

Б.У. Шарипова^{1*}, А.А. Какабаев¹, Н.В. Барановская²,
Р.Х. Курманбаев³, И.С. Шакиржанова¹

¹Кокшетауский университет им. Ш. Уалиханова, Казахстан, г. Кокшетау

²Томский политехнический университет, Россия, г. Томск

³Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Казахстан, г. Кызылорда

*e-mail: oralovna82@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ВОЛОС НАСЕЛЕНИЯ, ПРОЖИВАЮЩЕГО НА ТЕРРИТОРИИ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА

Исследование обусловлено необходимостью получения данных о природных и природно-антропогенных геохимических процессах, протекающих в условиях урбанизации и развития промышленности, в том числе урановых разработок. Антропогенные преобразования территорий вызывают неравномерное поступление элементов в биогеохимические циклы, что приводит к различным физиологическим нарушениям в живых системах в том числе в организме человека. Для оценки этого поступления хорошо зарекомендовало себя изучение элементного состава волос человека. Цель: оценка уровней накопления химических элементов в волосах жителей, проживающих на территории Южного Казахстана, под влиянием техногенеза. Методы исследования: инструментальный нейтронно-активационный анализ, который осуществлялся на базе исследовательского ядерного реактора Национального исследовательского Томского политехнического университета. Было определено 28 химических элементов (Na, Ca, Sc, Cr, Fe, Co, Zn, As, Br, Rb, Sr, Ag, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Hf, Ta, Au, Th, U). Результаты. Оценено содержание 28 химических элементов в волосах населения на территории Южного Казахстана. Установлена региональная специфика элементного состава волос которая отражается в накоплении таких элементов как стронций, барий, церий.

Ключевые слова: элементный анализ, техногенное воздействие, инструментальный нейтронно-активационный анализ, биосубстрат, биоиндикация.

B.U. Sharipova^{1*}, A.A. Kakabayev¹, N.V. Baranovskaya²,
R.Kh. Kurmanbayev³, I.S. Shakirzhanova¹

¹Sh. Ualikhanov Kokshetau University, Kazakhstan, Kokshetau

²Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk

³Korkyt Ata Kyzylorda University, Kazakhstan, Kyzylorda

*e-mail: oralovna82@mail.ru

Features of the elemental composition of the hair of the population living in the territory of Southern Kazakhstan

The study is conditioned to the need to obtain data on natural and natural-anthropogenic geochemical processes occurring in the conditions of urbanization and industrial development, including uranium mining. Anthropogenic transformations of territories cause an uneven supply of elements in biogeochemical cycles, which leads to various physiological disorders in living systems, including the human body. To assess this income, the study of the elemental composition of human hair has proven itself well. Purpose: to assess the levels of accumulation of chemical elements in the hair of residents living in the territory of South Kazakhstan, under the influence of technogenesis. Research methods: instrumental neutron activation analysis, which was carried out based on a research nuclear reactor of the National Research Tomsk Polytechnic University. 28 chemical elements were identified (Na, Ca, Sc, Cr, Fe, Co, Zn, As, Br, Rb, Sr, Ag, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Hf, Ta, Au, Th, U). Results. The content of 28 chemical elements in the hair of the population in the territory of South Kazakhstan was estimated. The regional specificity of the elemental composition of hair has been established, which is reflected in the accumulation of such elements as strontium, barium, cerium.

Key words: elemental analysis, technogenic impact, instrumental neutron activation analysis, bio-substrate, bioindication.

Б.У. Шарипова^{1*}, А.А. Қақабаев¹, Н.В. Барановская²,
Р.Х. Курманбаев³, И.С. Шакиржанова¹

¹Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетау университеті, Қазақстан, Көкшетау қ.

²Томск политехникалық университеті, Ресей, Томск қ.

³Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қазақстан, Қызылорда қ.

*e-mail: oralovna82@mail.ru

Оңтүстік Қазақстан аумағында тұратын адамдардың шашының элементтік құрам ерекшеліктері

Зерттеу урбанизация және өнеркәсіптік даму, оның ішінде уран өндіру жағдайында болып жатқан табиғи және табиғи-антропогендік геохимиялық процестер туралы мәліметтер алу қажеттілігіне байланысты. Территориялардың антропогендік өзгерістері биогеохимиялық циклдардағы элементтердің біркелкі емес жеткізілуін тудырады, бұл тірі жүйелерде, соның ішінде адам ағзасында әртүрлі физиологиялық ауытқуларға әкеледі. Бұл кірісті бағалау үшін адам шашының элементтік құрамын зерттеу өзін жақсы дәлелдеді. Мақсаты: техногенез әсерінен туындаған Оңтүстік Қазақстан аумағында тұратын тұрғындардың шаштарында химиялық элементтердің жиналу деңгейін бағалау. Зерттеу әдістері: Ұлттық зерттеу Томск политехникалық университетінің ғылыми-зерттеу ядролық реакторы негізінде жүргізілген аспаптық нейтронды-активациялық талдауы. Келесі 28 химиялық элементтер анықталды (Na, Ca, Sc, Cr, Fe, Co, Zn, As, Br, Rb, Sr, Ag, Sb, Cs, Ba, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Hf, Ta, Au, Th, U). Нәтижелер. Оңтүстік Қазақстан аумағындағы халықтың шашындағы 28 химиялық элементтің мөлшері бағаланды. Шаштың элементтік құрамының аймақтық ерекшелігі анықталды, ал ол стронций, барий, церий сияқты элементтердің жинақталуынан көрінеді.

Түйін сөздер: элементтік талдау, техногендік әсер, аспаптық нейтронды-активациялық талдау, биосубстрат, биоиндикация.

Введение

В послании Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана от 01.09.2020 года говорится, что экономическое развитие страны базируется на 7 основных принципах, одним из которых является «Озеленение» экономики и охрана окружающей среды». Охрана окружающей среды и экологическое развитие является одной из главных приоритетов развития любой страны.

Казахстан относится к числу стран со сложной экологической ситуацией. На протяжении многих лет здесь складывался в основном сырьевой механизм природопользования, с экстенсивным развитием промышленных систем и высокой техногенной нагрузкой на окружающую среду. Что стало причиной множества экологических проблем на сегодняшний день.

К экологическим проблемам можно отнести загрязнение, истощение и дефицит водных ресурсов, которые интенсивно загрязняются предприятиями металлургической, химической, горнодобывающей промышленности, а также сбросом грязных сточных вод коммунальными службами городов [1,2,3]; проблема Аральского моря, которая беспокоит не только отечественных ученых, но и зарубежных, чьи силы направлены на восстановление жизненно необходимого водного ресурса [4,5].

В результате интенсивного освоения степной целины было потеряно до 30% плодородного слоя, что привело к деградации почв, техногенному опустыниванию, потере генетического разнообразия животного и растительного мира, сокращение лесов и как следствие ухудшение условий жизни и здоровья населения [6-10].

Загрязнение воздушного бассейна связано с выбросами промышленных производств, таких как свинцово-цинковое, хромовое, фосфорное и т.д. Немалый вклад в загрязнение окружающей среды вносит автотранспорт, особенно в больших городах, его выбросы составляют 25-50% [11].

Особого изучения требует радиоэкологическая обстановка в Республике Казахстан, к которым относятся следующие основные факторы: - загрязнения земной поверхности искусственными радионуклидами вследствие многолетних ядерных испытаний на территории Семипалатинского испытательного ядерного полигона (СИЯП), полигона Азгир в Атырауской области и ряда участков с проведенными в них ядерными взрывами [12-14];

- так как, территория Казахстана содержит около 30% мировых запасов урана [15, 16], поэтому часто встречаются очаги радиационного загрязнения природного и искусственного характера. К природному загрязнению можно от-

нести грунтовые воды с высоким содержанием радионуклидов и высокий радиационный фон на урановорудных месторождениях [17]. Загрязнения искусственного характера – это радиоактивные отвалы горных пород, сброс вод при геологоразведочных и эксплуатационных работах, хвостохранилища рудообогатительных фабрик [18, 19].

Игнорирование и недооценивание радиационного фактора может привести к принятию неверных управленческих решений в области природопользования и охраны окружающей среды.

Деятельность предприятий не уранового профиля (добыча нефти, угля, полиметаллов, редкоземельных элементов) является серьезным источником радиоактивного и химического загрязнения и усиливает негативное влияние на окружающую среду [20-22].

Остро стоит вопрос о загрязнении тяжелыми металлами. Промышленное производство вносит большой вклад в загрязнение окружающей среды металлами и металлоидами [23, 24]. Учеными Казахстана также изучается данный вопрос [25, 26]. Тяжелые металлы пагубно влияют на когнитивные способности взрослого человека [27], а также детей [28].

Объем поступления химических элементов в живой организм и в частности в организм человека, в основном зависит от содержания их в окружающей среде. Избыток или недостаток химических элементов и их соединений ведет к различным патологическим состояниям.

Состояние среды обитания ее химического состава имеет тесную взаимосвязь со здоровьем человека и качеством его жизни [29]. Для оценки качества окружающей среды в регионах с антропогенной нагрузкой все чаще стали использовать биосубстраты человека (кровь, моча, ногти, волосы и т.д.), результаты исследований могут использоваться не только при изучении экологической обстановки, но и для выявления заболеваний человека – микроэлементозов [30].

В настоящее время изучение элементного состава организма человека является одной из приоритетных направлений медицинской геохимии, экологии, современной геохимии.

В результате многих исследований доказана эффективность изучения волос в анализе взаимозависимости загрязнения окружающей среды и здоровья человека, так как в своем составе волосы отражают уровень накопления химических элементов за длительный период времени, являясь депонирующей средой [31-33]. В структуре

волос элементы накапливаются в высоких концентрациях [34]. Простота отбора проб и подготовка их к анализу является дополнительным преимуществом этого субстрата.

По данным анализа волос, выявленные элементы-индикаторы позволят определить техногенную и геохимическую нагрузку на исследуемой территории.

Цель исследования: изучить особенности элементного состава в волосах населения, проживающих на территории Южного Казахстана, в условиях техногенного воздействия.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования были выбраны волосы населения проживающего на территории Южного Казахстана. Отбор проб проводился в период с 2018 по 2020 года, в соответствии со стандартной методикой, рекомендованной МАГАТЭ [36,37], апробированная и показавшая хорошие результаты.

Волосы отбирались в нескольких миллиметрах от корня не менее чем с пяти точек головы (затылочной, височной, теменной, лобной областей). Пряди срезались ножницами из нержавеющей стали по 200-500 мг, затем упаковывались в полиэтиленовые пакеты. Для подготовки к аналитическим исследованиям пробы волос измельчали до сегментов длиной около 0,5 см и упаковывали в фольгу по 100 мг.

Изучение элементного состава волос осуществляли методом инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА), на базе научно-исследовательского ядерного реактора, в ядерно-геохимической лаборатории Томского политехнического университета. Аналитик с.н.с Судыко А.Ф. и Богутская Л.В.

Методом ИНАА было определено содержание 28 химических элементов: натрия (Na), кальция (Ca), скандий (Sc), хром (Cr), железо (Fe), кобальт (Co), цинк (Zn), мышьяк (As), бром (Br), рубидий (Rb), стронций (Sr), серебро (Ag), сурьма (Sb), цезий (Cs), барий (Ba), лантан (La), церий (Ce), неодим (Nd), самарий (Sm), европий (Eu), тербий (Tb), иттербий (Yb), лютеций (Lu), гафний (Hf), тантал (Ta), золото (Au), торий (Th), уран (U) в волосах населения территории Южного Казахстана.

Обработка полученных данных проводилось с помощью программ «Statistika 7» и «Excel». При статистическом расчете определялись такие параметры как среднее содержание, стандарт-

ная ошибка, стандартное отклонение, медиана, мода, минимум, максимум, коэффициент вариации, асимметрия и эксцесс.

Результаты и обсуждение

Нами было изучено 28 химических элементов. По результатам статистического анализа было выявлено, что в пробах волос населения Южного Казахстана преобладает неоднородный характер распределения химических элементов. Неоднородность распределения указывает на наличие факторов, искажающих фоновое распределение. К таким факторам можно отнести влияние внешней и внутренней природы, а также проживание на различных территориях что выражается в виде высокой встречаемости аномальных значений некоторых химических элементов. Неоднородность распределения также подтверждается исследованием казахстанских ученых [38].

В таблице 1 представлены оценочные уровни накопления химических элементов в волосах населения Южного Казахстана в сравнении с литературными данными [39-42]. Как видно из таблицы максимальные средние значения наблюдаются для таких химических элементов как на-

трий, кальций и цинк. Концентрация кальция превышает показатель 1000 мг/кг, так как является структурообразующим элементом в данном биологическом субстрате. Элементы железо, бром, стронций и барий имеют концентрацию в волосах в интервале от 10 до 100 мг/кг, причем барий отражает региональную специфику территории.

Из таблицы 1 видно, что волосы населения Южного Казахстана более обогащены относительно данных по условному человеку такими химическими элементами как кобальт, стронций, барий.

Обращает на себя внимание высокое содержание бария (73 мг/кг, сухой вес), который в 14,6 раз больше справочного значения по условному человеку, а также стронция (15,0 мг/кг, сухой вес), который в 300 раз превышает справочные значения. Обеднены такими элементами как натрий, кальций, хром, железо, мышьяк, рубидий, серебро, сурьма.

При сравнении с другими авторами, проводившими исследование на различных территориях, в волосах населения Южного Казахстана отмечается более высокий уровень содержания таких элементов как: натрий, кальций, цинк, мышьяк, стронций, барий, церий, самарий, европий, гафний, тантал, торий, уран.

Таблица 1 – Оценочные уровни накопления химических элементов в волосах человека, (мг/кг сухого вещества)

Элементы	Территория Южного Казахстана Mean±Std Err (N=84)	По данным справочника «Человек, медико – биолог. данные» 1977 [39]	Сагт Ю.Е. Ревич Б.А. и др., 1990 [40]	Rodushkin I., Axelsson M.D., 2000 [41]	Ward N.I. et. al., 1987 [42]
1	2	3	4	5	6
Na	519±62	650	12,9 ± 0,75	147	165
Ca	2786±200	3200	678 ± 161	750	770
Sc	0,005±0,0005	н.д.	0,0098 ± 0,0015	0,0014	0,0079
Cr	0,71±0,1	3,8	1,09 ± 0,1	0,167	0,558
Fe	25,7±4,0	4300	87 ± 20,5	9,6	33,77
Co	0,2±0,02	0,003	0,13 ± 0,014	0,013	0,0762
Zn	236±24	260	н.д.	142	н.д.
As	0,64±0,10	2,0	н.д.	0,085	0,158
Br	2,0±0,2	н.д.	2,37 ± 0,7	37	6,82
Rb	0,25±0,06	23,5	1,97 ± 0,016	0,093	0,445
Sr	15±1,9	0,05	н.д.	1,20	н.д.
Ag	0,17±0,04	3,45	0,18 ± 0,02	0,231	0,164
Sb	0,03±0,004	6,5	0,1 ± 0,007	0,022	0,134
Cs	0,009±0,002	н.д.	н.д.	0,00067	0,708
Ba	73±2,6	5	н.д.	0,640	4,901
La	0,02±0,006	н.д.	0,085 ± 0,014	0,035	0,043

1	2	3	4	5	6
Ce	1,6±0,23	н.д.	0,18 ± 0,02	0,039	0,057
Nd	1,01±0,3	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
Sm	0,003±0,0006	н.д.	0,009 ± 0,002	н.д.	н.д.
Eu	0,003±0,0002	н.д.	0,001 ± 0,0005	н.д.	н.д.
Tb	0,006±0,001	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
Yb	0,003±0,0003	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
Lu	0,003±0,0003	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
Hf	0,009±0,001	н.д.	н.д.	0,0054	н.д.
Ta	0,005±0,0005	н.д.	н.д.	0,0044	н.д.
Au	0,02±0,004	0,08	0,02 ± 0,008	0,030	0,0662
Th	0,01±0,002	н.д.	н.д.	0,0013	н.д.
U	0,22±0,02	н.д.	н.д.	0,057	н.д.

Для выявления региональной специфики Южного Казахстана был проведен сравнительный анализ накопления химических элементов с другими регионами Казахстана (рис.1).

Уровни содержания таких химических элементов как кальций, мышьяк, стронций, барий, церий, неодим значимо выше, по сравнению с другими территориями. Что возможно связано с

добычей полиметаллических и редкоземельных элементов в изучаемом регионе. Повышенное содержание бария вероятнее всего связано с баритовыми месторождениями в Туркестанской области. В то же время наблюдается пониженное содержание таких элементов как скандий, цезий, самарий, европий, иттербий, гафний, тантал, золото, уран.

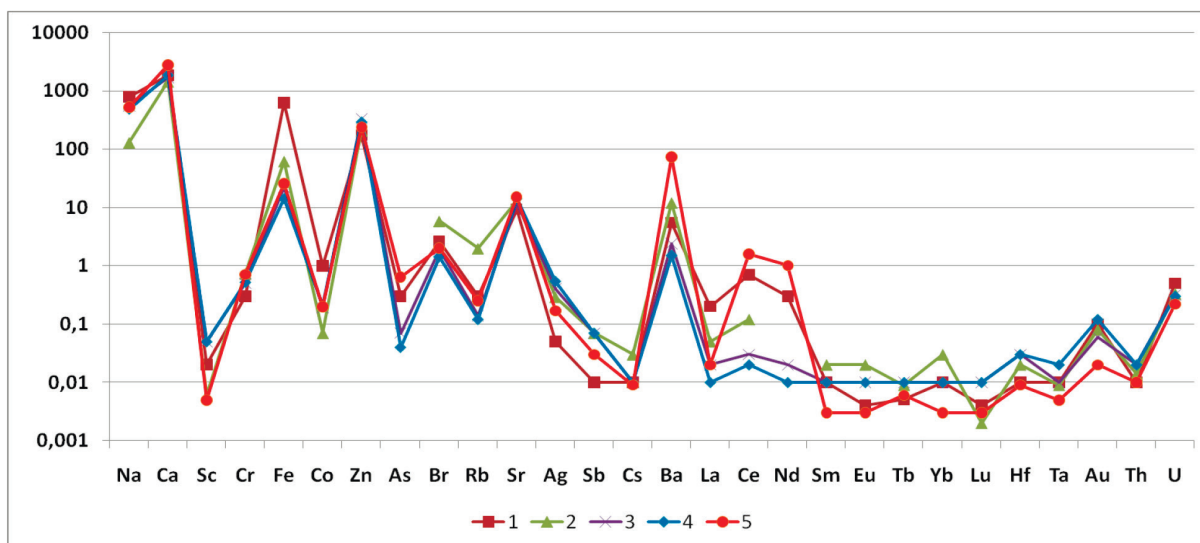


Рисунок 1 – Сравнительный анализ по химическому составу волос населения Южного Казахстана с различными регионами Казахстана.

Цифрами обозначены: 1 – Территория СИП, 2 – Павлодарская область, 3 – Акмолинская область, 4 – Северо-Казахстанская область, 5 – Территория Южного Казахстана.

Элементная специфика волос населения проживающего на территории Южного Казахстана хорошо отражена при нормировании к литературным данным. При рассмотрении био-

геохимического ряда относительно данных по Ю.Е. Саету и др. можно обратить внимание на различие волос населения Южного Казахстана от других территорий Казахстана (рис.2).

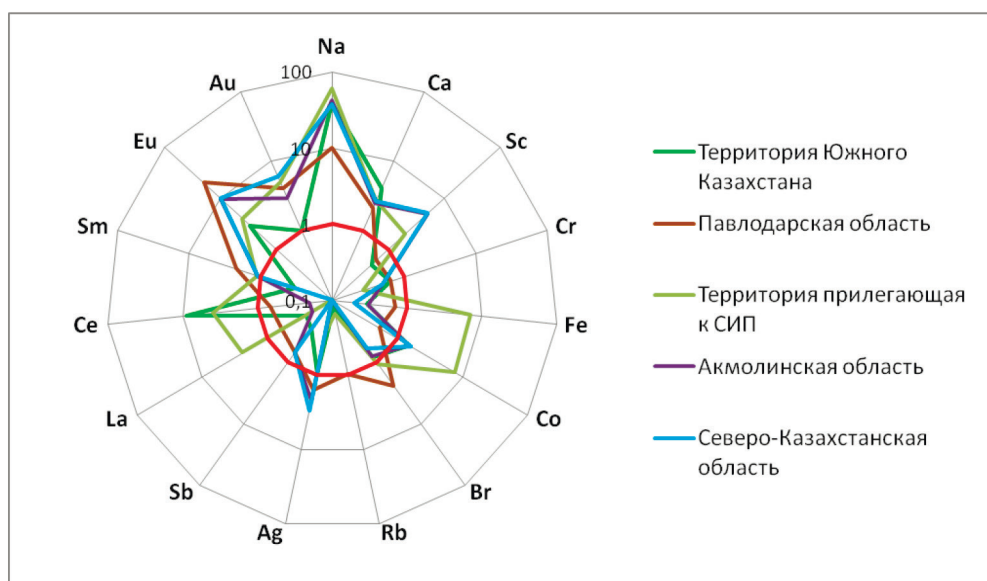


Рисунок 2 – Коэффициенты концентрации химических элементов в волосах населения проживающих в различных регионах, относительно данных по Ю.Е. Саету и др.

Для волос населения рассмотренных регионов биогеохимические ряды накопления с повышенными коэффициентами концентраций имеют следующий вид: для территории Южного Казахстана $Na_{40,2} - Ca_{4,1} - Co_{1,5} - Ce_{3,05} - Eu_{3,0} - Au_{1,1}$; для Павлодарской области $Eu_{20,0} - Na_{10,0} - Au_{4,0} - Br_{2,4} - Sm_{2,2} - Ca_{2,1} - Ag_{1,6} - Rb_{1,0}$; для территории, прилегающей к СИП $Na_{61,3} - Co_{7,6} - Fe_{7,1} - Au_{5,0} - Eu_{4,0} - Ce_{3,8} - Ca_{2,7} - La_{2,3} - Sc_{2,0} - Sm_{1,1} - Br_{1,0}$; для территории Акмолинской области $Na_{42,9} - Eu_{10,0} - Sc_{5,1} - Au_{3,0} - Ca_{2,5} - Ag_{2,2} - Co_{1,5} - Sm_{1,1}$; для территории Северо-Казахстанской области $Na_{37,2} - Eu_{10,0} - Au_{6,0} - Sc_{5,1} - Ag_{3,0} - Ca_{2,7} - Co_{1,6} - Sm_{1,1}$;

Биогеохимические ряды накопления химических элементов показали, что каждая территория характеризуется особой спецификой накопления элементов. Но также можно выделить одинаковые химические элементы, это натрий, кальций, европий, золото которые имеют коэффициент концентрации выше единицы, что говорит о накоплении данных элементов в изучаемом биосубстрате на территории Казахстана. Такие химические элементы как кальций, европий находят свое отражение и в накипи питьевых вод Южного Казахстана [43].

Региональные отличия волос Южного Казахстана также отражены в геохимических рядах накопления.

При нормировании относительно показателей среднего содержания химических элементов в волосах населения различных регионов Казахстана и России можно наблюдать следующую картину: к данным по Томской области $Ba_{6,5} - Ce_{4,0} - U_{1,6} - Zn_{1,2} - Sr_{1,2} - Ca_{1,1} - Na_{0,8} - Co_{0,8} - Tb_{0,8} - Eu_{0,7} - Lu_{0,6} - Ta_{0,5} - Ag_{0,4} - As_{0,3} - Sb_{0,3} - Au_{0,3} - Cs_{0,2} - Sc_{0,1} - Cr_{0,1} - Br_{0,1} - Rb_{0,1} - Yb_{0,1} - Hf_{0,1} - Th_{0,1} - La_{0,07} - Fe_{0,05} - Sm_{0,03}$; к данным по Павлодарской области $Ce_{13,3} - Ba_{6,0} - Na_{4,0} - Co_{2,8} - Ca_{1,9} - Lu_{1,5} - Zn_{1,1} - Sr_{1,1} - Cr_{0,9} - Sc_{0,8} - Th_{0,7} - Tb_{0,6} - U_{0,6} - Ag_{0,5} - Ta_{0,5} - Fe_{0,4} - Sb_{0,4} - La_{0,4} - Hf_{0,4} - Br_{0,3} - Cs_{0,3} - Au_{0,2} - Rb_{0,1} - Sm_{0,1} - Eu_{0,1} - Yb_{0,1}$; к данным по территории СИЯП $Ba_{13,2} - Ag_{3,4} - Nd_{3,3} - Sb_{3,0} - Cr_{2,3} - Ce_{2,2} - As_{2,1} - Sr_{1,6} - Ca_{1,4} - Zn_{1,3} - Tb_{1,2} - Th_{1,0} - Cs_{0,9} - Hf_{0,9} - Rb_{0,8} - Br_{0,7} - Eu_{0,7} - Lu_{0,7} - Na_{0,6} - Ta_{0,5} - U_{0,4} - Sm_{0,3} - Yb_{0,3} - Sc_{0,2} - Co_{0,2} - Au_{0,2} - La_{0,1} - Fe_{0,04}$.

Следует обратить внимание, что независимо от того к какому среднему мы нормируем, в волосах жителей, проживающих на территории Южного Казахстана, наблюдается концентрирование таких элементов как кальций, цинк, стронций, барий, церий накопление данных элементов скорее всего связано с добычей полиметаллических руд и баритов на изучаемой территории.

Таким образом, при сравнении с некоторыми территориями Казахстана и России, а также с литературными данными, в волосах населе-

ния Южного Казахстана наблюдаются высокие содержания стронция, бария, церия. Элементы стронций барий относят к токсичным, которые присутствуют в организме человека в минимальных количествах. Церий относится к малоизученным элементам, избыток которого возможен при радиоактивном поражении.

Барий – элемент второй группы шестого периода периодической системы химических элементов. В организме человека барий оказывает влияние на гладкие мышцы, воздействие высоких концентраций вызывает артериальную гипертензию, фибрилляцию мышц и нарушение кардиальной проводимости. Пределы содержания бария варьируют от 0,1 мг/кг до 543 мг/кг. Максимум был зафиксирован в городе Кентау, расположенном в непосредственной близости к Миргалымсайскому месторождению. Среднее содержание бария в волосах населения Южного Казахстана 18 мг/кг, что не превышает показателя кларка биосферы [44] для бария (36 мг/кг).

Стронций – элемент второй группы пятого периода периодической системы химических

элементов. Содержание церия в волосах населения Южного Казахстана колеблется в пределах от 0,65 мкг/кг до 86 мкг/кг, при среднем значении 15,7 мкг/кг. Значение 86 мкг/кг зафиксировано в поселке Байкенже Кызылординской области, населенный пункт расположен на территории Сырдарьинской урановорудной провинции. Кларк биосферы рассчитанный М.А. и М.Ф. Глазовскими, равен 40 мг/кг. Выявленное максимальное значение для стронция превышает кларк биосферы в 2 раза.

Церий – химический элемент третьей группы шестого периода. Среднее содержание элемента в волосах равно 1,6 мг/кг, максимальные и минимальные значения варьируют от 0,007 мг/кг до 12,6 мг/кг. Максимум был зарегистрирован в поселке Шиели. Кларк биосферы 32 мг/кг, что в 20 раз выше полученного значения.

При помощи кластерного анализа были выявлены высокодостоверные положительные связи между элементами, выделены ассоциации химических элементов и характер их накопления (рис 3).

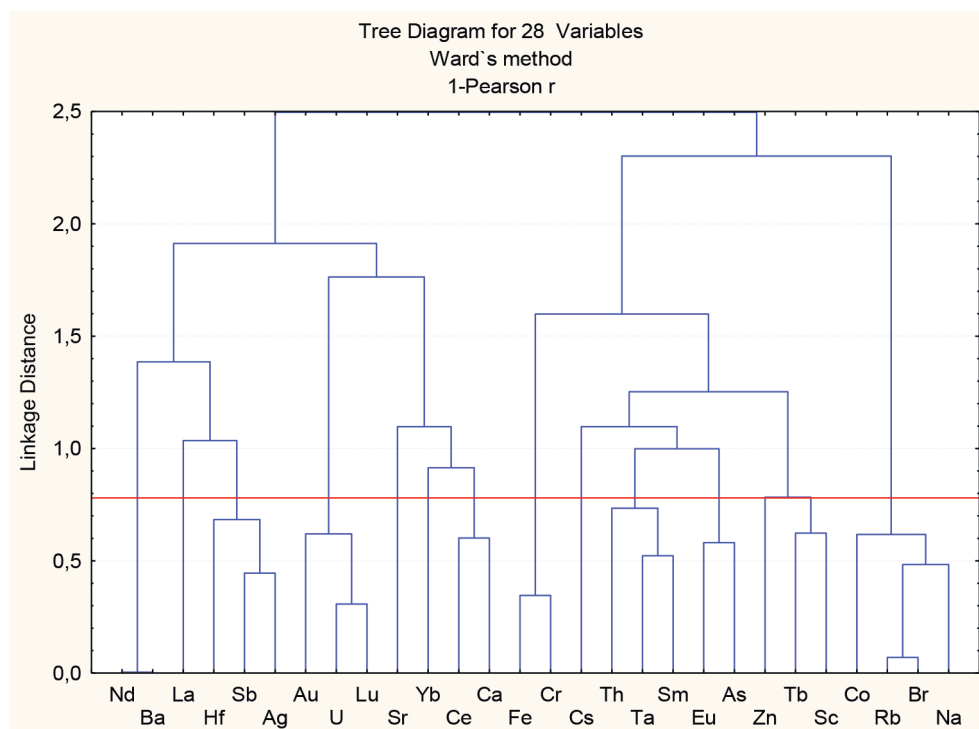


Рисунок 3 – Дендрограмма корреляционной матрицы геохимического спектра волос населения проживающего на территории Южного Казахстана ($1-Pearson_{0,05} = 0,91$)

Дендрограмма кластерного анализа элементного состава волос населения Южного Казахстана показала несколько групп элементов, образующих ассоциации:

1 – неодим, барий; 2 – гафний, сурьма, серебро; 3 – золото, уран, лютеций; 4 – церий, кальций; 5 – железо, хром; 6 – торий, тантал, самарий; 7 – европий, мышьяк; 8 – тербий, скандий; 9 – кобальт, рубидий, бром, натрий.

Таким образом проведенный анализ показал, что волосы населения Южного Казахстана имеют высокую концентрацию бария, стронция и церия что обусловлено в основном природной составляющей региона.

Заключение

По результатам исследования можно сделать некоторые выводы о специфике накопления и распределения химических элементов. В волосах населения проживающего на территории Южного Казахстана среднее содержание редкоземельных элементов выше в сравнении с литературными данными, что предположительно связано с урановыми месторождениями на территории. По коэффициенту концентрации установлено что специфичными элементами для территории Южного Казахстана являются стронций, барий и церий.

Конфликт интересов. Все авторы прочитали и ознакомлены с содержанием статьи и не имеют конфликта интересов.

Литература

1. Абубакирова К.Д., Базарбаева Т.А. Состояние водных ресурсов Республики Казахстан // Наука и новые технологии. – 2014. – №2. – С. 62-64.
2. Issanova G. Water availability and state of water resources within water-economic basins in Kazakhstan / G. Issanova, R. Jilili, J. Abuduwaili, A. Kaldybayev, G. Saparov, G. Yongxiao // Paddy and Water Environment. – 2018. – Vol. 16. – P. 183-191.
3. Karatayev M. Priorities challenges for a sustainable management of water resources in Kazakhstan / M. Karatayev, Zh.Kapsalyamova, L. Spankulova, A. Skakova, G. Movkebayeva, A. Kongyrbay. // Sustainability of Water Quality and Ecology. – 2017. – V. 9-10. – P. 115-135
4. Rzymiski P. Pollution with trace elements and rare-earth metals in the lower course of Syr Darya River and Small Aral Sea, Kazakhstan / P. Rzymiski, P. Niedzielski, W. Marszelewski, D. Borowiak, K. Nowinski, A. Baikenzheyeva, R. Kurmanbayev, N. Aladin // Chemosphere. – 2019. – V. 234. – P. 81-88.
5. Micklin P. (2014f) Efforts to revive the Aral Sea. In: Micklin P., Aladin N., Plotnikov I. (eds). The Aral Sea: the devastation and partial rehabilitation of a Great lake. Springer, Heidelberg, pp 361-380.
6. Шакинова Ж.К. (Zh.K. Shakenova) Опустынивание – проблема Казахстана (Desertification – the problem of Kazakhstan) // Colloquium-journal №9 (33), 2019 P. 34-36
7. Проблемы опустынивания в Республике Казахстан: современные представления о процессах и явлениях / Касенова Г.К., Оразалина А.С. // Экология. Здоровье. Спорт VI Международная научно-практическая конференция, г.Чита 2015 г., Забайкальский государственный университет стр 27-31
8. Почвенные ресурсы и плодородие почвы Республики Казахстан / Сапаров А., Шарыпова Т., Сапаров Г., Елешев Р. // Новые методы и результаты исследования ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири. Монография. В 5 томах. Под редакцией В.Г. Сычева, Л.Мюллера. Москва 2018 стр. 99-104
9. Zhang, Y. Characteristics and utilization of plant diversity and resources in Central Asia / Y. Zhang, D. Zhang, W. Li, Y. Li, Ch. Zhang, K. Guan, B. Pan // Regional Sustainability. – 2020. – V. 1. – Iss. 1. – P. 1-10.
10. Л.С. Васильянова, Г.А. Козбагарова. Экология Казахстана (1 часть) // Новости науки Казахстана. – 2018. – №2. – С. 218-238.
- 11 Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Республики Казахстан за 2019 г. 376 с.
12. Бахур А.Е., Шишков И.А., Дубинчук В.Т. и др. Радиоактивные частицы в почвах Семипалатинского полигона // Радиация и риск. – 1997. – Вып. 9.
13. Берикболов Б.Р., Шишков И.А., Бахур А.Е. и др. Формы нахождения и особенности определения техногенных долгоживущих радионуклидов в почвах Семипалатинского ядерного полигона // Геология Казахстана. – 1998. – № 2 (354).
- 14 Логачева В.Л. Мирные ядерные взрывы: обеспечение общей и радиационной безопасности при их проведении. М.: ИздАТ, 2001. 519 с.
15. Петров Н.Н., Язиков В.Г., Аубакиров Х.Б. Урановые месторождения Казахстана (экзогенные). Алматы: Гылым. 1995. 264 с.
16. Петров Н.Н., Язиков В.Г., Берикболов Б.Р. Урановые месторождения Казахстана (эндогенные) – Алматы: Гылым. – 2000.
17. М.Е. Бельгибаев «ХРОНИКА» Семипалатинский государственный педагогический институт VII Международная научно-практическая конференция «Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде» 2013 Al-Farabi Kazakh National University стр 139-145 Вестник КазНУ. Серия экологическая. №1 (37). 2013
18. Бахур А.Е. Научно-методические основы радиоэкологической оценки геологической среды. Диссертация на соис-

кание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. – М.: ФГУП «ВИМС», 2008.

19. Берикболов Б.Р., Ефремов Г.Ф., Шишков И.А. Организация и выполнение временного и пространственного радиационного мониторинга окружающей среды на территории Казахстана. Материалы IV международной конференции «Актуальные проблемы урановой промышленности». Алматы, 2006.

20. Шишков И.А., Бахур А.Е. Лабораторно-методическое обеспечение радиозоологических исследований в Республике Казахстан. // Известия НАН РК серия геологии и технических наук 5 (401) Алматы 2013, УДК 504.064.36(574) стр. 78-84.

21. Tursunova R. Monitoring of polychlorinated biphenyls (PCBs) in environmental objects of the city Ust-Kamenogorsk in Kazakhstan / R. Tursunova, S. Kabdrakhmanova, B. Selenova, K. Akatan, Y. Shaimardan, A. Kabdrakhmanova // Energy Procedia. – 2018. – V. 153. – P. 215-220.

22. Ramazanova E. Stochastic risk assessment of urban soils contaminated by heavy metals in Kazakhstan / E. Ramazanova, S.H. Lee, W. Lee // Science of The Total Environment. – 2021.- V. 750.- 141535.

23. Zhu Y. Distribution of metal and metalloid elements in human scalp hair in Taiyuan, China / Y. Zhu, Y. Wang, F. Meng, L. Li, Sh. Wu, X. Mei, H. Li, G. Zhang, D. Wu. // Ecotoxicology and Environmental Safety. – 2018. – Vol. 148, – P. 538-545.

24. Li, Y. Metallic elements in human hair from residents in smelting districts in northeast China: Environmental factors and differences in ingestion media / Y. Li, Y. Yu, N. Zheng, Sh. Hou, X. Song, W. Dong // Environmental Research. – 2020. – Vol. 182. – 108914

25. Tazitdinova R. Changes in the biochemical parameters of rat blood under the combined effect of chronic intoxication with such heavy metals as copper, zinc, arsenic / R. Tazitdinova, R. Beisenova, G. Saspugayeva, B. Aubakirova, Z. Nurgaliev, A. Zandybai, I. Fakhruddinova, A. Kurmanbayeva // Advances in Animal and Veterinary Sciences. – 2018. – Vol.6. – Issue 11. – P.492-498.

26. Б.Х. Шаймарданова, Н.П. Корогод, А.Б.Бигалиев, Г.Е.Асылбекова. «Особенности накопления тяжелых металлов в волосах у детей» Вестник НГУ. Серия: Биология, клиническая медицина. 2010. Том 8, выпуск 2 стр 107-111. ISSN 1818-7943. УДК 504.0554(574)

27. Rafiee A. Environmental chronic exposure to metals and effects on attention and executive function in the general population / A. Rafiee, J.M. Delgado-Saborit, P.D. Sly, B. Quémerais, F. Hashemi, S. Akbari, M. Hoseini // Science of The Total Environment. – 2020. – Vol. 705. – 135911

28. Soetrisno F.N. Chronic exposure to heavy metals from informal e-waste recycling plants and children's attention, executive function and academic performance / F.N. Soetrisno, J.M. Delgado-Saborit // Science of the Total Environment. – 2020. – Vol. 717. – 137099.

29. Агаджанян Н.А. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека /Н.А. Агаджанян, А.В. Скальный. – М.: КМК, 2001. – 83 с.

30. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. – М.: Медицина, 1991. – 496 с

31. Очерки геохимии человека / Н.В. Барановская, Л.П. Рихванов, Т.Н. Игнатова, Д.В. Наркович, О.А. Денисова. – Томск: Дельтаплан, 2015. – 377 с.

32. D. Pozebon, G.L. Scheffler, V.L. Dressler. Elemental hair analysis: A review of procedures and applications // Analytica Chimica Acta. – 2017. – Vol. 992. – P. 1-23

33. Hair biomonitoring and health status of a general population exposed to Nickel / Eleni Sazakli, Michalis Leotsinidis // Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. – 2017. Volume 43 – Pages 161-168

34. A high-resolution ICP-MS method for the determination of 38 inorganic elements in human whole blood, urine, hair and tissues after microwave digestion / Stanislas Grassin-Delyle, Marie Martin, Ons Hamzaoui, Elodie Lamy, Christophe Jayle, Edouard Sage, Isabelle Etting, Philippe Devillier, Jean-Claude Alvarez // Talanta.- Volume 199, 1 July 2019, Pages 228-237.

35. Соктоев Б.Р. Геохимия карбонатной составляющей природных пресных вод и ее индикаторное значение в эколого-геохимических и прогнозно-металлогенических исследованиях (на примере Байкальского региона): автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук: 25.00.09 / Соктоев Булат Ринчинович – Томск, 2015. – 22 с.

36. Ryabukhin Y.S. Activation analysis of hair as an indicator of contamination of man by environmental trace element pollutants. – Vienna: IAEA, 1978. – PL/50. – 135 p.

37. Element analysis of biological materials. Current problems and techniques with special reference to trace elements. Appendix II. Technical reports series. – № 197. – Vienna: IAEA, 1980. – P. 351-367

38. Слажнева Т.И., Корчевский А.А., Яковлева Н.А., Шаймерденов Б.М., Леонтьев Н.Н., Франковская Н.М. Загрязнение атмосферного воздуха // Системный подход к управлению медико-экологической ситуацией в промышленном городе. – Алматы, 2011. – С. 75

39. Человек. Медико-биологические данные. Доклад рабочей группы комитета II МКРЗ по условному человеку. – М., «Медицина», 1977. – 445 с.

40. Геохимия окружающей среды/Ю. Е. Сагет, Б. А. Ревич, Е. П. Янин и др.- М.: Недра, 1990.- 335 с.

41. Rodushkin I., Axelsson M.D. Application of double focusing sector field ICP-MS for multielemental characterization of human hair and nails. P. II. A study of the inhabitants of northern Sweden // The Science of the Total Environment. – 2000. – V. 262 (1-2). – P. 21-36.

42. Ward N.I., Spyrou N.M., Daymanova A.A. Study of hair element content from an urban Bulgarian population using NAA assessment of environmental status // Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Articles. – 1987. – Vol. 114, No. 1. – P. 125–135.

43. Геохимические особенности солевых образований питьевых вод Южного Казахстана / Б.У. Шарипова, А.А. Кака-

баев, Н.В. Барановская, Ш.Ж. Арынова, Н.П. Корогод // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2022. – Т. 333. – № 7. – С. 137–148.

44. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов. Учеб.пособие. – М.: Географический факультет МГУ, 2007. – 350 с.

References

1. Abubakirova K.D., Bazarbaeva T.A. (2014). *Sostoyaniye vodnykh resursov Respubliki Kazakhstan* [Status Water resources of Kazakhstan]. Science and new technologies, 2; 62-64 [in Russian]
2. Issanova, G., Jilili, R., Abuduwaili, J., Kaldybayev, A., Saparov, G., Yongxiao. G. (2018). Water availability and state of water resources within water-economic basins in Kazakhstan. *Paddy and Water Environment*, 164; 183-191.
3. Karatayev, M., Kapsalyamova, Zh., Spankulova, L., Skakova, A., Movkebayeva, G., Kongyrbay, A. (2018). Priorities challenges for a sustainable management of water resources in Kazakhstan. *Sustainability of Water Quality and Ecology*, 9-10; 115-135.
4. Rzymiski, P., Niedzielski, P., Marszelewski, W., Borowiak, D., Nowinski, K., Baikenzheyeva, A., Kurmanbayev, R., Aladin N. (2019). Pollution with trace elements and rare-earth metals in the lower course of Syr Darya River and Small Aral Sea, Kazakhstan, *Chemosphere*, 234; 81-88.
5. Micklin P. (2014f) Efforts to revive the Aral Sea. In: Micklin P., Aladin N., Plotnikov I. (eds). *The Aral Sea: the devastation and partial rehabilitation of a Great lake*. Springer, Heidelberg, pp 361-380.
6. Shakenova Zh.K. (2019) *Opustynivaniye – problema Kazakhstana* [Desertification – the problem of Kazakhstan]. *Colloquium-journal*, 9(33); 34-36 [in Russian]
7. Проблемы опустынивания в Республике Казахстан: современные представления о процессах и явлениях / Касенова Г.К., Оразалина А.С. // Экология. Здоровье. Спорт VI Международная научно-практическая конференция, г.Чита 2015 г., Забайкальский государственный университет стр 27-31
8. Почвенные ресурсы и плодородие почвы Республики Казахстан / Сапаров А., Шарыпова Т., Сапаров Г., Елешев Р. // Новые методы и результаты исследование ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири. Монография. В 5 томах. Под редакцией В.Г. Сычева, Л.Мюллера. Москва 2018 стр. 99-104
9. Zhang, Y., Zhang, D., Li, W., Li, Y., Zhang, Ch., Guan, K., Pan B. (2020). Characteristics and utilization of plant diversity and resources in Central Asia. *Regional Sustainability*, 1(1); 1-10.
10. Vasilyanova L.S., Cozbagarova G.A. (2018) *Ecologiya Kazakhstana* [Ecology of Kazakhstan (Part 1)]. *News of Kazakhstan Science*, 2; 218-238 [in Russian].
11. Informatsionnyy byulleten' o sostoyanii okruzhayushchey sredy Respubliki Kazakhstan za 2019 g. [Newsletter on the state of the environment of the Republic of Kazakhstan for 2019] 376
12. Бахур А.Е., Шишков И.А., Дубинчук В.Т. и др. Радиоактивные частицы в почвах Семипалатинского полигона // Радиация и риск. – 1997. – Вып. 9.
13. Берикболов Б.Р., Шишков И.А., Бахур А.Е. и др. Формы нахождения и особенности определения техногенных долгоживущих радионуклидов в почвах Семипалатинского ядерного полигона // Геология Казахстана. – 1998. – № 2 (354).
14. Логачева В.Л. Мирные ядерные взрывы: обеспечение общей и радиационной безопасности при их проведении. – М.: ИздАТ. – 2001. – 519 с.
15. Петров Н.Н., Язиков В.Г., Аубакиров Х.Б. Урановые месторождения Казахстана (экзогенные). – Алматы: Гылым. – 1995. – 264 с.
16. Петров Н.Н., Язиков В.Г., Берикболов Б.Р. Урановые месторождения Казахстана (эндогенные) – Алматы: Гылым. – 2000.
17. М.Е. Бельгибаев «ХРОНИКА» Семипалатинский государственный педагогический институт VII Международная научно-практическая конференция «Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде» 2013 Al-Farabi Kazakh National University стр 139-145 Вестник КазНУ. Серия экологическая. №1 (37). 2013
18. Бахур А.Е. Научно-методические основы радиоэкологической оценки геологической среды. Диссертация на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. – М.: ФГУП «ВИМС», 2008.
19. Берикболов Б.Р., Ефремов Г.Ф., Шишков И.А. Организация и выполнение временного и пространственного радиационного мониторинга окружающей среды на территории Казахстана. Материалы IV международной конференции «Актуальные проблемы урановой промышленности». Алматы, 2006.
20. Шишков И.А., Бахур А.Е. Лабораторно-методическое обеспечение радиоэкологических исследований в Республике Казахстан. // Известия НАН РК серия геологии и технических наук 5 (401) Алматы 2013, УДК 504.064.36(574) стр. 78-84.
21. Tursunova, R., Kabdrakhmanova, S., Selenova, B., Akatan, K., Shaimardan, Y., Kabdrakhmanova A. (2018). Monitoring of polychlorinated biphenyls (PCBs) in environmental objects of the city Ust-Kamenogorsk in Kazakhstan. *Energy Procedia*, 153; 215-220.
22. Ramazanova, E., Lee, S.H., Lee, W. (2021). Stochastic risk assessment of urban soils contaminated by heavy metals in Kazakhstan. *Science of the Total Environment*, 750; 141535.
23. Zhu, Y., Wang, Y., Meng, F., Li, L., Wu, Sh., Mei, X., Li, H., Zhang G., Wu, D. (2018). Distribution of metal and metalloid elements in human scalp hair in Taiyuan, China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 148; 538-545
24. Li, Y., Yu, Y., Zheng, N., Hou, Sh., Song, X., Dong W. (2019). Metallic elements in human hair from residents in smelting districts in northeast China: Environmental factors and differences in ingestion media. *Environmental Research*, 182; 108914.

25. Tazitdinova, R., Beisenova, R., Saspugayeva, G., Aubakirova, B., Nurgalieva, Z., Zandybai, A., Fakhrudanova, I., Kurmanbayeva, A. (2018). Changes in the biochemical parameters of rat blood under the combined effect of chronic intoxication with such heavy metals as copper, zinc, arsenic. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 6(11); 492-498.
26. Б.Х. Шаймарданова, Н.П. Корогод, А.Б.Бигалиев, Г.Е.Асылбекова. «Особенности накопления тяжелых металлов в волосах у детей» Вестник НГУ. Серия: Биология, клиническая медицина. 2010. Том 8, выпуск 2 стр 107-111. ISSN 1818-7943. УДК 504.0554(574)
27. Rafiee, A., Delgado-Saborit, J.M., Sly, P.D., Quémerais, B., Hashemi, F., Akbari, S., Hoseini, M. (2020). Environmental chronic exposure to metals and effects on attention and executive function in the general population. *Science of the Total Environment*, 705; 135911.
28. Soetrisno, F.N., Delgado-Saborit, J.M. (2020) Chronic exposure to heavy metals from informal e-waste recycling plants and children's attention, executive function and academic performance. *Science of the Total Environment*, 717; 137099.
29. Агаджанян Н.А. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека /Н.А. Агаджанян, А.В. Скальный. – М.: КМК, 2001. – 83 с.
30. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. – М.: Медицина, 1991. – 496 с
31. Очерки геохимии человека / Н.В. Барановская, Л.П. Рихванов, Т.Н. Игнатова, Д.В. Наркович, О.А. Денисова. – Томск: Дельтаплан, 2015. – 377 с.
32. D. Pozebon, G.L. Scheffler, V.L. (2017). Dressler. Elemental hair analysis: A review of procedures and applications. *Analytica Chimica Acta*, 992; 1-23.
33. Sazakli, E., Leotsinidis, M. (2017). Hair biomonitoring and health status of a general population exposed to Nickel. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 43; 161-168.
34. Grassin-Delyle, S., Martin, M., Hamzaoui, O., Lamy, E., Jayle, Ch., Sage, E., Etting, I., Devillier, P., Alvarez, J.-C. (2019) A high-resolution ICP-MS method for the determination of 38 inorganic elements in human whole blood, urine, hair and tissues after microwave digestion. *Talanta*, 199; 228-237.
35. Соктоев Б.Р. Геохимия карбонатной составляющей природных пресных вод и ее индикаторное значение в эколого-геохимических и прогнозно-металлогенических исследованиях (на примере Байкальского региона): автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук: 25.00.09 / Соктоев Булат Ринчинович – Томск, 2015. – 22 с.
36. Ryabukhin Y.S. Activation analysis of hair as an indicator of contamination of man by environmental trace element pollutants. – Vienna: IAEA, 1978. – PL/50. – 135 p.
37. Element analysis of biological materials. Current problems and techniques with special reference to trace elements. Appendix II. Technical reports series. – № 197. – Vienna: IAEA, 1980. – P. 351-367
38. Слажнева Т.И., Корчевский А.А., Яковлева Н.А., Шаймерденов Б.М., Леонтьев Н.Н., Франковская Н.М. Загрязнение атмосферного воздуха // Системный подход к управлению медико-экологической ситуацией в промышленном городе. – Алматы, 2011. – С. 75
39. Человек. Медико-биологические данные. Доклад рабочей группы комитета II МКРЗ по условному человеку. – М., «Медицина», 1977. – 445 с.
40. Геохимия окружающей среды/Ю. Е. Сагет, Б. А. Ревич, Е. П. Янин и др.- М.: Недра, 1990.- 335 с.
41. Rodushkin, I., Axelsson, M.D. (2000). Application of double focusing sector field ICP-MS for multielemental characterization of human hair and nails. P. II. A study of the inhabitants of northern Sweden. *The Science of the Total Environment*, 262(1-2); 21-36.
42. Ward, N.I., Spyrou, N.M., Daymanova, A.A. (1987). Study of hair element content from an urban Bulgarian population using NAA assessment of environmental status. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 114(1); 125–135.
43. Геохимические особенности солевых образований питьевых вод Южного Казахстана / Б.У. Шарипова, А.А. Какабаев, Н.В. Барановская, Ш.Ж. Арынова, Н.П. Корогод // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2022. – Т. 333. – № 7. – С. 137–148.
44. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов. Учеб.пособие. – М.: Географический факультет МГУ, 2007. – 350 с.