и их наименование

Обозначение точки отбора проб	Наименование точки отбора проб	Широта	Долгота
SK1	Исток реки Кумтор	N 41° 54' 58.5''	E 78° 12' 05.0''
SK3	Ручей Лысый – Стоки с отвалов пустой породы	N 41° 53' 10.0''	E 78° 12' 00.2''
SK4	Гидропост на реке Кумтор	N 41° 53' 29.1''	E 78° 10' 13.0''
SK5	Пруд хвостохранилища	N 41° 53' 48.0''	E 78° 08' 01.8''
SK7	Река Чон Сарытор ниже территории лагеря	N 41° 52' 47.4''	E 78° 08' 53.5''
SK8	Ручей Сарытор – ниже отвалов и Юго-Западного карьера	N 41° 50' 50.5''	E 78° 09' 32.0''
SK9	Конец зоны смешивания, река Кумтор	N 41° 50' 15.5''	E 78° 06' 04.6''
SK10	Река Чон Сарытор – ниже отвалов и Центрального Карьера	N 41° 52' 14.3''	E 78° 09' 25.8''
SK12	Исток реки Арабель	N 41° 55' 57.4''	E 78° 08' 29.3''
SK13	Вода-фильтрат с хвостохранилища	N 41° 53' 32.2''	E 78° 08' 24.4''

Анализ

Концентрации 36 элементов были определены в каждой из 10 проб донных отложений рек и ручьев при помощи K_0 -метода Инструментального Нейтронно-Активационного Анализа (K_0 -ИНАА) (Ясимович и другие, 2003) в Институте Йозефа Стефана, Любляна, Словения. Результаты (концентрации элементов) представлены в мг/кг сухого веса высушенных воздухом проб донных отложений, которые были гомогенизированы после просеивания через 1-мм пластмассовое сито. Конечный размер частиц проб составлял менее 0,22 мм. Следует отметить, что полученные результаты относятся только к методу K_0 -ИНАА, который дает полные концентрации определяемых элементов. Сравнение с другими аналитическими методами, т.е. методами, включающими в себя химическую обработку (разложение) проб перед окончательным анализом, может привести к несопоставимым аналитическим результатам определяемых элементов. (Гаудино и другие, 2007). Детальный аналитический отчет представлен в Приложении 2.

Результаты и обсуждение

Общее содержание элементов в пробах донных отложений приведены в Таблице 2. Самые низкие концентрации большинства элементов были определены в отложениях в точке стока реки Кумтор (SK1), которые не подвергаются промышленному воздействию по добыче и переработке руды. Значения были на порядок меньше в сравнении с концентрациями некоторых элементов в других точках отбора проб (Рисунок 7-12). Повышенное содержание элементов донных отложений в точках отбора проб SK3, SK4, SK7, SK8, SK9, SK10 и SK13 указывает на умеренное воздействие промышленных источников (отвалы пустой породы и породный материал, объекты фабрики) на окружающую среду. Это может являться следствием попадания элементов в окружающую среду как результат процессов выщелачивания и вымывания с промышленных источников на участках, находящихся под воздействием рудника «Кумтор», в течение продолжительного времени. Однако, с точки зрения загрязнения окружающей среды, эти уровни все равно были низкими и в общем сопоставимы с концентрациями элементов в донных отложениях в точке отбора проб SK12 (верховье реки Арабель). Эта точка также считается участком (помимо SK1), который не подвергается воздействию производственной деятельности рудника «Кумтор». Стоит отметить, что концентрации урана и тория были в пределах «чистого геохимического фона» (Каюков и другие, 2012 г.). Они имели похожую модель концентрации, что и другие элементы, и показали довольно постоянное соотношение между этими двумя природными радиоактивными элементами ($U : Th = 1:3 - 1:4$), что является характерным для незагрязненной окружающей среды.

Сравнение концентраций в точках отбора проб, расположенных ближе к фабрике рудника «Кумтор» Центрального карьера и с отвалов Юго-Западного участка (Рисунок 13) показало слегка повышенные концентрации нескольких элементов в донных отложениях реки Чон-Сарытор (SK7 и SK10, Рисунок 6) и ручья Сарытор (SK8), по сравнению с точкой Конец

Зоны Смешения (КЗС) реки Кумтор – SK9 (Рисунок 5). Это может быть связано с близким расположением реки Чон-Сарытор и ручья Сарытор к горно-производственным объектам и с их длительным воздействием на окружающую среду.

Повышенные общие концентрации большинства анализируемых элементов были зафиксированы в материале пульпы хвостохранилища рудника «Кумтор» (SK5). Концентрации были незначительно повышенными по сравнению с концентрациями в пробах донных отложений в точках отбора проб из окружающей среды, но указали на тенденцию концентрации элементов, связанных с переработкой руды для дальнейшего процесса извлечения золота. Например, концентрация золота Au составляла 0,6 мг/кг сухого веса пробы, что указывает на то, что в материале хвостохранилища может содержаться несколько десятков тонн золота, если общий объем хвостов составляет около 80 миллионов тонн и отношение между жидкой и твердой фазой материала хвостохранилища составляет 1:1. Исходя из весовой концентрации 200 мг/кг, общее содержание данного элемента в хвостах может составлять несколько тысяч тонн с учетом однородного распределения вольфрама и других элементов в пульпе хвостохранилища.

Исходя из сравнения уровней элементов в точках отбора проб SK5 (пруд хвостохранилища) и SK13 (**вода-фильтрат возле хвостохранилища**), **никакого воздействия хвостохранилища (например, выщелачивание) не обнаружено на момент проведения полевых работ по отбору проб.** Концентрации в точке SK13 были ниже, чем концентрации в точке SK5, и были сопоставимы с уровнями в других точках отбора проб на промышленной территории рудника «Кумтор».

Таблица 2: Общие концентрации элементов в пробах донных отложений рудника «Кумтор»

Проба	Отложения									
	SK1	SK3	SK4	SK5*	SK7	SK8	SK9	SK10	SK12	SK13
Элемент	мг/кг сухого веса									
Ag (Серебро)	<0,4	<0,7	<0,6	<0,9	<0,7	<0,6	<0,6	<0,4	<0,7	<0,6
As (Мышьяк)	4,09	36,4	14,6	14,8	21,8	24,7	16,5	23,9	15,3	20,9
Au (Золото)	0,0017	0,117	0,218	0,61	0,065	0,056	0,243	0,060	<0,0020	0,043
Ba (Барий)	1109	1294	1256	1860	877	781	993	1053	480	1275
Br (Бром)	0,27	0,62	0,43	<0,64	0,98	<1,11	<0,96	1,53	2,06	3,01
Ca (Кальций)	16275	18069	22826	47692	49722	20705	37693	18837	31088	37905
Cd (Кадмий)	<0,92	<1,98	<1,41	<2,42	<3,19	<3,41	<4,48	<5,36	<1,87	<5,35
Ce (Церий)	34,5	98,5	71,8	110	120	96,7	87,3	116	96,9	85,8
Co (Кобальт)	3,32	17,7	9,04	19,8	17,8	20,7	14,2	17,3	14,4	14,2
Cr (Хром)	13,7	67,9	35,7	78,4	74,3	66,1	58,1	67,6	71,3	64,4
Cs (Цезий)	1,66	2,74	2,45	2,31	5,55	2,73	4,16	3,22	8,32	4,47
Eu (Европий)	0,66	1,51	1,40	1,82	1,69	1,58	1,46	1,77	1,36	1,41
Fe (Железо)	12950	37471	34441	54732	39410	36724	32724	41117	36744	39178
Ga (Галлий)	<25,0	40,2	31,5	40,6	47,1	42,4	34,3	50,8	27,6	52,3
Hf (Гафний)	3,51	5,65	8,82	3,83	7,81	6,88	5,70	5,79	6,83	5,20

Проба	Отложения									
	SK1	SK3	SK4	SK5*	SK7	SK8	SK9	SK10	SK12	SK13
Код пробы	мг/кг сухого веса									
Элемент	мг/кг сухого веса									
Hg (Ртуть)	<0,2	<0,4	<0,2	<0,3	<0,3	<0,2	<0,3	<0,4	<0,4	<0,3
K (Калий)	19240	31160	23290	34970	23340	29710	23420	27380	26850	25530
La (Лантан)*	23,9	50,5	36,1	59,7	62,0	50,9	44,3	61,0	47,5	43,3
Mo (Молибден)	0,49	5,58	2,33	8,79	2,83	6,75	3,00	3,40	<0,9	3,50
Na (Натрий)	35230	11270	24570	14170	10160	12280	17540	13490	15620	14110
Nd (Неодим)	12,4	47,0	33,1	50,4	54,3	44,5	40,4	51,5	43,6	37,0
Rb (Рубидий)	67,9	130	88,1	147	115	121	104	116	148	121
Sb (Сурьма)	0,68	2,24	1,68	6,17	2,08	1,88	1,93	2,13	1,06	2,49
Sc (Скандий)	3,99	12,4	7,86	15,3	13,0	12,8	11,0	13,6	13,9	11,7
Se (Селен)	<0,6	0,97	<0,6	<0,6	<0,9	1,30	<0,9	<1,0	<1,1	<0,7
Sm (Самарий)	2,03	7,89	5,79	8,13	9,19	8,15	6,83	8,99	7,54	6,74
Sr (Стронций)	778	115	525	1547	368	120	349	166	203	232
Ta (Тантал)	0,41	1,15	1,11	0,94	1,10	1,10	1,01	1,09	1,38	0,91
Tb (Тербий)	0,27	0,99	0,72	1,00	1,12	1,11	0,87	1,08	1,00	0,84
Te (Теллур)	<0,8	<1,4	<0,9	5,11	<1,5	<1,4	<1,7	<1,8	<1,5	<1,7
Th (Торий)	4,29	13,1	8,87	16,6	17,1	13,3	12,1	14,8	14,7	12,6
U (Уран)	1,31	4,81	3,03	4,06	4,23	5,00	3,44	3,61	3,35	3,86
W (Вольфрам)	0,94	8,14	6,75	200	10,2	8,72	6,11	9,07	2,50	12,2
Yb (Иттербийем)	0,96	2,93	2,29	2,78	3,22	3,60	2,65	3,01	3,19	2,66
Zn (Цинк)	26,5	58,9	47,8	217	75,1	44,6	60,4	66,3	90,3	64,5
Zr (Цирконий)	124	235	358	138	260	241	231	218	270	196

< - предел обнаружения (ПО); * хвосты – пульпа



Рисунок 2: SK3 – Отбор проб донных отложений в ручье Лысый, стоки с отвалов – ниже ледника Лысый с GPS-регистрацией (N 41°53'10.0'', E 78° 12'00.2'')



Рисунок 3: SK4 – Отбор проб, гидрологический пост на реке Кумтор, совместно с командой отдела ООС Компании Кумтор



Рисунок 4: SK4 – Отбор проб в пруде хвостохранилища рудника «Кумтор»

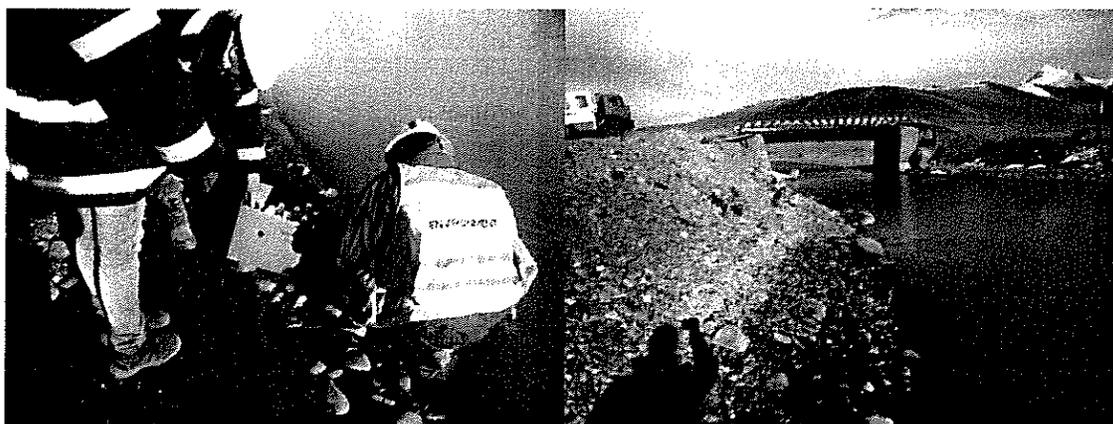


Рисунок 5: SK9 – Отбор проб в конце зоны смешивания на реке Кумтор



Рисунок 6: SK 10 – Отбор Проб в реке Чон- Сарытор – ниже отвалов и Центрального Карьера

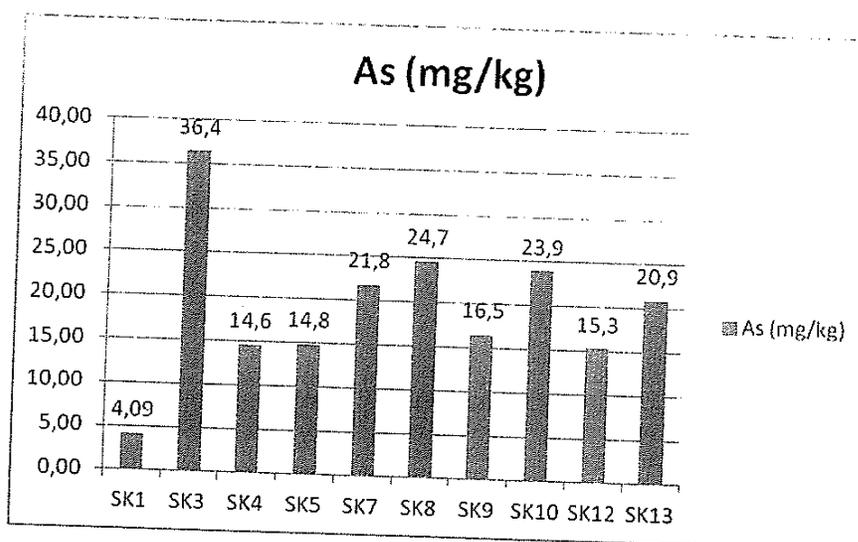


Рисунок 7: Сравнение уровней мышьяка As в пробах донных отложений рудника «Кумтор»

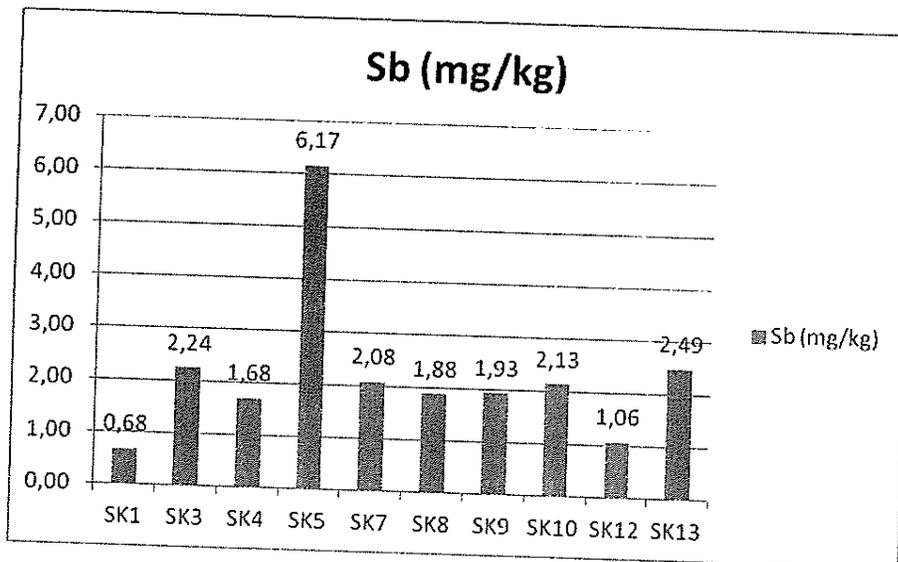


Рисунок 8: Сравнение уровней сурьмы Sb в пробах донных отложений рудника “Кумтор”

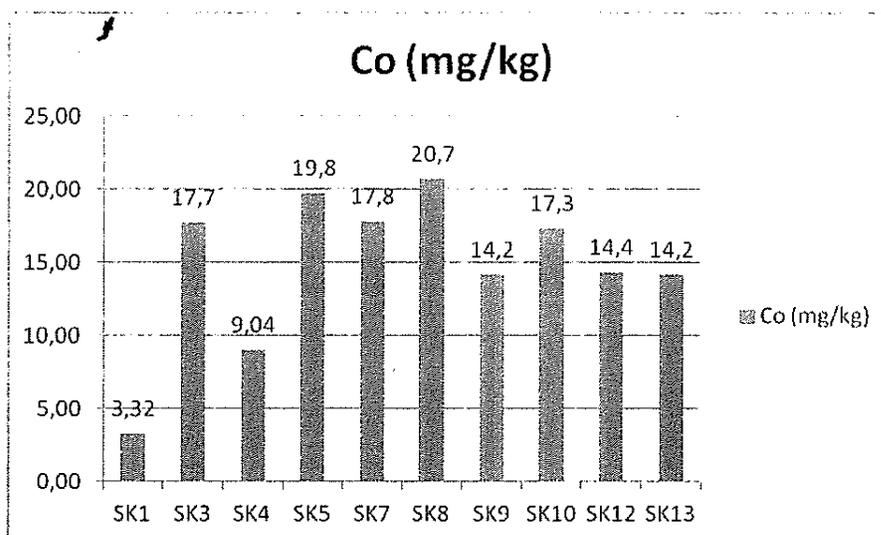


Рисунок 9: Сравнение уровней кобальта Co в пробах донных отложений рудника “Кумтор”

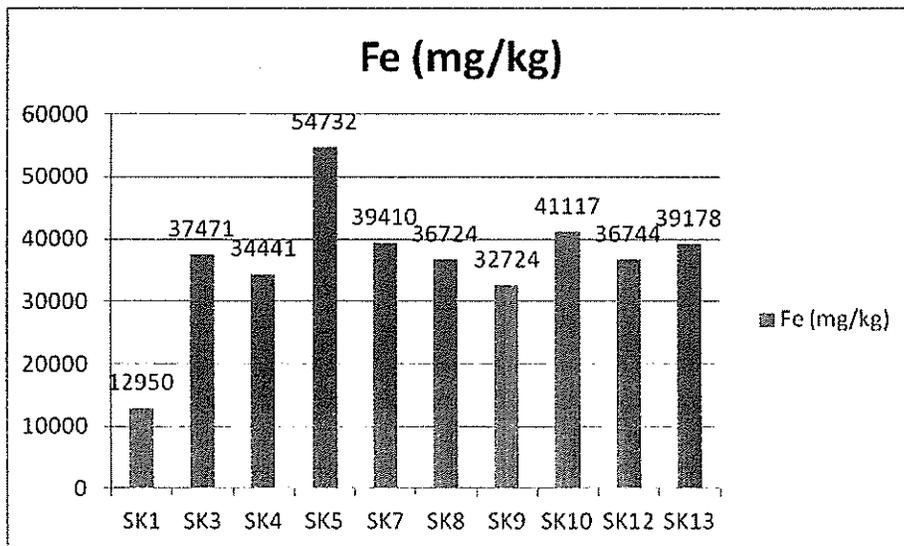


Рисунок 10: Сравнение уровней железа Fe в пробах донных отложений рудника “Кумтор”

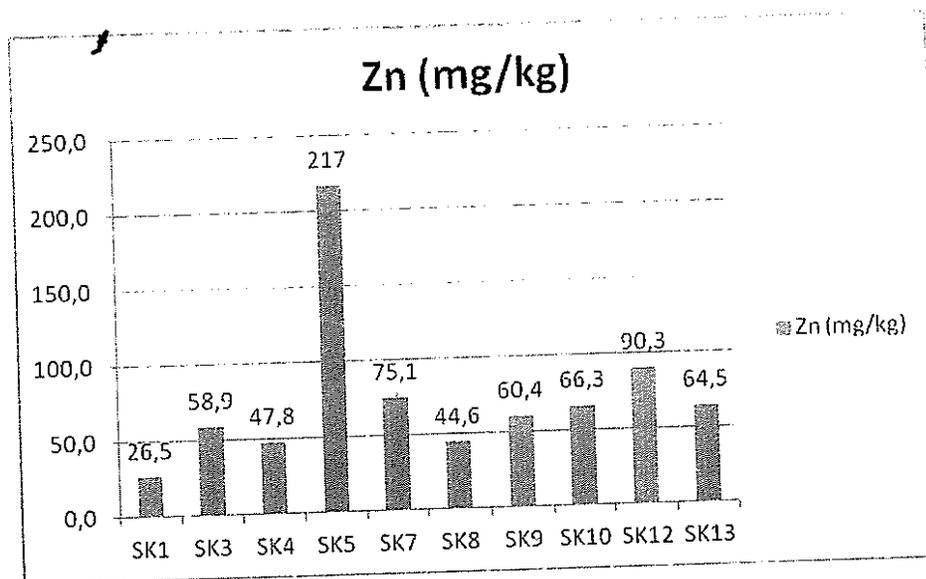


Рисунок 11: Сравнение уровней цинка Zn в пробах донных отложений рудника “Кумтор”

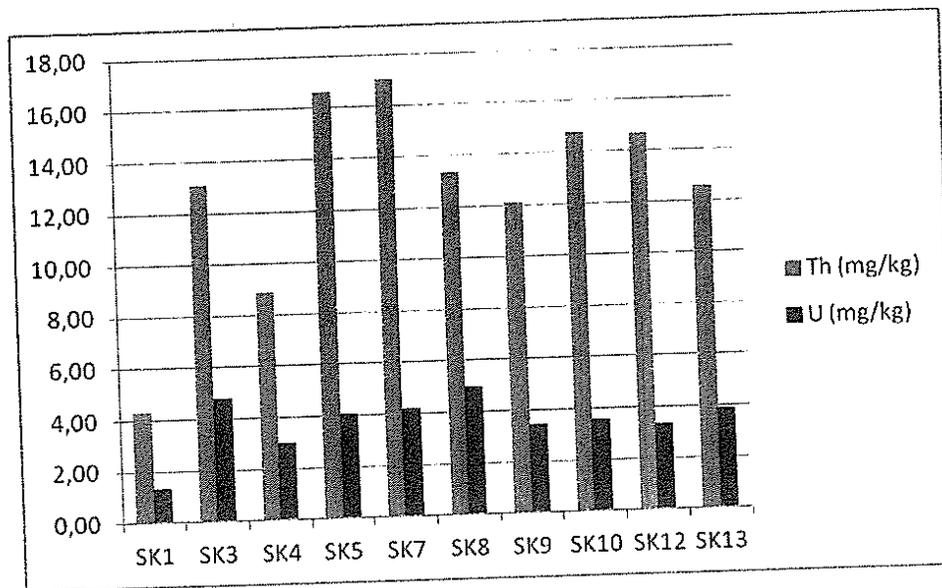


Рисунок 12: Сравнение уровней тория Th и урана U в пробах донных отложений рудника “Кумтор”

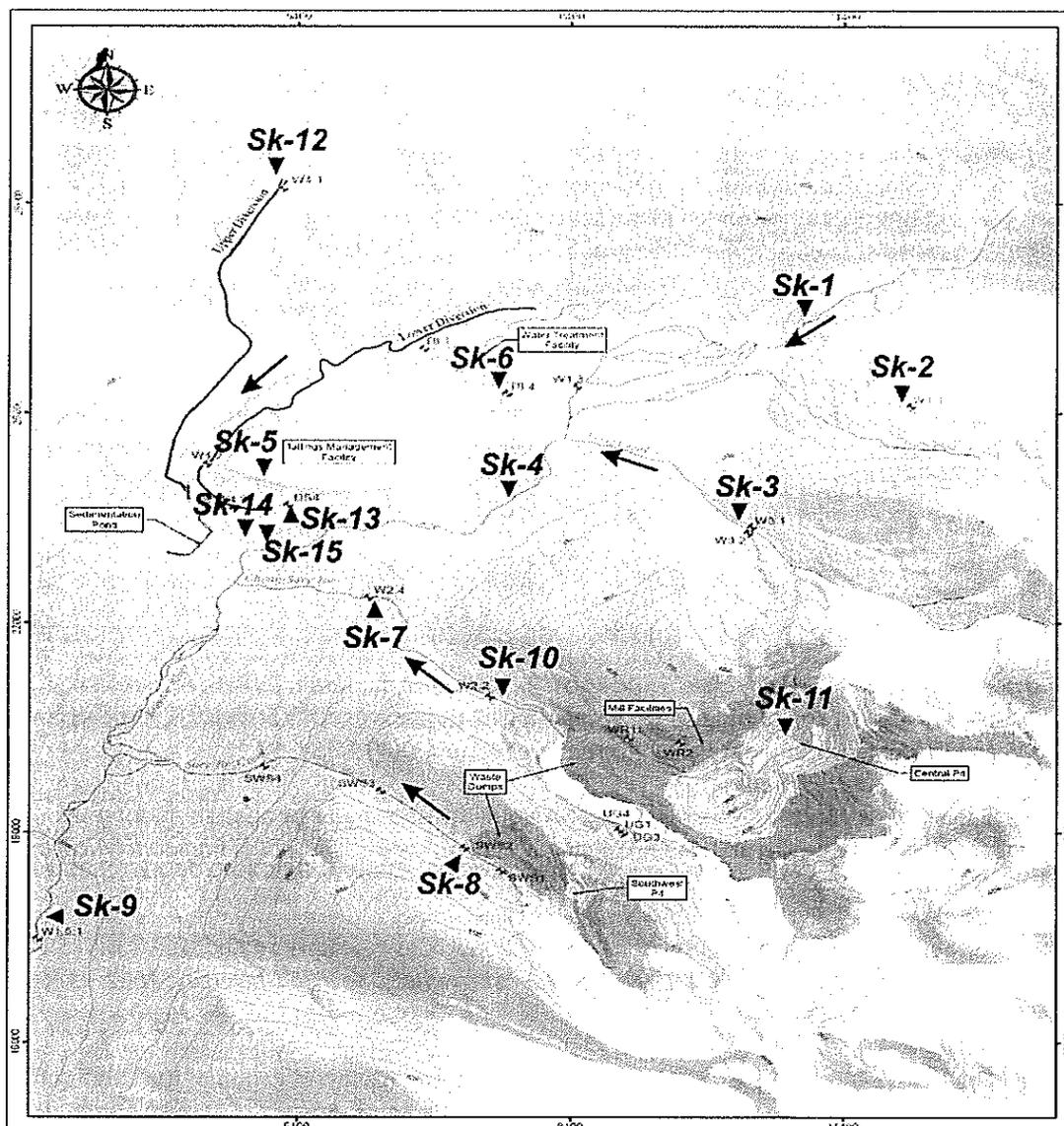


Рисунок 13: Точки отбора проб донных отложений рек и ручьев, почвы (SK14 и SK15) и воды на производственных участках рудника “Кумтор”

Заключительные комментарии

В данном отчете приводятся анализы донных отложений рек и ручьев, как показателей загрязнения окружающей среды промышленной территорией рудника “Кумтор”. Общие концентрации 36 химических элементов были определены в донных отложениях в 10 типовых выбранных точках. Полученные результаты показали тенденцию увеличения уровней элементов в точках отбора проб, находящихся под воздействием деятельности по добыче и переработке руды на руднике “Кумтор” в течение продолжительного времени.

Следует отметить, что уровни концентраций анализируемых элементов в окружающей среде были в пределах, характерных для таких промышленных предприятий (Милачич и другие, 2010) и были ниже значений, которые указывают на загрязнение или заражение окружающей среды.

Полученные результаты отображают текущую ситуацию только на момент данного отбора проб, проводимого в климатически специфических условиях, и не могут использоваться для прямого сравнения с данными, полученными в другое время и в других условиях. Также без учета точной оценки используемых методов следует избегать прямого сравнения аналитических результатов, полученных другими способами подготовки проб и определенными аналитическими методами.

Ссылки

Гаудино, С. Галас, К., Белли, М. Барбиззи, С. де Зорзи, П., Ясимович, Р., Жеран, З., Пати, А., Сансон, У., Роль различных методов перегнивания проб грунта в анализе микроэлементов: сравнение результатов измерения масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой и инструментального нейтронно-активационного анализа, *Аккредитованный Контроль Качества* (2007) 12:84-93.

Ясимович, Р. Смодиш, Б., Букар, Т., Стегнар, П., оценка качества K_0 -ИНАА при помощи анализа различных сертифицированных эталонных материалов, используя программное обеспечение KAYZERO/SOLCOI, *Журнал по Радиоаналитической и Ядерной Химии, Том 257, № 3 (2003) 659-663.*

Каюков, П.Г., Федоров, Г. В., Распределение природных радионуклидов в водах и донных отложениях в Казахстане, *Естественная Радиоактивность в Центральной Азии, Алматы, Казахский Университет, 2012, ISBN 978-601-247-673-6.*

Милачич Р., Сканкар, Ж., Мурко, С., Кокман, Д., Хорват, М., Комплексное исследование степени загрязнения в донных отложениях реки Сава. Часть 1: Выбранные элементы, *Оценка мониторинга окружающей среды* (2010) 163:263-275.

Выражение признательности

Автор данного отчета высоко ценит совместную работу всех членов миссии по отбору проб, в частности, Исакбека Торгоева. Также очень ценим незаменимую помощь Томаса Нордманна в ходе отбора проб на производственных участках рудника “Кумтор”, а также помощь Гульмиры Токтосуновой, секретаря Рабочей Группы, и Назиры Касеновой, переводчика, за их ценный вклад в успешное проведение миссии.

Сертификат Словении

№ 3150-0214/10-0004

Выдано: 27-го января 2012

Заменяет Приложение от 24 марта 2011

Информацию о текущем статусе можно посмотреть на вебсайте СА www.sa.gov.si

Приложение к Сертификату аккредитации LP-090

1. АККРЕДИТОВАННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ

Институт Йозефа Стефана

Любляна, 1000, ул. Ямова Цеста 39

2. СТАНДАРТ

SIST EN ISO/IEC 17025:2005

3. ОБЪЕМ АККРЕДИТАЦИИ

СА настоящим признает, что аккредитованная организация имеет право на осуществление следующей деятельности:

3.1 Краткое описание объема аккредитации

Сфера испытаний с указанием типа испытаний:

- химия

Сфера испытаний с указанием объекта испытаний:

- окружающая среда и пробы из окружающей среды
- продукты питания
- сельскохозяйственные продукты (корма)
- биологические пробы

3.2 Детальное описание области аккредитации

3.2.1 Любляна, 1000, ул. Ямова Цеста 39

Таблица 1

<p><i>Тип области аккредитации: фиксированный</i></p> <p><i>Место проведения: в лаборатории</i></p> <p><i>Сфера испытаний с указанием типа испытаний:</i></p> <p>Радиохимия, радиация</p> <p><i>Сфера испытаний с указанием объекта испытаний: окружающая среда и пробы из окружающей среды; продукты питания; сельскохозяйственные продукты (корма); биологические пробы</i></p>				
№	Ссылка на стандарт или нестандартный метод испытания	Название стандарта или нестандартного метода испытания и возможные связи с другими стандартами или методами	Диапазон испытания; Погрешность результата испытания (в соответствующих случаях)	Материалы, продукты
1.	SDN-O2-STC (01) Внутренний метод, версия 5	Определение стронция бета диагностикой	89/90 Sr Минимальная обнаруживаемая активность (МОА): 0,01 беккерель Грунт, отложения (на основе сухого вещества) 1,9 E-01 Беккерель/кг (на основе сухого вещества) Вода 1,2 E-02 Беккерель/кг 1,2 E-01 Беккерель/кг (на основе сухого вещества) Молоко 3,6 E-03 Беккерель/кг Продукты питания, кормовые продукты 1,2 E-02 Беккерель/кг (на основе сухого вещества) Аэрозольные фильтры 1,2 E-01 Беккерель/кг (фильтр и взвешенные частицы) 90 Sr Минимальная обнаруживаемая	Пробы из окружающей среды, продукты питания и кормовые продукты

			<p>активность (МОА): 0,03 беккерель Грунт, отложения 7,5 E-01 Беккерель/кг (на основе сухого вещества) Вода 4,5 E-02 Беккерель/кг 4,5 E-01 Беккерель/кг (на основе сухого вещества) Молоко 1,5 E-02 Беккерель/кг Продукты питания, кормовые продукты 4,5 E-02 Беккерель/кг (на основе сухого вещества) Аэрозольные фильтры 4,5 E-01 Беккерель/кг (фильтр и взвешенные частицы)</p> <p>89 Sr Минимальная обнаруживаемая активность (МОА): 0,16 беккерель Грунт, отложения 2,5 E+00 Беккерель/кг (на основе сухого вещества) Вода 1,5 E-01 Беккерель/кг 1,5 E+00 Беккерель/кг (на основе сухого вещества) Молоко 5,2 E-02 Беккерель/кг Продукты питания, кормовые продукты 1,5 E-01 Беккерель/кг (на основе сухого вещества) Аэрозольные фильтры 1,5 E+00 Беккерель/кг (фильтр и воздушные частицы)</p>	
--	--	--	--	--

<p><i>Тип области аккредитации:</i> фиксированный <i>место проведение:</i> в лаборатории <i>Сфера испытаний с указанием типа испытаний:</i> Радиохимия, радиация <i>Сфера испытаний с указанием объекта испытаний:</i> окружающая среда и пробы из окружающей среды; продукты питания; сельскохозяйственные продукты (корма); биологические пробы</p>				
№	Ссылка на стандарт или нестандартный метод испытания	Название стандарта или нестандартного метода испытания и возможные связи с другими стандартами или методами	Диапазон испытания; Погрешность результата испытания (в соответствующих случаях)	Материалы, продукты
2.	SDN-O2-STC (02) Внутренний метод, версия 4	Определение активности трития жидкостно-сцинтилляционным методом	Прямой метод, предел обнаружения: 3,47E-03 беккерель/гр Электролитическое обогащение, предел обнаружения: 3,37E-04 беккерель/гр	Вода, моча Вода
3.	SDN-O2-STC (03) Внутренний метод, версия 5	Определение ¹⁴ C в щелочном растворе	Предел обнаружения: 1,73E-03 беккерель/гр.	Вода, моча

3.2.2

Таблица 2

<i>Тип области фиксированный</i>				
<i>Участок: в лаборатории</i>				
<i>Сфера испытаний с указанием типа испытаний: химия</i>				
<i>Сфера испытаний с указанием объекта испытаний: окружающая среда и пробы из окружающей среды; продукты питания; сельскохозяйственные продукты (корма); биологические пробы</i>				
№	Ссылка на стандарт или нестандартный метод испытания	Название стандарта или нестандартного метода испытания и возможные связи с другими стандартами или методами	Диапазон испытания; Погрешность результата испытания (в соответствующих случаях)	Материалы, продукты
4.	SDN-O2-KO (01) Внутренний метод, версия 5	Определение элементного состава проб из окружающей среды при помощи K ₀ -ИНАА	Предел обнаружения (ПО): отложения биологическая проба Мг/кг мг/кг Ag 0,30 0,04 As 0,5 0,09 Au 0,0017 0,0016 Br 0,6 0,1 Ca 437 131 Ce 0,3 0,1 Co 0,02 0,005 Cr 0,5 0,0003 Cs 0,05 0,008 Eu 0,01 0,002 Fe 29 5 Hf 0,04 0,007 Hg 0,17 0,019 K 761 24 La 0,1 0,03 Mo 0,9 0,3 Na 5 0,2	Грунт, отложения, шлам сточных вод, биологические пробы

<i>Тип области аккредитации: фиксированный</i>				
<i>Место проведения : в лаборатории</i>				
<i>Сфера испытаний с указанием типа испытаний: химия</i>				
<i>Сфера испытаний с указанием объекта испытаний: окружающая среда и пробы из окружающей среды; продукты питания; сельскохозяйственные продукты (корма); биологические пробы</i>				
№	Ссылка на стандарт или нестандартный метод испытания	Название стандарта или нестандартного метода испытания и возможные связи с другими стандартами или методами	Диапазон испытания; Погрешность результата испытания (в соответствующих случаях)	Материалы, продукты
			Nd 0,7 0,2 Rb 1,3 0,2 Sb 0,04 0,008 Sc 0,002 0,0004 Se 0,27 0,074 Sm 0,01 0,01 Sr 23 2,9 Ta 0,01 0,003 Tb 0,02 0,003 Th 0,04 0,007 U 0,10 0,03 Yb 0,04 0,009 Zn 0,8 0,2 Zr 30 4 Максимальная концентрация для всех проб 1 кг/мг (100%)	

Примечания:

- Во всех столбцах области аккредитации, в которых ячейки под названием «Диапазон измерения, испытания; погрешность результата испытания» пустые, должны применяться нормы соответствующих стандартов или нестандартных методов испытания.
- В тех столбцах области аккредитации, в которых ячейки под названием «Ссылка» не указывает год введения стандарта, применяется последний (действующий) стандарт.

Сертификат Словении Приложение к Сертификату Аккредитации: LP-090

Выдано: 27 января 2012

Заменяет приложение от: 24 марта 2011

Информацию о текущем статусе можно посмотреть на вебсайте СА www.sa.gov.si

Это контролируется внутренней лабораторной системой отслеживания и адаптации изменений.

- В столбцах области аккредитации, в которых ячейки под названием «Ссылка» указаны два или более кода стандартов, применяется подробная ссылка на аналогичные стандарты.

Директор
Доктор Бостьян Годич

**Словения, Любляна, Институт Йозефа Стефана
Кафедра Наук об Окружающей Среде (О-2)**

1001 Любляна, Ямова цеста 39, почтовый ящик 3000/ Тел.: +386 1 5885450/Факс: +386 1 5885346

АККРЕДИТАЦИЯ СЛОВЕНИИ
SIST EN ISO/IEC 17025
LP-090

Результаты, промаркированные #, относятся к неаккредитованной деятельности

Аналитический отчет

№ K0 012/12

Заказчик	ЗАО «TECHNOMEDICA»
Адрес	1000 Любляна, Миклосичева цеста 28,
Контактное лицо	Цига Крусич, М. Д.
Проведенный анализ	K ₀ -ИНАА

Наряд/Контракт	Narocilnica st. 01/12 от 5.11.2012
Кем доставлены пробы	Профессор Питер Стегнар
Дата получения проб	15.10.2012
Кем взяты пробы	Д-р Радожко Ясимович
Описание пробы	Донные отложения (10 проб)

ИСПОЛЬЗУЕМЫЙ АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД

Краткое описание используемого метода, № стандартной рабочей процедуры в О-2:

SDN-O2-K0 (01), Выпуск 05, вступил в действие с ноября 2011; Название: «Определение элементного состава проб из окружающей среды при помощи K₀-ИНАА».

Пробы были получены в полиэтиленовой таре, содержащей материал донных отложений, смешанных с водой. Вода была слита, а осадок высушивался при 45°C до получения сухого вещества (6 дней). Затем пробы были просеяны через 1 мм сито; в агатовой мельнице измельчались только частицы < 1 мм (Fritsch, Pulverisette 7, 6 мин при 3600 оборотах в минуту). После измельчения, размер частиц составил < 0,22 мм. Для подтверждения размера частиц в 0,22 мм, была выбрана 1 из 10 проб и просеяна через сито в 0,22 мм. В результате, вся измельченная проба просеивалась через сито размером 0,22 мм.

Для проведения анализа K_0 -ИНАА аликвота измельченной пробы отложений <0,22 мм (от 0,17 до 0,18 г) была плотно закрыта в чистой полиэтиленовой ампуле (SPRONK system, Лексмонд, Нидерланды). Проба и сплав Al-0,1%Au (IRMM-530R) были сложены вместе, помещены в полиэтиленовый пузырек в форме сэндвича, после этого они подверглись облучению в течение 19 часов в установке типа «карусели» реактора ТРИГА с потоком тепловых нейтронов $1,1 \times 10^{12} \text{ см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$.

После облучения, аликвота измерялась через 5 и 8-12 дней охлаждения на точно откалиброванном детекторе гамма-излучения из сверхчистого германия с относительной эффективностью 45%. Для оценки пикового значения использовалась программа HyperLab 2002. Для расчета концентраций элементов использовались значения $f=28,63$ (отношение теплового и эпитеплового потоков) и $\alpha=-0,0011$ (отклонение эпитеплового потока от идеального распределения $1/E$). Для расчетов элементных концентраций и эффективного пространственного угла применялось программное обеспечение Kayzero для Windows.

Для обеспечения контроля качества метода K_0 -ИНАА использовался речной донный осадок BCR-320R.

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА

Этап подготовки приводится в Таблице 1. Только пробы отложений с размером частиц <1 мм были измельчены и использованы для анализа K_0 -ИНАА.

Таблица 1. Подготовка проб отложений.

Код пробы	Сухая масса	Масса частиц > 1 мм (г)	% частиц > 1 мм	Масса частиц < 1 мм	% частиц < 1 мм
SK1	882,5	561,1	64	321,4	36
SK12	239,2	80,7	34	158,5	66
SK3	542,7	36,3	7	506,4	93
SK4	474,4	0,3	0	474,1	100
SK7	436,3	23,0	5	413,3	95
SK8	538,8	177,1	33	361,7	67
SK9	346,7	0	0	346,7	100
SK10	478,9	13,5	3	465,4	97
SK5	286,0	0	0	286,0	100
SK13	263,9	78,1	30	185,8	70

Результаты, полученные в ходе анализа K_0 -ИНАА, на основе измельченного сухого вещества (размер частиц < 0,22 мм), приведённые в таблицах №№ 2-5

Таблица 2. Результаты проб донных отложений, полученные при использовании метода K₀-ИНАА

Код пробы	SK1	Код пробы	SK3	Код пробы	SK4
Лаб. код пробы	J9856	Лаб. код пробы	J9858	Лаб. код пробы	J9859
Элемент	Содержание* мг/кг	Элемент	Содержание* мг/кг	Элемент	Содержание* мг/кг
Ag	<0,4	Ag	<0,7	Ag	<0,6
As	4,09 ± 0,25	As	36,4 ± 1,3	As	14,6 ± 0,6
Au	0,0017 ± 0,0002	Au	0,117 ± 0,004	Au	0,218 ± 0,008
Ba#	1109 ± 41	Ba#	1294 ± 45	Ba#	1256 ± 44
Br#	0,27 ± 0,02	Br	0,62 ± 0,04	Br#	0,43 ± 0,05
Ca	16275 ± 651	Ca	18069 ± 835	Ca	22826 ± 935
Cd#	<0,92	Cd#	<1,98	Cd#	<1,41
Ce	34,5 ± 1,2	Ce	98,5 ± 3,5	Ce	71,8 ± 2,7
Co	3,32 ± 0,12	Co	17,7 ± 0,6	Co	9,04 ± 0,32
Cr	13,7 ± 0,5	Cr	67,9 ± 2,4	Cr	35,7 ± 1,3
Cs	1,66 ± 0,06	Cs	2,74 ± 0,11	Cs	2,45 ± 0,09
Eu	0,66 ± 0,05	Eu	1,51 ± 0,07	Eu	1,40 ± 0,06
Fe	12950 ± 454	Fe	37471 ± 1313	Fe	34441 ± 1206
Ga#	<25,0	Ga#	40,2 ± 3,2	Ga#	31,5 ± 3,7
Hf	3,51 ± 0,12	Hf	5,65 ± 0,20	Hf	8,82 ± 0,31
Hg	<0,2	Hg	<0,4	Hg	<0,2
K	19240 ± 877	K	31160 ± 1232	K	23290 ± 1023
La	23,9 ± 0,8	La	50,5 ± 1,8	La	36,1 ± 1,3
Mo#	0,49 ± 0,06	Mo	5,58 ± 0,28	Mo	2,33 ± 0,35
Na	35230 ± 1234	Na	11270 ± 395	Na	24570 ± 861
Nd	12,4 ± 0,6	Nd	47,0 ± 1,8	Nd	33,1 ± 1,2
Rb	67,9 ± 2,4	Rb	130 ± 5	Rb	88,1 ± 3,1
Sb	0,68 ± 0,04	Sb	2,24 ± 0,08	Sb	1,68 ± 0,06
Sc	3,99 ± 0,15	Sc	12,4 ± 0,4	Sc	7,86 ± 0,28
Se	<0,6	Se	0,97 ± 0,15	Se	<0,6
Sm	2,03 ± 0,07	Sm	7,89 ± 0,28	Sm	5,79 ± 0,20
Sr	778 ± 28	Sr	115 ± 10	Sr	525 ± 19
Ta	0,41 ± 0,02	Ta	1,15 ± 0,04	Ta	1,11 ± 0,04
Tb	0,27 ± 0,01	Tb	0,99 ± 0,04	Tb	0,72 ± 0,03
Te#	<0,8	Te#	<1,4	Te#	<0,9
Th	4,29 ± 0,15	Th	13,1 ± 0,5	Th	8,87 ± 0,31
U	1,31 ± 0,05	U	4,81 ± 0,18	U	3,03 ± 0,11
W#	0,94 ± 0,09	W#	8,14 ± 0,41	W#	6,75 ± 0,34
Yb	0,96 ± 0,03	Yb	2,93 ± 0,10	Yb	2,29 ± 0,08
Zn	26,5 ± 1,1	Zn	58,9 ± 2,4	Zn	47,8 ± 1,9
Zr	124 ± 7	Zr	235 ± 11	Zr	358 ± 14

ПРИМЕЧАНИЕ:

- результаты относятся к неаккредитованной деятельности; * - Погрешность приводится с коэффициентом запаса k=1; < - предел обнаружения (ПО) используемого метода.

Таблица 3. Результаты проб донных отложений, полученные при использовании метода К₀-ИНАА

Код пробы	SK5	Код пробы	SK7	Код пробы	SK8
Лаб. код пробы	J9860	Лаб. код пробы	J9861	Лаб. код пробы	J9862
Элемент	Содержание* мг/кг	Элемент	Содержание* мг/кг	Элемент	Содержание* мг/кг
Ag	<0,9	Ag	<0,7	Ag	<0,6
As	14,8 ± 0,6	As	21,8 ± 0,8	As	24,7 ± 0,9
Au	0,61 ± 0,02	Au	0,065 ± 0,002	Au	0,056 ± 0,002
Ba#	1860 ± 65	Ba#	877 ± 31	Ba#	781 ± 28
Br#	<0,64	Br	0,98 ± 0,15	Br#	<1,11 ±
Ca	47692 ± 1831	Ca	49722 ± 1880	Ca	20705 ± 871
Cd#	<2,42	Cd#	<3,19	Cd#	<3,41
Ce	110 ± 4	Ce	120 ± 4	Ce	96,7 ± 3,4
Co	19,8 ± 0,7	Co	17,8 ± 0,6	Co	20,7 ± 0,7
Cr	78,4 ± 2,8	Cr	74,3 ± 2,6	Cr	66,1 ± 2,3
Cs	2,31 ± 0,08	Cs	5,55 ± 0,20	Cs	2,73 ± 0,12
Eu	1,82 ± 0,08	Eu	1,69 ± 0,07	Eu	1,58 ± 0,07
Fe	54732 ± 1916	Fe	39410 ± 1380	Fe	36724 ± 1286
Ga#	40,6 ± 3,3	Ga#	47,1 ± 3,4	Ga#	42,4 ± 3,8
Hf	3,83 ± 0,13	Hf	7,81 ± 0,27	Hf	6,88 ± 0,24
Hg	<0,3	Hg	<0,3	Hg	<0,2
K	34970 ± 1374	K	23340 ± 1002	K	29710 ± 1228
La	59,7 ± 2,1	La	62,0 ± 2,2	La	50,9 ± 1,8
Mo#	8,79 ± 0,39	Mo	2,83 ± 0,31	Mo	6,75 ± 0,58
Na	14170 ± 497	Na	10160 ± 356	Na	12280 ± 431
Nd	50,4 ± 1,8	Nd	54,3 ± 2,0	Nd	44,5 ± 1,7
Rb	147 ± 5	Rb	115 ± 4	Rb	121 ± 4
Sb	6,17 ± 0,22	Sb	2,08 ± 0,08	Sb	1,88 ± 0,07
Sc	15,3 ± 0,5	Sc	13,0 ± 0,5	Sc	12,8 ± 0,5
Se	<0,6	Se	<0,9	Se	1,30 ± 0,05
Sm	8,13 ± 0,29	Sm	9,19 ± 0,32	Sm	8,15 ± 0,29
Sr	1547 ± 55	Sr	368 ± 15	Sr	120 ± 8
Ta	0,94 ± 0,03	Ta	1,10 ± 0,04	Ta	1,10 ± 0,04
Tb	1,00 ± 0,04	Tb	1,12 ± 0,04	Tb	1,11 ± 0,04
Te#	5,11 ± 0,25	Te#	<1,5	Te#	<1,4
Th	16,6 ± 0,6	Th	17,1 ± 0,6	Th	13,3 ± 0,5
U	4,06 ± 0,14	U	4,23 ± 0,15	U	5,00 ± 0,18
W#	200 ± 7	W#	10,2 ± 0,5	W#	8,72 ± 0,40
Yb	2,78 ± 0,10	Yb	3,22 ± 0,11	Yb	3,60 ± 0,13
Zn	217 ± 8	Zn	75,1 ± 3,0	Zn	44,6 ± 2,0
Zr	138 ± 7	Zr	260 ± 12	Zr	241 ± 11

ПРИМЕЧАНИЕ:

- результаты относятся к неаккредитованной деятельности; * - Погрешность приводится с коэффициентом запаса $k=1$; < - предел обнаружения (ПО) используемого метода.

Таблица 4. Результаты проб донных отложений, полученные при использовании метода К₀-ИНАА

Код пробы	SK9	Код пробы	SK10	Код пробы	SK12
Лаб. код пробы	J9863	Лаб. код пробы	J9864	Лаб. код пробы	J9857
Элемент	Содержание* мг/кг	Элемент	Содержание* мг/кг	Элемент	Содержание* мг/кг
Ag	<0,6	Ag	<0,4	Ag	<0,7
As	16,5 ± 0,6	As	23,9 ± 0,9	As	15,3 ± 0,6
Au	0,243 ± 0,009	Au	0,060 ± 0,003	Au	<0,0020
Ba#	993 ± 35	Ba#	1053 ± 37	Ba#	480 ± 17
Br#	<0,96	Br	1,53 ± 0,17	Br#	<2,06 ± 0,08
Ca	37693 ± 1560	Ca	18837 ± 1019	Ca	31088 ± 1240
Cd#	<4,48	Cd#	<5,36	Cd#	<1,87
Ce	87,3 ± 3,1	Ce	116 ± 4	Ce	96,9 ± 3,4
Co	14,2 ± 0,5	Co	17,3 ± 0,6	Co	14,4 ± 0,5
Cr	58,1 ± 2,0	Cr	67,6 ± 2,4	Cr	71,3 ± 2,5
Cs	4,16 ± 0,15	Cs	3,22 ± 0,11	Cs	8,32 ± 0,30
Eu	1,46 ± 0,06	Eu	1,77 ± 0,08	Eu	1,36 ± 0,08
Fe	32724 ± 1146	Fe	41117 ± 1440	Fe	36744 ± 1288
Ga#	34,3 ± 3,6	Ga#	50,8 ± 4,3	Ga#	27,6 ± 2,9
Hf	5,70 ± 0,20	Hf	5,79 ± 0,20	Hf	6,83 ± 0,24
Hg	<0,3	Hg	<0,4	Hg	<0,4
K	23420 ± 1050	K	27380 ± 1173	K	26850 ± 1090
La	44,3 ± 1,6	La	61,0 ± 2,1	La	47,5 ± 1,7
Mo#	3,00 ± 0,29	Mo	3,40 ± 0,55	Mo	<0,9
Na	17540 ± 616	Na	13490 ± 474	Na	15620 ± 548
Nd	40,4 ± 1,6	Nd	51,5 ± 2,0	Nd	43,6 ± 1,7
Rb	104 ± 4	Rb	116 ± 4	Rb	148 ± 5
Sb	1,93 ± 0,07	Sb	2,13 ± 0,08	Sb	1,06 ± 0,04
Sc	11,0 ± 0,4	Sc	13,6 ± 0,5	Sc	13,9 ± 0,5
Se	<0,9	Se	<1,0	Se	<1,1
Sm	6,83 ± 0,24	Sm	8,99 ± 0,32	Sm	7,54 ± 0,26
Sr	349 ± 15	Sr	166 ± 10	Sr	203 ± 10
Ta	1,01 ± 0,04	Ta	1,09 ± 0,04	Ta	1,38 ± 0,05
Tb	0,87 ± 0,03	Tb	1,08 ± 0,04	Tb	1,00 ± 0,04
Te#	< 1,7	Te#	<1,8	Te#	<1,5
Th	12,1 ± 0,4	Th	14,8 ± 0,5	Th	14,7 ± 0,5
U	3,44 ± 0,14	U	3,61 ± 0,13	U	3,35 ± 0,12
W#	6,11 ± 0,41	W#	9,07 ± 0,41	W#	2,50 ± 0,30
Yb	2,65 ± 0,09	Yb	3,01 ± 0,11	Yb	3,19 ± 0,11
Zn	60,4 ± 2,7	Zn	66,3 ± 2,7	Zn	90,3 ± 3,5
Zr	231 ± 12	Zr	218 ± 11	Zr	270 ± 12

ПРИМЕЧАНИЕ:

- результаты относятся к неаккредитованной деятельности; * - Погрешность приводится с коэффициентом запаса $k=1$; < - предел обнаружения (ПО) используемого метода.

Таблица 5. Результаты проб донных отложений, полученные при использовании метода К₀-ИНАА

Код пробы	SK13
Лаб. код пробы	J9863
Элемент	Содержание* мг/кг
Ag	<0,6
As	20,9 ± 0,8
Au	0,043 ± 0,002
Ba#	1275 ± 45
Br#	3,01 ± 0,23
Ca	37905 ± 1538
Cd#	<5,35
Ce	85,8 ± 3,0
Co	14,2 ± 0,5
Cr	64,4 ± 2,3
Cs	4,47 ± 0,16
Eu	1,41 ± 0,06
Fe	39178 ± 1376
Ga#	52,3 ± 4,0
Hf	5,20 ± 0,18
Hg	<0,3
K	25530 ± 1109
La	43,3 ± 1,5
Mo	3,50 ± 0,30
Na	14110 ± 495
Nd	37,0 ± 1,5
Rb	121 ± 4
Sb	2,49 ± 0,09
Sc	11,7 ± 0,4
Se	<0,7
Sm	6,74 ± 0,24
Sr	232 ± 11
Ta	0,91 ± 0,03
Tb	0,84 ± 0,03
Te#	< 1,7
Th	12,6 ± 0,4
U	3,86 ± 0,14
W#	12,2 ± 0,5
Yb	2,66 ± 0,10
Zn	64,5 ± 2,7
Zr	196 ± 11

ПРИМЕЧАНИЕ:

- результаты относятся к неаккредитованной деятельности; * - Погрешность приводится с коэффициентом запаса $k=1$; < - предел обнаружения (ПО) используемого метода.

**Анализ проведен:
Д-р Радожко Ясимович**

**Отчет утвержден:
Проф. Милена Хорват
Руководитель Кафедры Наук
об Окружающей Среде**

**Результаты проверены:
Проф. Векослава Стибилж**

**Дата:
28.11.2012**