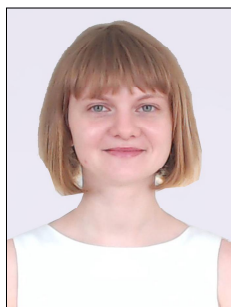


## ОТРАЖЕНИЕ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ В МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ ЗОЛЬНОГО ОСТАТКА ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

## REFLECTION OF THE HABITAT IN THE MINERALOGICAL FEATURES OF THE ASH RESIDUES OF A HUMAN ORGANISM



**М. А. Дериглазова,**  
Томский политехнический  
университет, г. Томск  
belyakinama@gmail.com

**M. Deriglazova,**  
Tomsk Polytechnic University,  
Tomsk



**Л. П. Рихванов,**  
Томский политехнический  
университет, г. Томск  
rikhvanov@tpu.ru

**L. Rikhvanov,**  
Tomsk Polytechnic  
University, Tomsk



**Н. В. Барановская,**  
Томский политехнический  
университет, г. Томск  
nata@tpu.ru

**N. Baranovskaya,**  
Tomsk Polytechnic  
University, Tomsk



**С. С. Ильенок,**  
Томский политехнический  
университет, г. Томск  
ilenokss@tpu.ru

**S. Ilyenok,**  
Tomsk Polytechnic University,  
Tomsk

**Цель** исследования – изучить вещественный состав зольного остатка организма человека в ряду городов России (Норильске, Новокузнецке, Новосибирске, Екатеринбурге, Ростове-на-Дону, Санкт-Петербурге), а также установить степень воздействия окружающей среды на организм человека. Материалом для исследования являются пробы зольного остатка организма человека, полученного после сжигания тела человека в крематории. Материал отобран по официальному разрешению администрации учреждения из невостребованных фрагментов. Многолетнее изучение геохимических особенностей зольного остатка организма человека побудило интерес к изучению вещественного состава материала и отражения в нем среды обитания. Исследование минерального состава проводили методами рентгеноструктурного анализа с использованием порошкового дифрактометра и сканирующей электронной микроскопии. Всего исследовали 125 проб зольного остатка. Выявлены микроминеральные фазы 30 химических элементов, отражающие их повышенное содержание в исследуемом материале, а также (в некоторой степени) состав среды обитания. Несмотря на очевидную трансформацию минералов в процессе озоления живого вещества, установлено, что состав обнаруженных фаз отражает геохимические особенности техногенеза исследуемых территорий: добычу и переработку медных и платиновых руд в Норильске, аффинажное производство в Новосибирске, повышенное содержание мышьяка в окружающей среде г. Новокузнецк, значительную пылевую нагрузку, приходящуюся на жителей Новокузнецка и Норильска, вклад автомобильного транспорта в городах с повышенной транспортной нагрузкой и т. д. Полученные данные по вещественному составу зольного остатка организма человека подтверждают необходимость детального изучения минералов как непосредственно в живых организмах, так и в продуктах их трансформации

**Ключевые слова:** зольный остаток организма человека; гидроксилпатит; микроминеральные фазы; техногенез; элементный состав; минеральный состав; органо-минеральные агрегаты; сканирующая электронная микроскопия; рентгенофазовая дифрактометрия; костная ткань

The purpose of the study is to research mineral composition of the ash residue of the human body in some cities of Russia (Norilsk, Novokuznetsk, Novosibirsk, Yekaterinburg, Rostov-on-Don, St. Petersburg) and also to determine how much the composition of the environment is reflected in the composition of the human body. The research material is samples of the ash residue of the human body – the material remaining after burning the human body in the crematorium, sampled by official permission of the institution's administration from unclaimed material. Long-term study of the geochemical features of such an object has generated interest in studying the mineral composition of the material and the reflection of the environment in its features. The study of the mineral composition carried out by X-ray diffraction analysis using a powder diffractometer and scanning electron microscopy. In total, 125 ash residue samples studied during the study. The micromineral phases of 30 chemical elements revealed, reflecting their increased content in the test material, as well as, to some extent, the composition of the habitat. Despite the obvious transformation of minerals during burning of the matter, it was found that the composition of the phases detected reflects the geochemical features of the technogenesis of the studied territories: the extraction and processing of copper and platinum ores in Norilsk, the refining production in Novosibirsk, and the increased arsenic content in the environment of Novokuznetsk, significant dust load attributable to residents of Novokuznetsk and Norilsk, the contribution of road transport in cities with high traffic load, etc. The data on the material composition of the ash residue of the human body emphasizes the need for a detailed study of minerals both directly in living organisms and in the products of their transformation

**Key words:** human body ash residue; hydroxylapatite; micromineral phases; technogenesis; mineral composition; element composition; mineral aggregates; scanning electron microscopy; X-ray diffractometry; bone

**В**ведение. Минеральный состав организма человека стал предметом исследования в 50-х гг. прошлого века. С тех пор список найденных в человеческом теле минералов значительно расширился и составил более ста наименований. За это время установлено, что формирование минералов в живом организме происходит по законам, отличным от абиогенной среды, в тесной взаимосвязи с окружающей средой. Все более очевидной становится связь между процессом физиологического и патогенного минералообразования и геоэкологическими факторами окружающей среды [2–4; 6–8]. Данный факт подчеркивает индикаторную роль органо-минеральных агрегатов для оценки влияния окружающей среды на организм человека.

В процессе изучения геохимических особенностей организма человека [1] в поле зрения наших исследований оказался материал, представляющий собой зольный остаток после кремации тела человека.

Выполненные исследования элементного состава показали чрезвычайно широкий геохимический спектр этих образований [1; 4; 7; 10]. При этом каждый из 6 исследованных городов России имеет ярко выраженные геохимические особенности (рис. 1), подтверждающие основополагающие идеи биогеохимии, сформулированные В. И. Вернадским, что в живом веществе в тех или иных количествах могут содержаться все элементы периодической таблицы, а их состав отра-

жает геохимические особенности среды его обитания.

При столь сложном геохимическом составе зольного остатка организма человека (ЗООЧ) значительный интерес представляет его минеральный состав: требовалось получить информацию о возможных формах нахождения элементов и о том, насколько они отражают состав окружающей среды исследуемых городов.

*Материалы и методы исследования.* В качестве материала для исследования используются пробы ЗООЧ – материал, оставшийся после сжигания тела человека в крематории. Пробы получены в установленном порядке по официальному разрешению специализированных организаций, занимающихся кремацией человеческих тел, и отобраны из невостребованных фрагментов в крематориях шести городов России: Норильска, Новокузнецка, Новосибирска, Ростова-на-Дону, Екатеринбурга, Санкт-Петербурга.

В процессе выполнения исследования нами отобрано и изучено 125 проб ЗООЧ, при этом соотношение мужчин и женщин в выборке составило 63:59 соответственно. Возраст исследуемых – 0...86 лет, при среднем возрасте 56 лет. Какой-либо иной информации по исследуемому материалу не имеется. Процесс кремации проводился в соответствии с требованиями ГОСТ Р 53999-2010, который предполагает отсутствие в матери-

але инородных металлических предметов. Во всех случаях кремация проходила в газовой среде при температуре 1000...1100 °С и воздействии единственного реагента – кислорода.

При интерпретации полученных данных авторы учитывают, что часть химических элементов, особенно летучих, утрачена. При этом одинаковые условия кремации позволяют проводить сравнение элементного состава материала, полученного в различных городах, но не оценивать абсолютные содержания элементов в организме человека

по зольному остатку, хотя в первом приближении при отсутствии других данных это возможно.

Исследование минерального состава материала проведено методом рентгенофазовой дифрактометрии с использованием порошкового дифрактометра D2PHASER фирмы «Bruker», который дает возможность обнаруживать присутствие минеральной фазы в исследуемом материале на уровне 0,1...0,5 % и более (аналитик Б. Р. Соктоев, консультант А. Р. Изатулина).

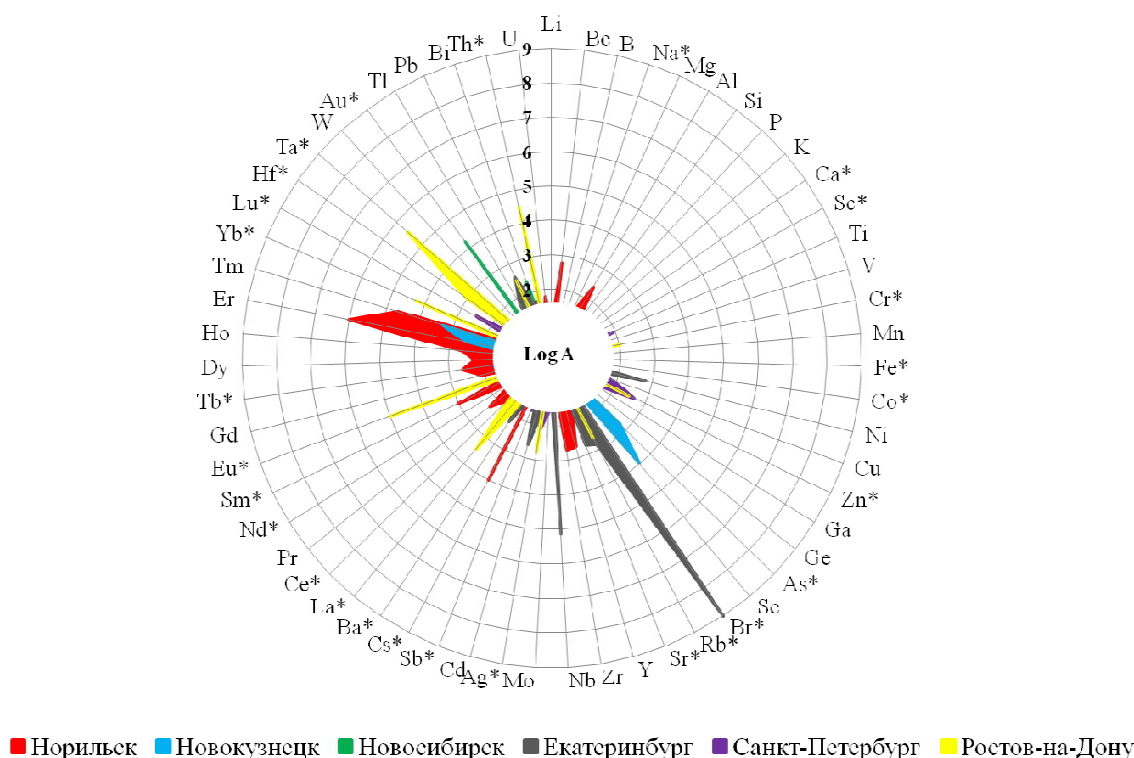


Рис. 1. Коэффициенты концентрации элементов в зольном остатке организма человека жителей исследуемых городов, рассчитанные относительно среднего содержания по 125 пробам ЗООЧ  
 \* – элемент определен методом ИНАА, остальные – ИСП-МС /  
 Fig. 1. Concentration coefficients of elements in the human body ash residue of the studied cities residents, calculated relative to the average content of 125 samples  
 \* – element was determined by the INAA method, rest – ISP-MS

Морфология и элементный состав минеральных фаз исследовался на электронном микроскопе «HitachiS-3400N», оснащенном энергодисперсионной приставкой фирмы «Bruker», позволяющей определять содержание химических элементов от Li до U с минимальным уровнем детектирования 0,1...0,2 % и выше, а также изучать харак-

тер их пространственного распределения в исследуемой матрице (аналитик С. С. Ильенко). Стоит отметить, что точная диагностика минерального состава исследуемых на электронном микроскопе фаз не проводилась из-за отсутствия оборудования для микродиагностики минералов. Поэтому под термином «микроминеральная фаза» нами понимаются

агрегаты определенного элементного состава, выявленные с помощью электронно-микроскопических исследований.

*Результаты исследования и их обсуждение.* Основная масса проб представлена порошком серого цвета с преимущественным размером фракции меньше 0,01 мм. Под электронным микроскопом наблюдаются агрегаты изометричного коротко- и длинно-призматического обликов или неправильной формы, зачастую слипшиеся между собой.

Размеры отдельных зерен колеблются от сотен микрон до первых микрон при средней величине зерен десятки микрон.

Рентгеноструктурный анализ большого количества проб ЗООСН из разных городов показал близкую для всех дифракционную картину, на которой четко идентифицируется фаза гидроксилапатита (рис. 2). Кроме того, прослеживаются пики витлокита и  $\alpha$ - и  $\beta$ -трикальцийфосфата, однако их количество сравнительно невелико.

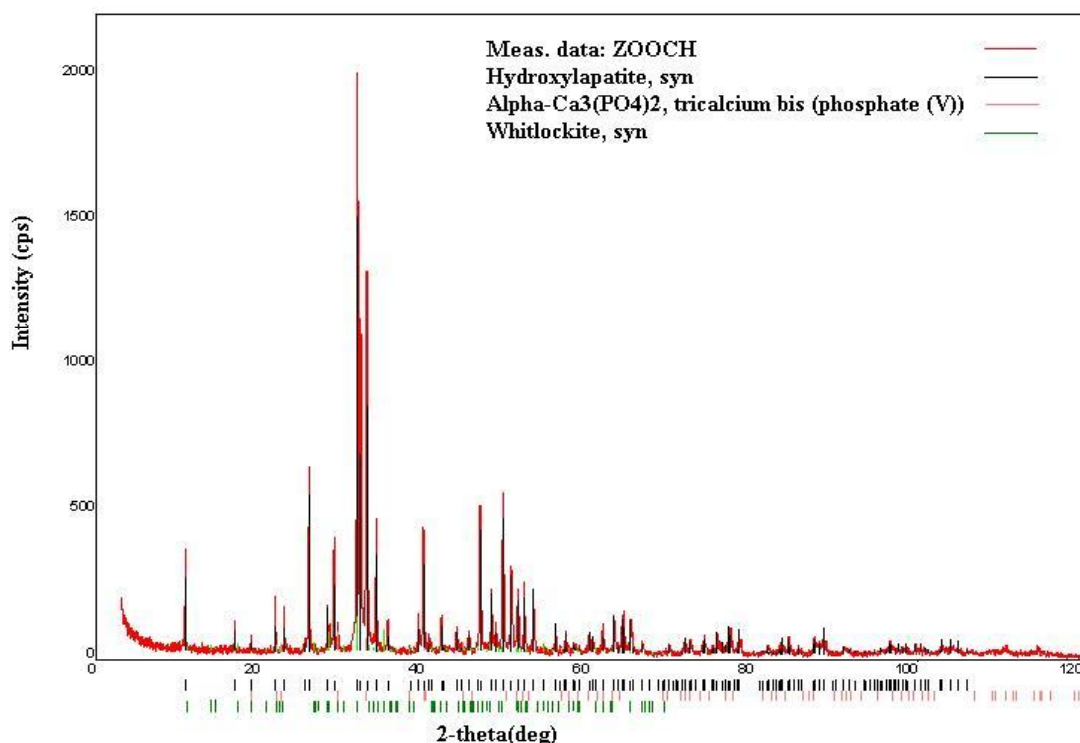


Рис. 2. Типовая дифрактограмма зольного остатка организма человека /  
Fig. 2. Typical diffraction pattern of the ash residue of the human body

Изучение с помощью электронного микроскопа химического состава крупных минеральных агрегатов серого цвета с характерным изометричным или длиннопризматическим облик без видимых в электронный микроскоп включений показало, что их состав соответствует составу гидроксилапатита с примесью Na, Mg, K, изредка S, Si, Cl, что отражено в таблице. Расчетная стехиометрическая формула минерального состава матрицы в первом приближении может быть представлена в следующем виде:  $\text{Ca}_5, \text{Na}_1, ([\text{K}_{0,5}, \text{Mg}_{0,2}, \text{Al}_{0,2}, \text{Si}_{0,1}]) (\text{PO}_4)_3 (\text{OH}, [\text{Cl}_{0,1...}])$ .

В гидроксилапатитовой матрице, на долю которой приходится > 99,5 % всего объема зольного остатка изученных нами проб, отмечается присутствие разнообразных по составу микрофаз микронных размеров, образующих точечные локальные скопления, которые крайне неравномерно распределяются в гидроксилапатитовой матрице. Точная минералогическая диагностика данных минеральных фаз, кроме химического состава, на данном этапе исследования невозможна.

Содержание матричных элементов в ЗООЧ по данным электронно-микроскопических исследований, % (среднее по результатам 64 измерений) в сравнении с золой костной ткани / The content of matrix elements in human body ash residue according to electron microscopic studies, % (average content according to the results of 64 measurements) in comparison with bone ash

Элемент / Element	Содержание в ЗООЧ, % / Content in human body ash residue, %	Содержание в золе кости, % [11] / Content in ashed bone, % [11]
O	42,5±0,7	–
Ca	31,6±1,4	39,4
P	13,9±0,4	18,0
Ca / P	2,3	2,2
Na	4,2±0,6	0,9
K	3,3±0,6	0,2
Mg	0,7±0,1	0,5
Cl*	0,6±0,1	0,2
S*	0,4±0,1	–
Al*	0,8±0,2	–
Si*	0,3±0,1	–
Сумма	98,3	61,4

\* – данные элементы входят в состав исследуемых фаз нерегулярно (встречены в 50 % и менее случаев)

Тридцать химических элементов (из 58 изученных) обнаружены в исследуемом материале в виде собственных минеральных фаз или примесей к ним.

В большинстве исследованных проб обнаруживается собственная минеральная форма Fe, представленная в основном оксидом или в виде интерметаллических соединений железа с цинком, алюминием, свинцом и т. д., а также Ba-содержащая минеральная фаза, вероятно, в виде минерала барита (рис. 3). Остальные элементы встречаются спорадически, подчеркивая геохимическую специфику ЗООЧ того или иного города. Например, Минеральная фаза Pt обнаружена в Норильске, Au, Fe, Ce – в Новосибирске, а Nb – в Санкт-Петербурге.

В ЗООЧ жителей наиболее техногенного нагруженного г. Норильск выявлено максимальное количество минеральных фаз – 16, большинство из которых являются уникальными. Среди них Pt-содержащие, Zr-содержащие, Cu-содержащие, а также содержащие As, La-Ce-Nd, Sb, Au, Al, Si, S и многие другие.

ЗООЧ жителей Новокузнецка характеризуется наличием характерной микроминеральной фазы Fe с примесью As, Ni, а также Al-содержащих с Si (алюмосиликаты).

Весьма специфичной является микроминеральный состав ЗООЧ жителей г. Новосибирск, характеризующийся наличием Fe-Ce-содержащей, Cr-содержащих фаз. Уникальной спецификой зольного остатка этого города является выявление минеральной фазы самородного золота (рис. 4).

В пробах ЗООЧ жителей Санкт-Петербурга обнаружены сложные минеральные фазы разнообразного состава, среди которых Zn-содержащие, Nb-содержащие с Fe, Ti, Sb, Sr (рис. 5), а также Pb-содержащие.

В зольном остатке организма человека г. Екатеринбург уникальный микроминеральный состав представлен сложными минеральными фазами следующих элементов: K-Cl, Pb, Ba-Sr, W, Bi и др.

Минеральные фазы в ЗООЧ г. Ростова-Дону представлены интерметаллическими соединениями Zn-Ti, а также Ag-Th (рис. 6).

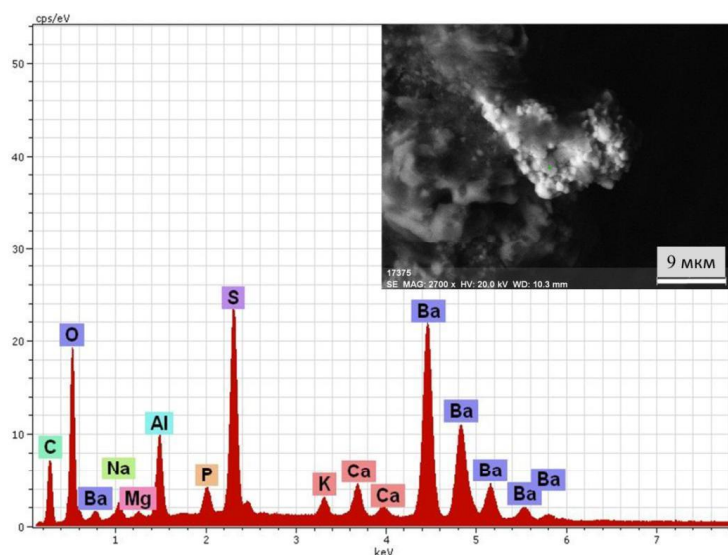


Рис. 3. Минеральная фаза бария (в виде минерала из группы барита) и ее энерго-дисперсионный спектр в точке исследования состава / Fig. 3 Mineral phase of barium (mineral from the barite group) and its energy-dispersion spectrum at the point of study of the composition

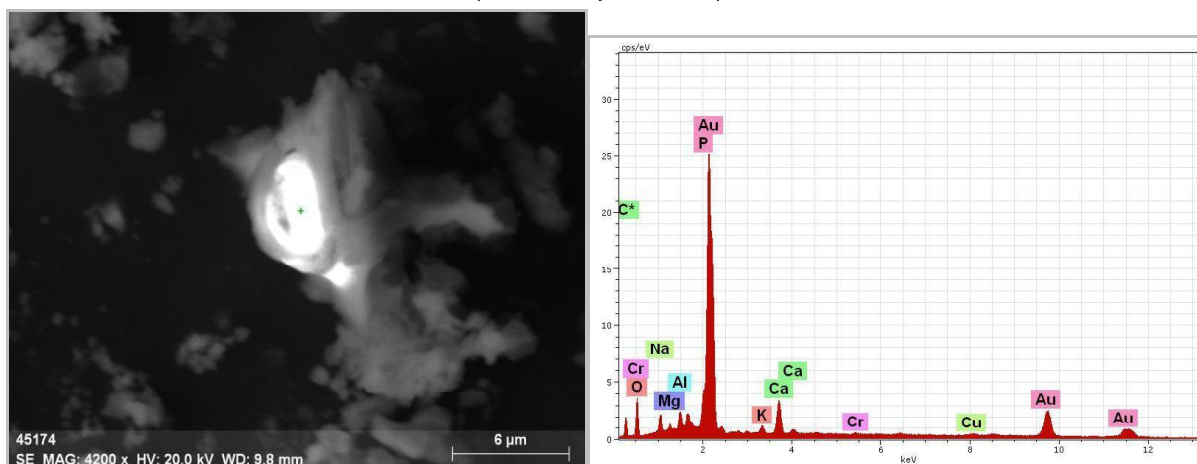


Рис. 4. Общий вид золотосодержащей минеральной фазы в ЗООЧ г. Новосибирск и энерго-дисперсионный спектр в точке исследования / Fig. 4 General view of the gold-containing mineral phase in the human body ash residue of Novosibirsk residents and the energy-dispersion spectrum at the point of study

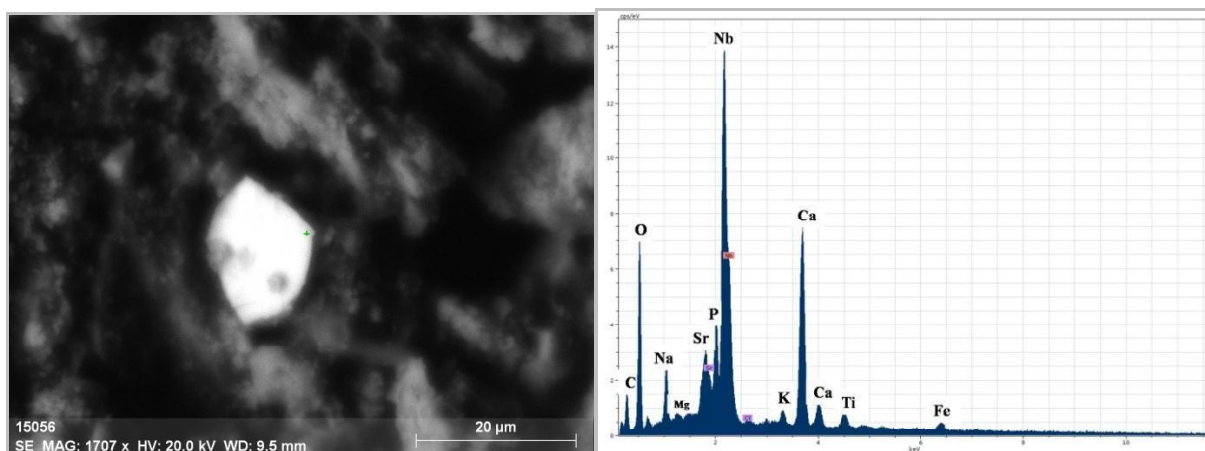


Рис. 5. Общий вид минеральной фазы, содержащей Nb и Ti в ЗООЧ г. Екатеринбург и энерго-дисперсионный спектр в точке исследования / Fig. 5 General view of the mineral phase containing Nb and Ti in the human body ash residue of Yekaterinburg resident and energy-dispersion spectrum at the point of study

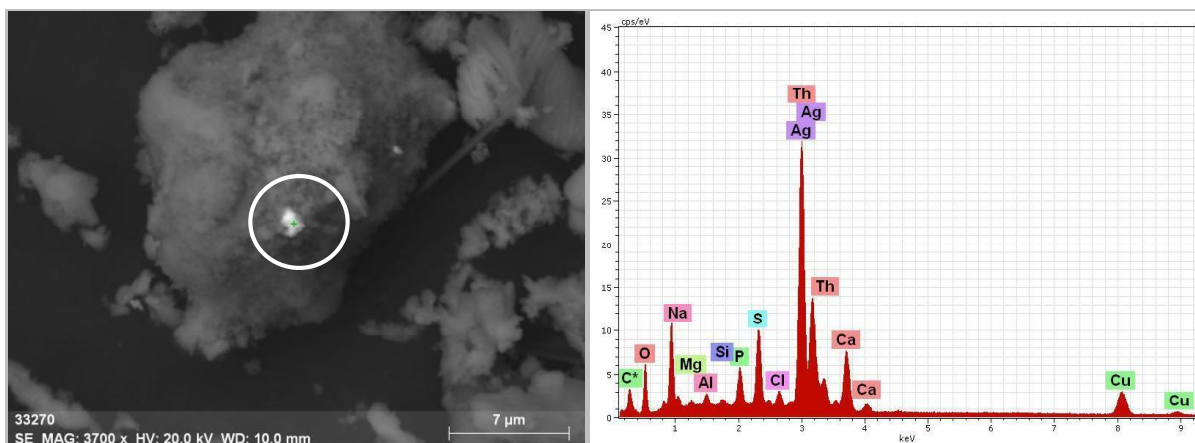


Рис. 6. Общий вид сложной минеральной фазы, содержащей Th, Ag, Cu, S в ЗООЧ г. Ростов-на-Дону и энерго-дисперсионный спектр в точке исследования / Fig. 6 General view of the complex mineral phase containing Th, Ag, Cu, S in the human body ash residue of Rostov-on-Don resident and energy-dispersion spectrum at the point of study

При интерпретации полученных данных, в первую очередь, следует учитывать, что ЗООЧ представляет собой преобразованный под действием высоких температур материал, который лишь частично отражает реальный минералогический состав организма человека, за исключением, пожалуй, гидроксилapatита. Общеизвестно, что данный минерал является основным в организме человека, так как в большей степени из него состоят кости и многие другие органо-минеральные агрегаты [2; 9]. Однако и этот, первично присущий исходному веществу минерал, претерпевает преобразование, заключающееся в появлении витлокита и  $\alpha$ - и  $\beta$ - трикальцийфосфата, в которые частично трансформируется гидроксилapatит при обжиге.

Тем не менее, найденные минеральные фазы подтверждают выявленные ранее геохимические особенности исследуемого материала (высокие концентрации редкоземельных элементов и Zr – в Норильске, Au – в Новосибирске, Th – в Ростове-на-Дону и т. д.) и свидетельствуют о том, что содержащиеся в исходном живом веществе химические элементы при процессах высокотемпературного сжигания перераспределяются и образуют новые минеральные фазы. Последние отражают техногенную специфику исследуемых территорий. Так, в ЗООЧ г. Норильск прослеживается деятельность по добыче и переработке медных и платиновых руд, в Но-

восибирске – аффинажного производства, а также комплекса предприятий по изготовлению и использованию порошков на основе диоксида церия. As-содержащие минеральные фазы в ЗООЧ г. Новокузнецк, с одной стороны, подтверждают значительную нагрузку, приходящуюся на жителей данного города. С другой стороны, показывают высокое содержание элемента в окружающей среде города.

Территории, на которые приходится значительная транспортная нагрузка, отличаются повсеместным распространением свинец- и цинксодержащих, а также сложных (интерметаллических соединений) минеральных фаз. При этом в литературе отмечено, что значительное количество цинка поступает в атмосферный воздух Санкт-Петербурга с выбросами автомобильного транспорта [5].

Установлена чрезвычайная схожесть минералогической специфики ЗООЧ крупнейших металлургических центров – Норильска и Новокузнецка. Кроме часто встречающихся микроминеральных фаз Al и Si (алюмосиликатов), отражающих повышенную пылевую нагрузку на данных территориях, ЗООЧ жителей отличаются значительным количеством серосодержащих фаз, вероятно, отражающих содержание данных компонентов не только в окружающей среде, но и в организмах местных жителей.

**Заключение.** В имеющем преимущественно гидроксилapatитовый состав золь-

ном остатке организма человека, изученном на содержание 62 химических элементов, установлены собственные микроминеральные фазы для 30 элементов. Появление в ЗООЧ достаточно большого количества микроминеральных фаз, зачастую экзотического характера, свидетельствует о том, что содержащиеся в исходном живом веществе химические элементы при процессах высокотемпературного сжигания в газовой фазе перераспределяются и формируют новые минеральные образования. Их нахождение и состав свидетельствует о избыточном количестве того или иного компонента. Так, в

ЗООЧ жителей г. Новосибирск концентрация Au достигает в среднем 7,3 мг/кг, также установлено присутствие минеральной фазы самородного золота. В данном случае сам процесс концентрирования Au напоминает в первом приближении пробирный анализ на данный элемент.

Полученные данные по вещественному составу зольного остатка организма человека позволяют сделать вывод о необходимости детального изучения минералов как непосредственно в живых организмах, так и в продуктах их трансформации, что является одной из задач экологической минералогии.

### Список литературы

1. Барановская Н. В., Рихванов Л. П., Игнатова Т. Н., Наркович Д. В., Денисова О. А. Очерки геохимии человека. Томск: Томский политехнический университет, 2015. 377 с.
2. Герк С. А., Голованова О. А. Элементный состав костной ткани человека в норме и при патологии // Вестник Омского университета. 2015. № 4. С. 39–44.
3. Денисова О. А., Черногорюк Г. Э., Егорова К. К., Барановская Н. В., Рихванов Л. П., Чернявская Г. М. Роль геоэкологических факторов в формировании заболеваемости саркоидозом в Томске и Томской области // Здравоохранение Российской Федерации. 2016. Т. 60, № 3. С. 147–151.
4. Дериглазова М. А., Рихванов Л. П. Особенности микроминерального состава зольного остатка организма человека, г. Норильск // Вестник Кольского научного центра РАН. 2017. № 4. С. 44–49.
5. Рахманин Ю. А., Леванчук А. В. Количественная пространственно-временная оценка загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух в результате сгорания топлива автомобильного транспорта // Гигиена и санитария. 2016. Т. 95, № 11. С. 1021–1024.
6. Резниченко А. В., Щербакова А. Ю., Мороз Б. Т., Кузьмина Д. А. Влияние загрязнения окружающей среды на стоматологическую заболеваемость детей Санкт-Петербурга // Вестник Новгородского государственного университета им. Ярослава Мудрого. 2015. № 2. С. 89–92.
7. Рихванов Л. П., Дериглазова М. А., Барановская Н. В. Минералого-геохимический состав зольного остатка организма человека г. Норильска как возможный индикатор элементного состава среды обитания // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2017. Т. 328, № 9. С. 67–81.
8. Севостьянова О. А., Полиенко А. К., Осадчий В. А. Факторы и уровень заболеваемости мочекаменной болезнью населения Омской области // Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и гидрогеоэкологии Евразии: сб. ст. Томск, 2015. С. 546–550.
9. Harkness J. S., Darrah T. H. From the crust to the cortical: the geochemistry of trace elements in human bone // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2019. Vol. 249. P. 76–94.
10. Rikhvanov L. P., Deriglazova M. A., Baranovskaya N. V., Matveenko I. A. Mineralogical and geochemical features of human body ash residue of spatially-localized technogenic system (Norilsk city) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2016. Vol. 43. P. 1–7.
11. Skinner C. W. Mineralogy of bone // *Essentials of medical geology*. Dordrecht: Springer, 2013. P. 665–687.

### References

1. Baranovskaya N. V., Rikhvanov L. P., Ignatova T. N., Narkovich D. V., Denisova O. A. *Ocherki geohimii cheloveka* (Essays on human geochemistry). Tomsk: Tomsk Polytechnic University, 2015. 337 p.
2. Gerk S. A., Golovanova O. A. *Vestnik Omskogo universiteta* (Bulletin of the Omsk University), 2015, no. 4, p. 39–44.
3. Denisova O. A., Chernogoryuk G. E., Egorova K. K., Baranovskaya N. V., Rikhvanov L. P., Chernyavskaya G. M. *Zdravoohranenie Rossiyskoy Federatsii* (Healthcare of the Russian Federation), 2016, vol. 60, no. 3, pp. 147–151.
4. Deriglazova M. A., Rikhvanov L. P. *Vestnik Kolskogo nauchnogo tsentra RAN* (Bulletin of the Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences), 2017, no. 4, pp. 44–49.



5. Rakhmanin Yu. A., Levanchuk A. V. *Gigiena i sanitariya* (Hygiene and Sanitation), 2016, vol. 95, no. 11, pp. 1021–1024.

6. Reznichenko A. V., Scherbakova A. Yu., Moroz B. T., Kuzmina D. A. *Vestnik Novgorodskogo gosudarstvennogo universiteta im. Yaroslava Mudrogo* (Bulletin of the Novgorod State University named after Yaroslav Mudry), 2015, no. 2, pp. 89–92.

7. Rikhvanov L. P., Deriglazova M. A., Baranovskaya N. V. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov* (Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo-Resource Engineering), 2017, vol. 328, no. 9, pp. 67–81.

8. Sevostyanova O. A., Polienko A. K., Osadchiy V. A. *Sovremennye problemy gidrogeologii, inzhenernoy geologii i gidrogeoeologii Evrazii: sb. st.* (Modern problems of hydrogeology, engineering geology and hydrogeoeology of Eurasia: Sat. Art). Tomsk, 2015, pp. 546–550.

9. Harkness J. S., Darrah T. H. *Geochimica et Cosmochimica Acta* (Geochimica et Cosmochimica Acta), 2019, vol. 249, pp. 76–94.

10. Rikhvanov L. P., Deriglazova M. A., Baranovskaya N. V., Matveenko I. A. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (IOP Conference Series: Earth and Environmental Science), 2016, vol. 43, pp. 1–7.

11. Skinner C. W. *Essentials of medical geology* (Essentials of medical geology), Dordrecht: Springer, 2013, pp. 665–687.

### Коротко об авторах

---

*Дериглазова Мария Александровна*, инженер, Томский политехнический университет, г. Томск, Россия. Область научных интересов: биоминералогия, геохимия, экология человека  
belyakinama@gmail.com

*Рихванов Леонид Петрович*, д-р геол.-минер. наук, профессор отделения геологии, Томский политехнический университет, г. Томск, Россия. Область научных интересов: геология, минералогия, биогеохимия  
rikhvanov@tpu.ru

*Барановская Наталья Владимировна*, д-р биол. наук, профессор отделения геологии, Томский политехнический университет, г. Томск, Россия. Область научных интересов: биология, биогеохимия растений и животных  
nata@tpu.ru

*Ильенок Сергей Сергеевич*, канд. геол.-минер. наук, ассистент отделения геологии, Томский политехнический университет, г. Томск, Россия. Область научных интересов: электронно-микроскопические исследования вещества, минералогия  
ilenokss@tpu.ru

### Briefly about the authors

---

*Maria Deriglazova*, engineer, Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia. Sphere of scientific interests: biomineralogy, geochemistry, ecology of human body

*Leonid Rikhvanov*, doctor of geological and mineralogical sciences, professor, Geology department, Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia. Sphere of scientific interests: geology, mineralogy, biogeochemistry

*Natalia Baranovskaya*, doctor of biological science, professor, Geology department, Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia. Sphere of scientific interests: biology, biogeochemistry of plants and animals

*Sergey Ilyenok*, candidate of geological and mineralogical sciences, assistant, Geology department, Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia. Sphere of scientific interests: electron microscopic studies of matter, mineralogy

### Образец цитирования

---

*Дериглазова М. А., Рихванов Л. П., Барановская Н. В., Ильенок С. С. Отражение среды обитания в минералогических особенностях зольного остатка организма человека // Вестник Забайкальского государственного университета. 2019. Т. 25, № 10. С. 6–14. DOI: 10.21209/2227-9245-2019-25-10-6-14.*

*Deriglazova M., Rikhvanov L., Baranovskaya N., Ilyenok S. Reflection of the habitat in the mineralogical features of the ash residues of a human organism // Transbaikal State University Journal, 2019, vol. 25, no. 10, pp. 6–14. DOI: 10.21209/2227-9245-2019-25-10-6-14.*

Статья поступила в редакцию: 01.10.2019 г.  
Статья принята к публикации: 09.12.2019 г.