

5. СНиП 1.02-01-85 Инструкция о составе, порядке разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений. Введ. с 1.01.86 / Госком. по делам строительства. М., 1985. 99 с.

6. **Ферсман А.Е.** Избранные труды. М.: Изд-во АН СССР, 1955. Т. 3. 798 с.; Т. 4. 588 с.

КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ВОКРУГ НПО «МАЯК»

Н.В. Барановская, Б.Р. Соктоев

**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск,
dgazn@narod.ru, bulat2670@mail.ru**

Уральский регион является одной из самых богатых территорий России в отношении минеральных ресурсов: на относительно небольшой территории сосредоточены крупные запасы большого количества полезных ископаемых. Близость месторождений способствовала развитию различных видов промышленности, основанных на местном сырье. Сочетание природных и техногенных аномалий создает предпосылки для неблагоприятной эколого-геохимической ситуации, которая выражается в накоплении химических элементов в депонирующих средах.

В настоящее время большое внимание уделяется комплексному медико-эколого-геохимическому мониторингу. Накопление химических элементов в природных средах, как, например, в питьевой воде, почве и их миграция в биологические среды (волосы, кровь) может показать специфику как природной обстановки региона, так и специфику техногенного воздействия.

В данном исследовании внимание сосредоточено на эколого-геохимической ситуации вокруг ПО «Маяк» — предприятия ядерно-топливного цикла, которое находится на территории Челябинской области и является первым подобным объектом на территории бывшего СССР. Он известен благодаря так называемой «Кыштымской трагедии», когда в результате взрыва в прудах-отстойниках в окружающую среду были выброшено огромное количество радионуклидов.

Исследования проводились в трех населенных пунктах, расположенных непосредственно в зоне влияния ПО «Маяк»: Аргаяш, Муслюмово, Худайбердинский. Были взяты пробы четырех сред: почвы, солевых отложений питьевых вод, крови и волос человека. Пробоотбор и пробоподготовка были проведены по соответствующим методикам. Элементный состав был определен с помощью инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) с облучением в канале исследовательского ядерного реактора Томского политехнического университета (аналитик — с.н.с. А.Ф. Судыко). Данный метод анализа позволяет определять спектр элементов, в том числе редких, редкоземельных и радиоактивных (Th, U), в широком диапазоне (от $n \times 1\%$ до $n \times 10^{-6}\%$) (табл. 1). Было определено 29 элементов, из которых As, Ag, Eu, Ta, Tb содержатся в количестве ниже предела определения данным методом.

Анализ элементного состава сред показал, что при нормировании элементов к кларку ноосферы [1] мы получим следующие геохимические ряды их накопления (табл. 2–4).

Как видно из таблиц, для всех сред характерно накопление золота, причем наиболее высокие концентрации данного элемента наблюдаются в солевых отложениях питьевых вод. Такая картина может свидетельствовать, как нам кажется, как о заниженном кларке ноосферы для золота, так и о геохимической специфике территории, на которой располагаются населенные пункты, обусловленной, видимо, природной составляющей. Следует также отметить,

что минимальные количества этого элемента характерны для крови человека, в то время как волосы накапливают его в концентрациях, сравнимых с таковыми для почвы.

Таблица 1
Нижние пределы определения содержаний элементов методом ИНАА

Элемент	Предел, мг/кг	Элемент	Предел, мг/кг	Элемент	Предел, мг/кг	Элемент	Предел, мг/кг
Na	20	Ba	3	Ca	300	La	0,01
Sc	0,002	Ce	0,01	Cr	0,1	Sm	0,001
Fe	10	Eu	0,001	Co	0,1	Tb	0,001
Zn	2	Yb	0,01	Rb	0,6	Lu	0,001
Sr	1	Hf	0,01	Ag	0,02	Au	0,001
Sb	0,007	Th	0,01	Br	0,3	U	0,01
Se	0,01	As	1				

Таблица 2
Геохимические ряды накопления элементов в природных средах пос. Муслюмово

Почва	Au 62,3 – Cr 9,9 – Sb 4 – Sc 2 – Hf 1,9 – U 1,8 – La 1,7 – Fe 1,7 – Ca 1,5 – Ce 1,4 – Co 1,3 – Yb 1,1 – Th 1
Солевые отложения питьевых вод	Au 70,4 – U 23,1 – Ca 18,6 – Sb 1,2
Кровь	Au 5,8
Волосы	Au 31,9

Таблица 3
Геохимические ряды накопления элементов в природных средах пос. Худайбердинский

Почва	Au 29 – Cr 4,1 – Sc 3 – U 2,2 – Ca 2 – Sb 2 – Fe 2 – Hf 1,8 – La 1,5 – Yb 1,4 – Co 1,2 – Ce 1,1 – Lu 1
Солевые отложения питьевых вод	Au 173,9 – Ca 30,6 – U 8,9
Кровь	Au 7,3 – Br 1,3
Волосы	Au 26,1

Таблица 4
Геохимические ряды накопления элементов в природных средах с. Аргаяш

Почва	Au 29 – Sb 9,6 – Cr 7,8 – Sc 3,3 – Fe 2,5 – Hf 2,1 – U 2,1 – Ca 1,9 – La 1,8 – Ce 1,7 – Co 1,4 – Th 1,2 – Yb 1,1 – Rb 1,1
Солевые отложения питьевых вод	Au 101,5 – Ca 32,7 – U 9,1
Кровь	Au 14,5 – Br 1,5
Волосы	Au 39,1

Спецификой элементного состава крови человека для данной территории можно считать наличие высокого содержания брома (до 100 мг/кг сухого вещества).

Геохимические ряды накопления элементов в солевых отложениях питьевой воды показали наличие значительных концентраций урана, с максимальным его накоплением в пос. Муслюмово (до 67,6 мг/кг), поверхностные водотоки которого загрязнены в результате аварии на комбинате «Маяк». В этом же населенном пункте наблюдается накопление в солевых отложениях сурьмы, являющейся токсичным элементом.

По данным изучения почвы, спектр элементов, превышающих кларк, значительно шире. Проявляется природная геохимическая специфика региона, выражающаяся в накоплении таких металлов, как железо, хром, скандий, кобальт. Дополнительными источниками поступления этих компонентов могут являться предприятия металлургического комплекса. Следует отметить, что для этой среды так же, как и для солевых отложений, характерно накопление урана. Так, максимально он накапливается в пос. Худайбердинский, расположенном в непосредственной близости к комбинату «Маяк».

Распределение элементов в ряду «почва – солевые отложения – волосы – кровь» в большинстве случаев одинаково: от почвы до волос концентрации уменьшаются, затем в крови растут. Такая ситуация характерна для Na, Sc, Cr, Fe и других элементов. Исключение составляют Sb, Au и редкоземельные элементы: для сурьмы и РЗЭ характерно постепенное уменьшение концентраций накопления в данном ряду, для золота же наблюдается максимум в солевых отложениях и последующее уменьшение (рис. 1).

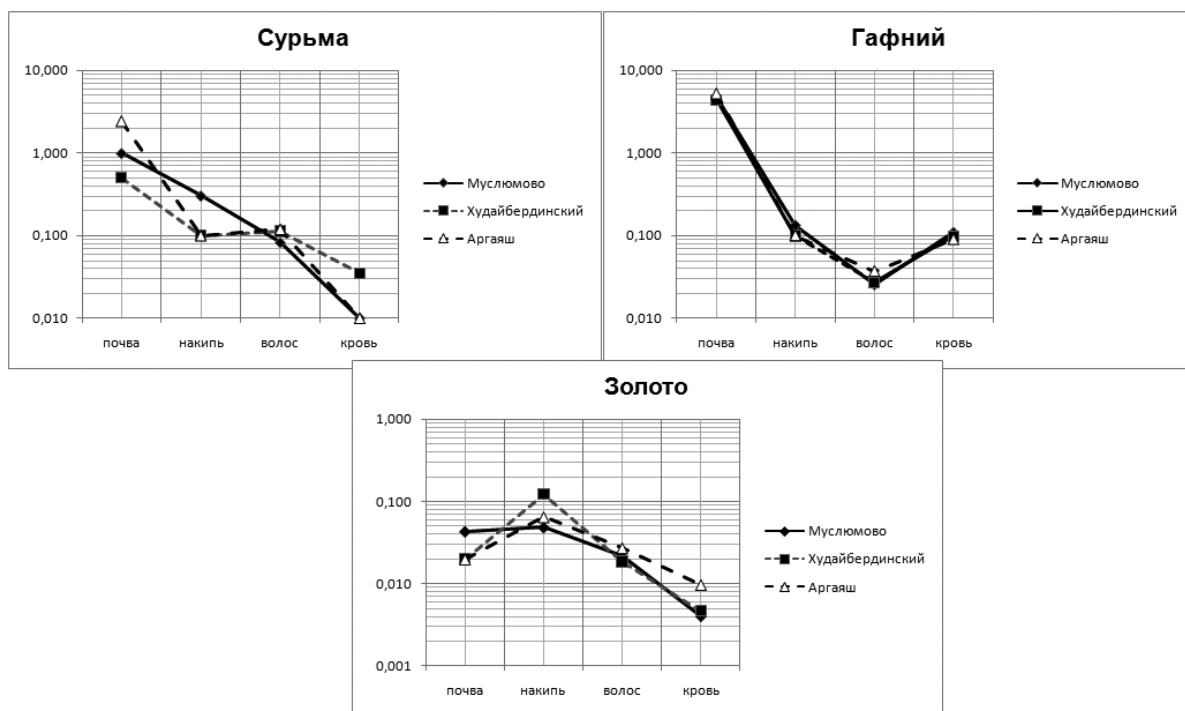


Рис. 1. Характер распределения некоторых элементов в ряду «почва – накипь – волосы – кровь»

Для каждого населенного пункта существуют характерные элементы:

- пос. Муслиумово — Au (почва), Na (волосы), Br, Sb, TR, Th, U (солевые отложения);
- пос. Худайбердинский — Na, Yb, Lu (почва), TR, U (волосы), Co, Th, Au (солевые отложения), Sb, Sm, Yb, Lu, U (кровь);
- с. Аргаяш — Br, Sb, Ce, Sm, Th (почва), Sc, Fe, Hf, Au (волосы), La, Ce, Th, Au (волосы).

Таким образом, в результате исследования необходимо отметить элементы, характерные для данной территории: золото, редкие земли, радиоактивные элементы. Для каждой среды характерен свой химический состав: почва — присутствие редких земель, урана; солевые отложения — высокие концентрации урана и золота; кровь — присутствие значительных концентраций брома.

Литература:

1. Глазовский Н.Ф. Техногенные потоки вещества в биосфере // Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем. М.: Наука, 1982. С. 7–28.