

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

## ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ВОЛОС – ИНДИКАТОР ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЙ ОБСТАНОВКИ ТАШКЕНТСКОЙ ОБЛАСТИ

**Е.А. Данилова\*, Н.С. Осинская, С.Х. Хусниддинова, Я.А. Ахмедов**

Институт Ядерной Физики Академии Наук РУз, г.Ташкент, Республика Узбекистан

**РЕЗЮМЕ.** Методом нейтронно-активационного анализа исследованы образцы почв, питьевых вод и волос жителей 15 районов Ташкентской области. Результаты, полученные при анализе почв и питьевых вод, показали, что в ряде районов повышено содержание Zn, Co, Cu и других элементов по сравнению со средними значениями по области, что связано с развитой промышленностью в этих регионах. Анализ волос жителей выявил повышенные значения ряда элементов, которые обусловлены загрязнением окружающей среды и условиями труда. Для обобщенной оценки состояния окружающей среды использован логарифм произведения содержания литофильных элементов (Ba, Ca, K, La, Na, Rb, Sc, Sr), характеризующих геохимическую обстановку, и, как условного показателя общей загрязненности, – логарифм произведения содержаний элементов-потенциальных загрязнителей, характерных для данной области (Br, Co, Cr, Sb, U, Zn) в почве, воде и волосах. Показано, что колебания значений логарифма содержаний литофильных элементов по районам области незначительны (39–41), в то время как разброс значений логарифма содержаний элементов – потенциальных загрязнителей колеблется от 3,1 до 9,3. Представлена картограмма распределения условного загрязнителя. Корреляционный анализ установил взаимосвязь между содержанием элементов в объектах окружающей среды и некоторыми заболеваниями. Отмечено, что повышенные или пониженные содержания элементов в волосах с большой вероятностью являются одним из признаков возникновения того или иного заболевания, особенно в экологически неблагополучных районах области.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** нейтронно-активационный анализ, макроэлементы, микроэлементы, почва, питьевая вода, волосы, заболеваемость.

### ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время все большую актуальность приобретают исследования, позволяющие сравнительно легко и эффективно оценивать экологическую обстановку того или иного региона с использованием анализа содержаний химических элементов в биосубстратах человека (волосы). Благодаря способности депонировать в своей структуре химические элементы, волосы могут выступать в качестве индикатора изменения природной среды под влиянием хозяйственной деятельности человека (Chatt, Katz, 1988; Ревич, 1990; Бабикова и др., 1990). Кроме того, простота отбора проб и легкая подготовка их для анализа – выгодные преимущества этого материала.

Выбросы тяжелых металлов от автотранспорта, промышленных производств, теплоэнергетических предприятий, мусоросжигательных установок непосредственно могут отражаться на элементном составе волос. Исследование микроэлементного состава биологических тканей населения, проживающего на различном расстоянии от источников загрязнения, позволяет оценить дальность распространения выбросов, выявить их специфику (Mazumder et al., 1988; Игнатова и др., 2010).

Взаимосвязь состояния среды обитания человека, и в частности ее химического состава, с показателями здоровья хорошо известна (Агаджанян, Скальный, 2001). Стабильность химического состава организма является одним из важ-

\* Адрес для переписки:  
Данилова Елена Артаваздовна  
E-mail: danilova49@mail.ru

нейших и обязательных условий его нормально-го функционирования. Соответственно, отклонения в содержании химических элементов, вызванные экологическими и географическими факторами, могут приводить к широкому спектру нарушений в состоянии здоровья человека (Авцын, Жаворонков, 1991; Скальный, Рудаков, 2004). Данные элементного состава волос позволяют дать оценку элементного статуса организма и выявить группы риска (Жук, Кист, 1990).

Учитывая депонирующие свойства волос человека, их элементный состав можно использовать для картирования техногенных ореолов загрязнения и зонирования территорий по степени благоприятности проживания человека. Доказано, что изменение микроэлементного состава тканей человека, в том числе волос, соответствует элементному составу природно-техногенной геохимической обстановки в местах проживания людей (Агаджанян, Скальный, 2001; Барановская и др., 2011).

Цель исследования – оценка уровней накопления химических элементов в волосах жителей Ташкентской области и выявление специфики в их распределении в зависимости от природно-техногенных факторов.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Ташкентская область, площадью 15,3 тыс. км<sup>2</sup>, расположена в северо-восточной части Узбекистана. В области хорошо развиты цементная промышленность, производство цветных (цинк, медь) и тугоплавких (молибден, вольфрам) металлов, производство азотных и фосфорных удобрений, на территории области имеются выведенные из эксплуатации урановые рудники. Область делится на 15 районов, в составе области 6 городов областного значения, 16 городов и 18 поселков городского типа и множество небольших населенных пунктов (Ташкентская область. Википедия; <http://ru.wikipedia.org/wiki>).

Оценка экологической ситуации с учетом заболеваемости населения в пределах отдельно взятого региона достаточно проблематична. Дело в том, что при наличии источников интенсивного загрязнения, а тем более при их отсутствии, можно предположить определенную равномерность состояния окружающей среды, тем не менее уровни заболеваемости по отдельным районам области могут существенно различаться, что требует дополнительных исследований.

Определение усредненных значений загрязненности поверхностных вод, почв и других объектов исследования является сложной и трудоемкой задачей. Применение для ее решения ядерно-аналитических методов имеет ряд преимуществ, в частности многоэлементность, высокая чувствительность и независимость от типа исследуемых образцов.

Для исследования элементного состава почв, воды, биосубстратов (волосы) использован нейтронно-активационный анализ, который позволяет определять значительное число элементов в различных образцах с исключительно высокой чувствительностью. Важным достоинством метода является простая пробоподготовка, не требующая разложения пробы, отсутствие поправки на холостой опыт, малый расход пробы, высокая селективность и исключительно высокая производительность. Пределы обнаружения отдельных элементов достигают 1 нг/г.

В каждом районе Ташкентской области, в зависимости от плотности населения и площади самого района, было определено 10–15 точек отбора проб исследуемых образцов.

Пробы почвы отбирали на удалении от магистральных дорог с поверхностного слоя, предварительно удаляя травяной покров, методом «конверта» с пяти мест пробной площадки размером 10×10 м (ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа; аналитический центр МГУ им. Ломоносова. Отбор проб почв. Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001511201).

Из отобранных образцов готовили усредненные пробы по стандартной методике (высушивание, измельчение, просеивание сквозь сито). Навески для нейтронно-активационного анализа отбирали методом квартования. Для определения элементов по короткоживущим изотопам на аналитических весах взвешивали образцы по 20–30 мг, а для определения по средне- и долгоживущим изотопам – по 50–70 мг. Взвешенные образцы герметично упаковывали в маркированные полиэтиленовые пакеты.

Анализу водных проб подлежали образцы питьевой (водопроводной) воды. В каждую пробу для хранения и уменьшения адсорбции элементов на стенках посуды добавляли 3–5 мл азотной кислоты марки х.ч. Затем из каждой пробы микропипеткой отбирали воду (1 и 50 мл)

и сушили в полиэтиленовых лодочках при температуре не более 60 °С. Высушенные лодочки герметично упаковывали в чистые маркированные полиэтиленовые пакеты. Пробы по 1 мл использовали для определения микроэлементов по короткоживущим радионуклидам, а по 50 мл – для анализа по средне- и долгоживущим радионуклидам.

Косвенным, но весьма информативным признаком элементной нагрузки на организм человека, включая общую экологическую обстановку, профессиональные условия, питание и, как результат, состояние здоровья, является элементный состав волос человека (Zhuk et al., 2001; Данилова и др., 2017). Для получения усредненной представительной информации в каждой точке отбора срезали волосы у 10 человек (5 мужчин и 5 женщин) с 3–5 мест затылочной части головы, согласно рекомендациям МАГАТЭ (Rezaee Ebrahim Saraee et al., 1978). Пробы отмывали от поверхностных загрязнений бидистиллированной водой и обезжиривали ацетоном, а затем высушивали на воздухе.

Далее образцы были подвергнуты нейтронно-активационному анализу. В качестве источника нейтронов использовали ядерный реактор ВВР-СМ ИЯФ АН РУз.

Временные режимы облучения и «остывания» выбирали в зависимости от группы радионуклидов:

*короткоживущие радионуклиды*

$t_{\text{обл}}$  ..... 15 с

$t_{\text{охл}}$  ..... 10 мин

период полураспада  $T_{1/2}$  ..... от нескольких минут до нескольких часов;

*среднеживущие радионуклиды*

$t_{\text{обл}}$  ..... 15 ч

$t_{\text{охл}}$  ..... 10 сут

период полураспада  $T_{1/2}$  ... от несколько дней до несколько недель;

*долгоживущие радионуклиды*

$t_{\text{обл}}$  ..... 15 ч

$t_{\text{охл}}$  ..... 30 сут

период полураспада  $T_{1/2}$  ..... от нескольких недель до нескольких месяцев.

Для регистрации наведенной активности использовали детектор из германия высокой чистоты ( $V = 120 \text{ см}^3$ ) с разрешением 1,8 КэВ по *гамма*-линии Co-60 и *гамма*-спектрометр высокого разрешения (Canberra Industries Inc., США) с компьютерным программным обеспечением по управлению *гамма*-спектрометром и обработке *гамма*-спектров Genie-2000. Максимальная погрешность активационного метода определения элементов не превышала 12%, что вполне отвечает требованиям экологических исследований. Точность определения того или иного элемента проверяли сравнением полученных данных с аттестованными значениями стандартных образцов МАГАТЭ (IAEA-336, IAEA -375) и NIST Standard Reference Material 1572 – CITRUS-LEAVES (IAEA AQCS Catalogue for Reference...).

Инструментальным нейтронно-активационным методом проведен анализ питьевых вод, почв и волос жителей районов области. Полученные данные позволили рассчитать средние значения содержаний макро- и микроэлементов в исследуемых объектах и выявить районы с повышенным содержанием тех или иных элементов. Статистическую обработку данных выполняли с помощью пакета программ Microsoft Excel 2007 и Statistica 6.0.

Разработанная методика отбора образцов исследуемых объектов, подготовка их к анализу и сам нейтронно-активационный анализ описаны ранее и продемонстрировали высокую надежность и точность (Данилова и др., 2008; 2011).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные при анализе почв Ташкентской области результаты показали (табл. 1), что в некоторых районах, по сравнению со средними значениями по области и литературными данными по распространенности элементов в почве, повышено содержание мышьяка (8,5–10 мкг/г); цинка (90–180 мкг/г); кобальта (9,8–12 мкг/г); урана (3,5–3,7 мкг/г), что возможно связано с горно-металлургической промышленностью в этих регионах, а повышенные содержания кальция, натрия, калия – с характером самих почв.

Таблица 1. Содержания элементов в почве Ташкентской области, мкг/г

Элемент	Средние значения	Распространенность (Кист, 1987)
As	8,9±1,9	5–6
Au	0,022±0,015	–
Ba	560±170	500
Br	4,4±1,5	5,0
Ca%	10±2,5	1,37–1,5
Ce	54±14	50
Co	9,8±3,4	8,0
Cr	50±22	200
Cs	5,6±1,8	5–6
Eu	1,0±0,31	–
Fe%	2,7±0,79	3,8–4,0
Hf	5,7±1,7	6,0
K%	2,1±0,41	1,4–1,5
La	51±8,0	30–40
Lu	0,34±0,040	–
Mn	640±64	850
Mo	2,6±0,65	2,0
Na%	1,1±0,15	0,6–0,63
Ni	30±29	40
Rb	93±26	100
Sb	1,4±0,51	2,0–10
Sc	10±3,6	7,0
Sm	4,8±0,64	–
Sr	250±44	300
Ta	0,84±0,25	–
Tb	0,52±0,16	–
Th	12±2,9	5,0–6,0
U	3,5±0,56	1,0
Yb	2,0±0,36	–
Zn	96±29	50

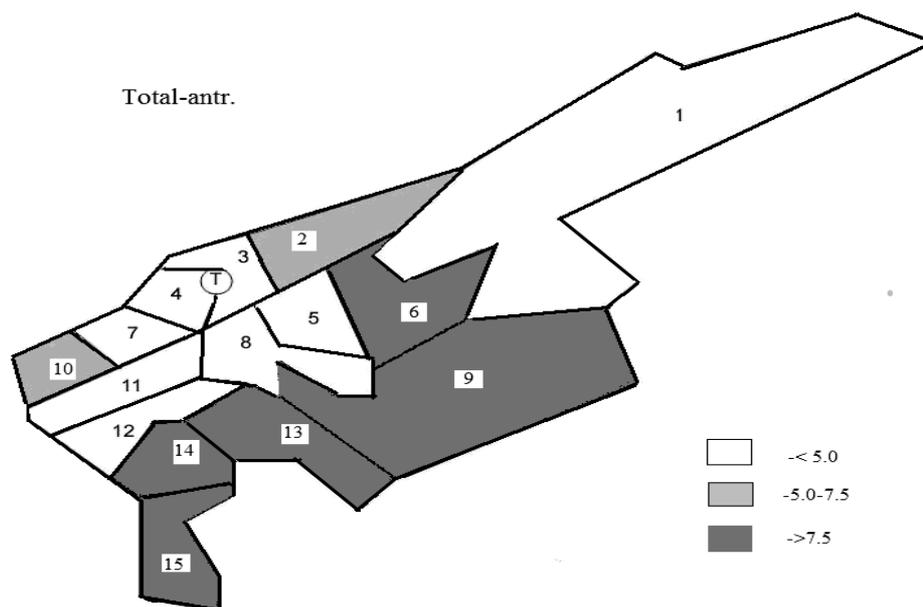
Повышенные концентрации цинка, выявленные в различных районах, возможно, связаны с развитой промышленностью в Ташкентском (3), Зангиотинском (4), Янгиюльском (7) районах – до 100 мкг/г; резко повышенные концентрации цинка (более 100 мкг/г) в Среднечирчикском (8) и Ахангаранском (9) районах – с деятельностью Алмалыкского горно-металлургического комбината, в Пскентском (13) и Бекабадском (15) районах – с промышленной деятельностью Бекабадского металлургического комбината, а также с процессами атмосферного переноса из г. Алмалыка. Полный перечень с нумерацией районов представлен на рис. 1.

Состав водопроводной воды является важной характеристикой окружающей среды с точки зрения нагрузки на организм человека. На состав воды может существенно влиять технология водоподготовки и состояние трубопроводов, но это не мешает попытке районирования, поскольку население потребляет ту воду, которая течет из водопровода.

По результатам анализов питьевых вод выявлены интересные колебания в содержании хлора, которые могут быть связаны как с изменениями интенсивности хлорирования в разных регионах или содержанием хлора в источниках водоснабжения, так и, предположительно, с возрастанием по течению рек концентрации биологической составляющей (фульво- и гуминовых кислот), с которыми хлор вступает во взаимодействие с образованием хлорорганических соединений, в частности диоксинов, поскольку в большинстве случаев водозабор осуществляется из открытых водоемов. Так, содержание хлора колеблется от 2,5–28 мг/л в районах 1–7 (согласно нумерации на рис. 1) до 35–105 мг/л во всех остальных. Кроме этого, в питьевых водах некоторых районов области (2, 6, 9) повышено по сравнению со средним значением по области (0,37±0,17 мкг/л) содержание сурьмы (0,7–0,9 мкг/л), что, вероятно, связано с деятельностью промышленных предприятий.

Анализ волос жителей Ташкентской области также показал, что в ряде районов (8, 9, 15) в 2–3 раза по сравнению со средними значениями по области повышено содержание хрома (1,4±0,095 мкг/г), кобальта (0,25±0,015 мкг/г), сурьмы (0,16±0,011 мкг/г), урана (0,60±0,041 мкг/г). Предполагается, что это может быть связано с существованием в районе как загрязняющих окружающую среду предприятий, так и условиями труда жителей.





**Рис. 1.** Распределение условного показателя общей загрязненности:

1 – Бостанлыкский, 2 – Кибрайский, 3 – Ташкентский, 4 – Зангиотинский, 5 – Верхнечирчикский, 6 – Паркентский, 7 – Янгиюльский, 8 – Среднечирчикский, 9 – Ахангаранский, 10 – Чиназский, 11 – Нижнечирчикский, 12 – Аккурганский, 13 – Пскентский, 14 – Букинский, 15 – Бекабадский, Т – Ташкент

Для обобщенной оценки состояния окружающей среды предложено использовать логарифм произведения содержаний литофильных элементов в почве, воде и волосах (Ba, Ca, K, La, Na, Rb, Sc, Sr), характеризующий геохимическую обстановку, и аналогично логарифм произведения содержаний элементов – потенциальных загрязнителей в тех же объектах. Учитывая промышленную деятельность в области, в качестве потенциальных загрязнителей в почве, воде и волосах авторами выбраны: бром (выбросы от автотранспорта); кобальт (один из элементов Узбекского комбината тугоплавких и жаропрочных металлов и Бекабадского металлургического комбината); хром (возможна роль Бекабадского металлургического комбината); сурьма (учитывая обжиговую технологию, а также деятельность Алмалыкского горно-металлургического комбината); уран (Узбекистан имеет ряд урановых рудников и обогачительных фабрик, кроме того, разложение фосфоритов для получения фосфатных удобрений связано с загрязнением среды, а повышенное содержание урана в фосфорных удобрениях способствует его распространению с промывными водами); цинк (входит в число целевых элементов Алмалыкского горно-металлургического комбината). Разброс значений логарифма содержаний литофильных элементов по районам области незначи-

телен (39–41), в то время как значения логарифма произведений содержаний потенциальных загрязнителей в исследуемых объектах колеблется от 3,1 до 9,3. Полученные результаты позволили представить картограмму распределения условного показателя общей загрязненности для районов Ташкентской области (рис. 1).

Важным медико-статистическим показателем, определяющим совокупность нарушений, зарегистрированных среди проживающего на конкретной территории населения, и одним из критериев оценки его здоровья является заболеваемость.

Для изучения взаимосвязи среды обитания с показателями здоровья проведен корреляционный анализ между содержанием элементов в объектах окружающей среды и данными по заболеваемости, предоставленными МЗ РУз за период проведения исследований.

Изучение корреляционных зависимостей между объектами исследования и частотой заболеваний позволило установить положительную зависимость между содержанием никеля в почве и частотой заболеваний нервной системы и болезней систем кровообращения ( $r=0,7$ ;  $p<0,05$ ). Интересна корреляция частоты заболеваний органов дыхания с содержанием урана ( $r=0,66$ ;  $p<0,05$ ) в почвах (вероятно, содержащегося в атмосферной

пыли), стронция ( $r=0,57$ ;  $p<0,05$ ), молибдена ( $r=0,62$ ;  $p<0,05$ ). Найдена положительная корреляция между содержанием бария и частотой заболеваний мочеполовой системы ( $r=0,51$ ;  $p<0,05$ ).

При рассмотрении корреляционных зависимостей между содержанием элементов в питьевых водах и частотой заболеваемости выявлены положительные зависимости между содержанием сурьмы и новообразованиями, психическими расстройствами, болезнями органов дыхания. Обнаружена положительная корреляция между цезием (роль которого мало изучена) и частотой заболеваний органов пищеварения ( $r= -0,85$ ;  $p<0,05$ ).

В табл. 2 представлены корреляции между содержанием элементов в волосах и заболеваемостью по области (опущены элементы, для которых корреляции статистически малозначимы). Данные по заболеваемости предоставлены МЗ РУз за период проведения настоящего исследо-

вания, согласно кодировке: ОЗ – общая заболеваемость; ОНК – новообразования, всего; ВЖ – нарушения функции внутренних желез и метаболизма; БК – болезни крови и кроветворных органов; ПСИ – психические расстройства; НЕР – болезни нервной системы; БСК – болезни системы кровообращения; БД – болезни органов дыхания; БП – болезни органов пищеварения; БМ – болезни мочеполовой системы.

При изучении полученных данных установлена положительная корреляционная зависимость между общей заболеваемостью и содержанием Br, Cl, K, Na, Rb и отрицательная с содержанием Cu в волосах. В тоже время обнаружены положительные корреляции Br, Cl, K, Na с частотой заболеваний нервной системы и психическими расстройствами. Также выявлена отрицательная корреляционная зависимость между Cu ( $r= -0,53$ ;  $p<0,05$ ) и Zn ( $r= -0,54$ ;  $p<0,05$ ) и частотой заболеваний органов пищеварения.

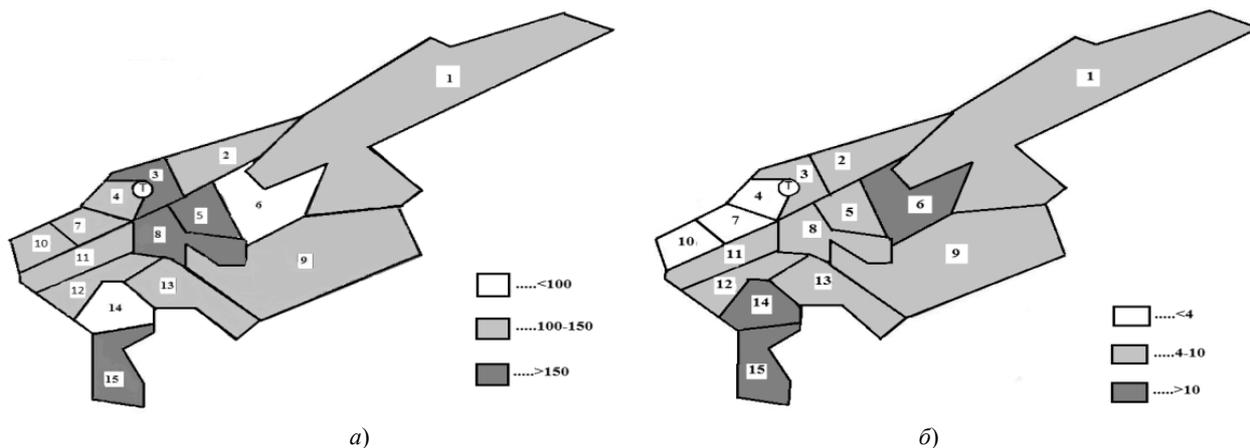
Таблица 2. Корреляционная матрица для системы «заболеваемость – состав волос» (выделены значимые корреляции при  $p<0,05$ )

	ОЗ	НО	ВЖ	БК	ПЗ	НС	БСК	БД	БП	БМ
As	0,33	<b>0,52</b>	-0,31	0,34	0,24	0,07	0,23	0,45	0,44	0,41
Br	<b>0,50</b>	0,37	<b>0,65</b>	0,23	0,48	<b>0,51</b>	<b>0,53</b>	-0,07	0,44	0,46
Cl	<b>0,75</b>	<b>0,72</b>	0,37	<b>0,62</b>	<b>0,75</b>	<b>0,82</b>	<b>0,82</b>	0,01	0,48	<b>0,65</b>
Cu	<b>-0,50</b>	0,06	-0,48	-0,27	-0,39	-0,29	-0,20	0,04	<b>-0,53</b>	<b>-0,53</b>
Hg	0,13	-0,08	-0,08	0,12	-0,14	-0,05	-0,16	-0,00	<b>0,77</b>	0,30
K	<b>0,80</b>	<b>0,75</b>	0,34	<b>0,65</b>	<b>0,81</b>	<b>0,83</b>	<b>0,82</b>	0,09	<b>0,50</b>	<b>0,70</b>
La	0,11	0,22	-0,32	0,15	0,02	-0,35	-0,17	<b>0,62</b>	0,13	0,18
Mn	-0,16	-0,19	<b>-0,57</b>	-0,19	-0,17	-0,18	-0,36	0,13	0,36	0,13
Na	<b>0,76</b>	<b>0,73</b>	0,33	<b>0,64</b>	<b>0,75</b>	<b>0,85</b>	<b>0,81</b>	-0,01	<b>0,55</b>	<b>0,69</b>
Rb	<b>0,51</b>	0,37	0,41	0,47	0,35	0,39	0,33	-0,07	<b>0,69</b>	<b>0,50</b>
Sc	0,14	-0,21	-0,04	0,12	0,11	-0,48	-0,43	<b>0,51</b>	0,13	0,18
Se	0,21	-0,25	0,18	0,10	0,20	-0,03	0,15	0,15	0,03	0,11
Zn	-0,35	-0,16	-0,40	-0,20	-0,31	-0,42	-0,29	0,19	<b>-0,54</b>	-0,38

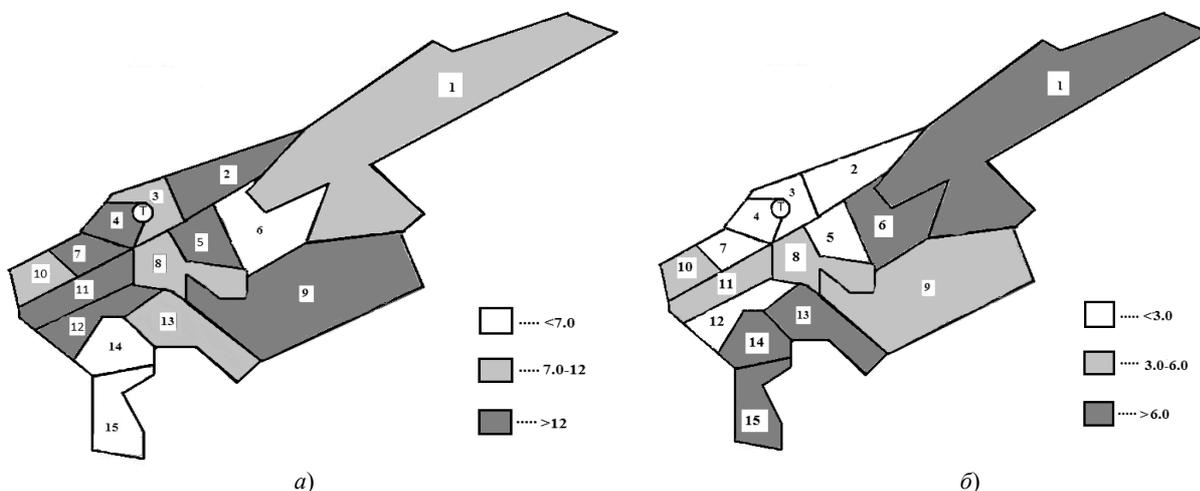
В качестве примера, подтверждающего связь элементного состава волос с заболеваемостью, на рис. 2 и 3 представлены карты-схемы распределения цинка и меди в волосах жителей по районам области и частоты заболеваний органов пищеварения и мочеполовой системой.

Таким образом, в районах области, где содержание цинка наименьшее (меньше 100 мкг/г)

по сравнению со средними значениями (районы 6 и 14), наблюдается самый высокий уровень заболеваний органов пищеварения, что подтверждается и значением коэффициента корреляции ( $r = -0,54$ ). В районах (6, 14, 15) с содержанием меди меньше 7,0 мкг/г частота заболеваний мочеполовой системы выше, что также согласуется с отрицательной корреляционной зависимостью.



**Рис. 2.** Карта-схема распределения цинка в волосах (а) в мкг/г и частоты заболеваний органов пищеварения (б) в усл. ед. по районам области



**Рис. 3.** Карта-схема распределения меди в волосах (а) в мкг/г и частоты заболеваний мочеполовой системы (б) в усл. ед. по районам области

### ВЫВОДЫ

Рассчитаны средние содержания элементов в почве, питьевой воде и волосах жителей Ташкентской области. Установлено крайне неравномерное распределение элементов в составе исследуемых объектов на территории области. Выявлены техногенно-напряженные районы, что обусловлено деятельностью промышленных

предприятий. Проведен корреляционный анализ между объектами и заболеваемостью в области. Для некоторых заболеваний найдены статистически значимые корреляции для Br, Cl, K, Na, Cu и Zn в волосах.

Проведенный анализ показал, что возникновение заболеваний тех или иных систем человека находится в прямой зависимости от состояния

окружающей среды, уровня и характера ее загрязнения. Макро- и микроэлементный состав волос человека можно считать индикатором экологического неблагополучия территорий и показателем здоровья населения.

*Данное исследование проведено в рамках программы НИР «Методическое обоснование создания радиоэкологического паспорта Ташкентской области с использованием ядерно-физических аналитических методов» по контракту с ГКНТ Узбекистана.*

### ЛИТЕРАТУРА

Авцын А.П., Жаворонков А.А. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. М.: Медицина, 1991. 496 с.

Агаджанян Н.А., Скальный А.В. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека. М.: изд-во КМК, 2001. 83 с.

Бабикова Ю.Ф., Колесник В.В., Росляков Н.П. и др. Микроэлементный состав волос населения как индикатор загрязнения природой и производственной сред. В кн.: Активационный анализ: Методология и применение. Ташкент: Фан, 1990. С. 209–214

Барановская Н.В., Швецова Д.В., Судыко А.Ф. Региональная специфика элементного состава волос детей, проживающих на территории Томской области. Известия Томского политехнического университета. 2011; 319(1):212–220.

Данилова Е.А., Зарединов Д.А., Кист А.А., Осинская Н.С., Хусниддинова С.Х. Оценка экологической обстановки в Ташкентской области с использованием ядерно-физических методов. Узбекский физический журнал. 2012; 14(2):124–130.

Данилова Е.А., Кист А.А., Осинская Н.С. Экологический мониторинг некоторых районов Узбекистана и заболеваемость. В сб.: Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2017. Под ред. Омельчук Ю.А., Ляминой Н.В., Кучерик Г.В. Севастополь: Сев ГУ, 2017. С. 337–341.

Данилова Е.А., Кист А.А., Осинская Н.С., Хусниддинова С.Х. Применение нейтронно-активационного анализа для оценки элементного статуса организма человека. Медицинская физика. 2008; 3:73–77.

Жук Л.И., Кист А.А. Картирование элементного состава волос. В кн.: Активационный анализ. Методология и применение. Ташкент: Фан, 1990. С. 190–201.

Игнатова Т.Н., Барановская Н.В., Рихванов Л.П., Судыко А.Ф. Региональные биогеохимические особенности накопления химических элементов в зольном остатке организма человека. Известия Томского политехнического университета. 2010; 317(1):178–183.

Кист А.А. Феноменология биогеохимии и бионеорганической химии. Ташкент: Фан, 1987. С. 54.

Ревич Б.А. Химические элементы в волосах человека как индикатор воздействия загрязнения производственной и окружающей среды. Гигиена и санитария. 1990; 3:55–59.

Скальный А.В., Рудаков И.А. Биоэлементы в медицине. М.: Мир, 2004. 272 с.

Chatt A., Katz S.A. Hair Analysis. Applications in the Biomedical and Environmental Sciences. VCH Publishers, 1988.

IAEA AQCS Catalogue for Reference Materials and Intercomparison Exercises, (IAEA-336, Lichen), (IAEA-375, Soil). Vienna, Austria.

Mazumder D.N.G., Chakraborty A.K., Ghose A., Gupta J.D., Chakraborty D.P. et al. Chronic arsenic toxicity from drinking water in rural West Bengal. Bull, World Health Org. 1988; 66:499–506.

Rezaee Ebrahim Sarae Kh., Abdi M.R., Gharipour M.M., Soltani N. Activation analysis of hair as an indicator of contamination of man by environmental trace element pollutants. IAEA (RL) 50. Oct. 1978.

Zhuk L.I., Danilova E.A., Yashina T.Yu., Kist A.A. Human Hair Composition in Environment Monitoring and Mapping. Radionuclides and Heavy Metals in Environment. Ed. M.V. Frontasyeva. Kluwer Academic Publishers. the Netherlands, 2001. P. 217–225.

## THE ELEMENTAL CONTENT OF HAIR AS AN INDICATOR FOR NATURAL AND TECHNOGENIC CONDITION OF TASHKENT REGION

**E.A. Danilova, N.S. Osinskaya, S.Kh. Khusniddinova, Ya.A. Ahmedov**

Institute of Nuclear Physics Uzbekistan Academy of Sciences, Ulugbek settlement, Tashkent, 100214, Republic of Uzbekistan

ABSTRACT. The samples of soils, drinking water and hair of habitants of 15 districts in Tashkent region studied using the method of neutron activation analysis. The results obtained from soil and drinking water analyses indicated that contents of Zn, Co, Cu and other elements in a number of districts are higher in comparison with average values

throughout the region. This is related to developed industry in these regions. The analysis of the habitants' hair also indicated increased values, which are caused by environmental contamination and working conditions. For generalized assessment of environmental condition it was suggested to use the logarithm of multiplication of the lithophylic elements (Ba, Ca, K, La, Na, Rb, Sc, Sr) content, characterizing the geochemical condition. And similarly, the logarithm of multiplication of potential pollutants, typical for this area, such as Br, Co, Cr, Sb, U, Zn content in soil, water and hair was used as conditional index of overall pollution. It was demonstrated, that fluctuations of lithophylic elements content logarithm value throughout the districts of the region are insignificant and fall within range of 39–41, while logarithm values for the potential pollutants vary from 3.1 to 9.3. The distribution of a hypothetical integral pollutant is presented in the cartogram. The correlation analysis conducted has established a relationship between the content of elements in environmental objects and some diseases, indicating that increased or decreased content of elements in the hair is highly likely one of the signs of a particular disease, especially in environmentally disadvantaged districts of the region.

**KEYWORDS:** neutron activation analysis, macro elements, trace elements, soil, drinking water, humanhair, diseases.

## REFERENCES

- Avcyn A.P., Zhavoronkov A.A. Mikrojelementozy cheloveka: jetiologija, klassifikacija, organopatologija. M.: Medicina, 1991. 496 s. (In Russ.).
- Agadzhanjan N.A., Skal'nyj A.V. Himicheskie jelementy v srede obitanija i jekologicheskij portret cheloveka. M.: izd-vo KMK, 2001. 83 s. (In Russ.).
- Babikova Ju.F., Kolesnik V.V., Rosljakov N.P. i dr. Mikrojelementnyj sostav volos naselenija kak indikator zagraznenija prirodnoj i proizvodstvennoj sred. V kn.: Aktivacionnyj analiz: Metodologija i primenenie. Tashkent: Fan, 1990. S. 209–214 (In Russ.).
- Baranovskaja N.V., Shvecova D.V., Sudyko A.F. Regional'naja specifika jelementnogo sostava volos detej, prozhivajushhih na territorii Tomskoj oblasti. Izvestija Tomskogo politehnicheskogo universiteta. 2011; 319(1):212–220 (In Russ.).
- Danilova E.A., Zaredinov D.A., Kist A.A., Osinskaja N.S., Husniddinova S.H. Ocenka jekologicheskij obstanovki v Tashkentskoj oblasti s ispol'zovaniem jaderno-fizicheskikh metodov. Uzbekskij fizicheskij zhurnal. 2012; 14(2):124–130 (In Russ.).
- Danilova E.A., Kist A.A., Osinskaja N.S. Jekologicheskij monitoring nekotoryh rajonov Uzbekistana i zaboлеваemost'. V sb.: Jekologicheskaja, promyshlennaja i jenergeticheskaja bezopasnost' – 2017. Pod red. Omel'chuk Ju.A., Ljaminov N.V., Kucherik G.V. Sevastopol': Sev GU, 2017. S. 337–341 (In Russ.).
- Danilova E.A., Kist A.A., Osinskaja N.S., Husniddinova S.H. Primenenie nejtronno-aktivacionnogo analiza dlja ocenki jelementnogo statusa organizma cheloveka. Medicinskaja fizika. 2008; 3:73–77 (In Russ.).
- Zhuk L.I., Kist A.A. Kartirovanie jelementnogo sostava volos. V kn.: Aktivacionnyj analiz. Metodologija i primenenie. Tashkent: Fan, 1990. S. 190–201 (In Russ.).
- Ignatova T.N., Baranovskaja N.V., Rihvanov L.P., Sudyko A.F. Regional'nye biogeochemicheskie osobennosti nakoplenija himicheskikh jelementov v zol'nom ostatke organizma cheloveka. Izvestija Tomskogo politehnicheskogo universiteta. 2010; 317(1):178–183 (In Russ.).
- Kist A.A. Fenomenologija biogeochemii i bioneorganicheskij himii. Tashkent: Fan, 1987. S. 54 (In Russ.).
- Revich B.A. Himicheskie jelementy v volosah cheloveka kak indikator vozdejstvija zagraznenija proizvodstvennoj i okruzhajushhej sredy. Gigiena i sanitarija. 1990; 3:55–59 (In Russ.).
- Skalny A.V., Rudakov I.A. Biojelementy v medicine. M.: Mir, 2004. 272 s. (In Russ.).
- Chatt A., Katz S.A. Hair Analysis. Applications in the Biomedical and Environmental Sciences. VCH Publishers, 1988.
- IAEA AQCS Catalogue for Reference Materials and Intercomparison Exercises, (IAEA-336, Lichen), (IAEA-375, Soil). Vienna, Austria
- Mazumder D.N.G., Chakraborty A.K., Ghose A., Gupta J.D., Chakraborty D.P. et al. Chronic arsenic toxicity from drinking water in rural West Bengal. Bull, World Health Org. 1988; 66:499–506.
- Rezaee Ebrahim Sarae Kh., Abdi M.R., Gharipour M.M., Soltani N. Activation analysis of hair as an indicator of contamination of man by environmental trace element pollutants. IAEA (RL) 50. Oct. 1978.
- Zhuk L.I., Danilova E.A., Yashina T.Yu., Kist A.A. Human Hair Composition in Environment Monitoring and Mapping. Radionuclides and Heavy Metals in Environment. Ed. M.V. Frontasyeva. Kluwer Academic Publishers. the Netherlands, 2001. P. 217–225.