

## Литература

1. Денисова О. А. Микроэлементы и патология щитовидной железы Томской области / О.А. Денисова, Н.В. Барановская, Л.П. Рихванов, Г.Э. Черногорюк, Ю.И. Сухих. – Томск: STT, 2011. – 190 с.
2. Михальчук А.А. Статистический анализ эколого-геохимической информации / А.А. Михальчук, Е.Г. Язиков, В.В. Ершов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 235 с.
3. Шестаков Ю. Г. Математические методы в геологии: учебное пособие для студентов геологических специальностей. – Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 1988. – 208 с.
4. Экологический мониторинг: Доклад о состоянии и охране окружающей среды Томской области / под ред. А. М. Адама. – Томск: Дельтаплан, 2013. – 172 с.

### МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗОЛЬНОГО ОСТАТКА ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА НЕКОТОРЫХ ГОРОДОВ РОССИИ

М.А. Дериглазова

Научные руководители профессор Л.П. Рихванов, профессор Н.В. Барановская  
**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

Ещё в древности люди знали, что окружающая нас среда неоднозначна по различным параметрам: температуре, влажности, близости к источникам воды и т.д. Поэтому старались приспособиться к этим условия себе на пользу. Одним из ярких примеров такого приспособления является корректировка режима питания: например, в холодных районах люди потребляют больше калорий, чем в жарких и т.д. Но окружающая нас среда неоднородна не только по климатическим ресурсам, но и по геохимической обстановке. Это значит, что природные объекты различных территорий накапливают в себе разный спектр элементов в зависимости от различных условий. То, что геохимическая обстановка влияет на организм человека, в том числе на его состав, уже доказано рядом ученых из различных стран мира. Но главный вопрос – как именно влияют определенные геохимические условия на состав организма человека, так и остается открытым.

Для изучения элементного и минерального состава организма человека был выбран зольный остаток организма человека (ЗООЧ). ЗООЧ – это крематорный материал, который остается после сжигания тела человека в газовой камере при температуре 300-400°C. Для исследования был выбран ЗООЧ 5 городов России: Новокузнецка, Новосибирска, Ростова-на-Дону, Екатеринбург, Санкт-Петербурга. На первом этапе исследований проводилось определение элементного состава зольного остатка организма человека с помощью инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА), который позволил определить содержание в золе 27 химических элементов в широких диапазонах содержаний. На втором этапе работы проводилось изучение минеральных фаз в ЗООЧ с помощью сканирующего электронного микроскопа “Hitachi”, с приставкой для микроанализа.

Исследование элементного состава организма человека показали, что существуют различия в уровнях накопления элементов в ЗООЧ разных городов. На рисунке 1 видно, что различные города концентрируют в ЗООЧ разный спектр элементов, что может быть связано с природными причинами, а также с техногенным фактором.

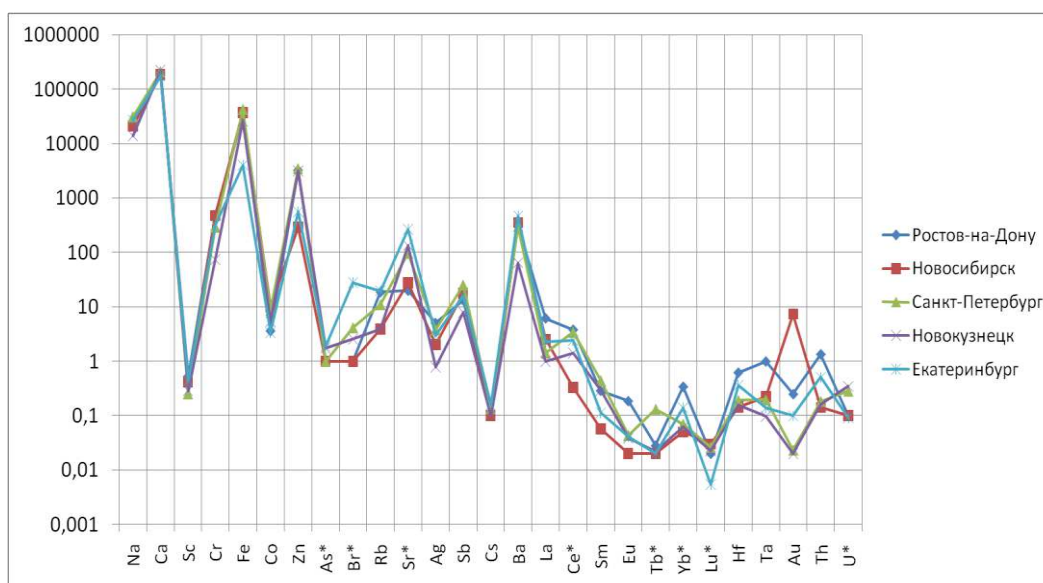


Рис. 1 Среднее значение концентраций элементов в ЗООЧ различных городов, мг/кг

Таким образом, видно, что ЗООЧ различных территорий концентрируют элементы по-разному, например ЗООЧ г. Новосибирска накапливает в большей степени Au, Co, Sb, Lu, Новокузнецк: Ca, U, Ростов-на-

Дону: Sc, Cr, Ag, La, Ce, Eu, Yb, Hf, Ta, Th; Санкт-Петербург: Na, Fe, Zn, Sm, Tb, Lu, U; Екатеринбург: As, Br, Rb, Sr, Cs, Ba.

Кроме того, был проведен корреляционный анализ по всей выборке и для города Новосибирск. Анализ показал, что существуют значимые положительные корреляционные связи ( $p=0.05$ ) между некоторыми элементами, например, между натрием и барием, барием и хромом, натрием и сурьмой, натрием и скандием, а также отрицательные между кальцием и скандием. Для Новосибирска характерна положительная связь между натрием и скандием, барием и сурьмой, железом и кальцием, цинком и кальцием, золотом и хромом, золотом и кобальтом, золотом и цинком. Отрицательная связь представлена кобальтом и кальцием, а также кальцием и натрием.

Вторым этапом исследования было изучение зольного остатка организма человека под электронным микроскопом. Для изучения пробы были подготовлены специальным образом: пробы, содержащие наивысшие концентрации какого-либо элемента были спрессованы в виде таблеток и склеены раствором сахара. В результате данных исследований были получены следующие данные: 1) определен состав матрицы ЗООЧ; 2) определены минеральные фазы, входящие в состав ЗООЧ.

На основе данных, полученных с помощью электронного микроскопа, определено содержание матричных элементов, формирующих основу ЗООЧ до 98% (табл.).

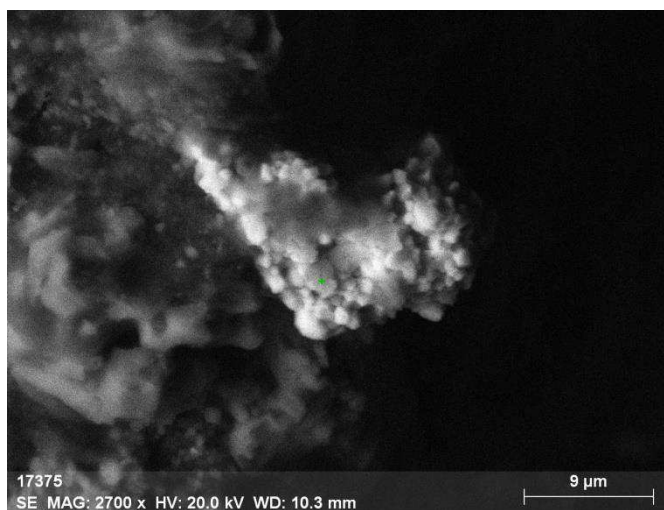
*Таблица*

*Состав матрицы ЗООЧ по результатам электронной микроскопии*

Элемент	Среднее с ошибкой (%)
C	13,6±9,06
O	40,27±2,81
Na	4,41±0,84
Mg	1,34±0,54
P	10,29±2,31
K	1,89±0,65
Ca	26,79±7,08

Состав матрицы может говорить о том, что основу организма человека составляет минерал гидроксилapatит –  $Ca_5(PO_4)_3$ , что подтверждают, как литературные данные: основу скелета человека составляет данный минерал, так и проведенные нами исследования на порошковом дифрактометре.

Кроме того, были найдены частицы, формирующие аномальные концентрации в пробах различных городов. Так, в пробе города Новосибирск установлена частица, состоящая на 41% из золота, при этом она находится в форме оксида, либо самородного металла. В городе Екатеринбург найдена минеральная фаза бария и серы, которая скорее всего представляет собой барит. Также в большом количестве найдены частицы, представляющие оксиды металлов (Fe, Zn, Cu и др), а также интерметаллические соединения.



*Рис. 2 Барий - серосодержащая фаза в ЗООЧ г. Екатеринбург*

Таким образом, ЗООЧ является хорошим индикатором геохимической обстановки окружающей среды. Изучение данного индикатора может, с одной стороны, показать воздействие природного фактора на организм человека, а с другой показать элементный состав организма человека.