

УДК 574.2:550.4

РЕГИОНАЛЬНАЯ СПЕЦИФИКА ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА ВОЛОС ДЕТЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Н.В. Барановская, Д.В. Швецова, А.Ф. Судыко

Томский политехнический университет

E-mail: shvezova_d@mail.ru

Установлены особенности элементного состава волос детей в возрасте от 3 до 15 лет, проживающих на территории Томской области. Приведены данные о среднем содержании 29 химических элементов в волосах детского населения в различных районах. Для каждой территории рассчитаны коэффициенты концентрации изученных элементов в волосах относительно средних значений по области. Выделены группы районов со специфическим спектром элементов, накапливающихся в волосах детей в количествах, превышающих среднеобластные показатели.

Ключевые слова:

Волосы детей, элементный состав, Томская область, биогеохимическая специфика.

Key words:

Children's hair, element content, Tomsk region, biogeochemical peculiarity.

Химический состав волос является маркером экологического неблагополучия территории [1–5], а также может использоваться как индикатор природно-техногенных обстановок, поскольку отражает региональные особенности в накоплении элементов на территории проживания населения [6–11]. Волосы человека отражают уровень поступления химических элементов в организм человека. Они же являются самым доступным для массовых исследований биосубстратом [1, 2].

Материалы и методы

Пробы волос были взяты у детей (мальчиков и девочек) в возрасте от 3 до 15 лет. Всего исследовано 534 образца в 16 районах Томской области. Кроме того, для выявления региональной специфики, было проведено сравнение с изученными образцами волос детского населения Иркутской (36 проб) и Челябинской (44 пробы) областей.

Методика отбора данного биосубстрата выполнялась в соответствии с рекомендациями МАГАТЭ (1980) [12]. При взятии образцов фиксировался возраст, пол, полное имя, адрес проживания и место рождения, а также наличие патологий и хронических заболеваний. В выборку включались дети, не имеющие отклонений по медицинским показателям, родившиеся в данном населенном пункте.

Пробоподготовка проводилась на кафедре геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета. При очистке волос от внешних загрязнений использовался широко применяемый способ, эффективность которого показана в работах Л.И. Жук и А.А. Кист [10, 13, 14].

Для количественного определения химических элементов использовался метод инструментального нейтронно-активационного анализа. Облучение осуществляли тепловыми нейтронами с потоком $1,2 \cdot 10^{14}$ н·см²/с на Томском исследовательском ядерном реакторе ИРТ-Т в лаборатории ядерно-геохимических методов исследования кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехниче-

ского университета (аналитик — с.н.с. А.Ф. Судыко). Измерения производились на гамма-спектрометре с германий-литиевым детектором. Метод инструментального нейтронно-активационного анализа широко используется для аттестации стандартных образцов состава как отечественных, так и зарубежных (МАГАТЭ, Германия, Япония, Индия и др.) и его качество, по оценке экспертов, является вполне удовлетворительным. В качестве стандартного образца сравнения для определения элементного состава волос использовались ЭК-1 Элодея канадская, БИЛ-1 — байкальский ил, SD-M2/TM — морские осадки. Выполнялся внутренний контроль.

В ходе анализа было определено содержание в волосах 29 элементов, включая малоизученные радиоактивные (U, Th) и редкоземельные.

Результаты и обсуждение

В состав Томской области входят 16 административных районов (рис. 1).

Территория области характеризуется неравномерным размещением населенных пунктов. Большинство из них сосредоточены в южной части Томской области вдоль автомобильных и железных дорог, долин рек. Отдельное место занимает в структуре Томской области Томский район. На его территории в зоне Северного промышленного узла (СПУ) сосредоточена основная масса промышленных предприятий, среди которых предприятия агропромышленного и топливно-энергетического комплексов, крупнейший в стране нефтехимический комбинат (ТНХК), предприятие ядерно-топливного цикла — Сибирский химический комбинат. Наибольшему техногенному влиянию подвержены населенные пункты, находящиеся в северо-восточном направлении от СПУ (зона преимущественного ветрового переноса веществ) [3, 7, 8, 15, 16].

Северные районы Томской области (Александровский, Каргасокский, Парабельский и Колпа-

Таблица. Элементный состав образцов волос детского населения, проживающего на территории районов Томской области, мг/кг сухого веса (* отмечены элементы, определяемые менее чем в 50 % проб; – содержание элементов ниже предела определения)

Эле- мент	Район								
	Александровский	Каргасокский	Парабельский	Колпашевский	Чаинский	Молчановский	Кривошеинский	Шегарский	Кожевниковский
Na	68,0±30,0	708,0±330,1	151,7±35,6	100±43,4	544,8±107	289,7±79,7	455±111	521±107	183,3±57,4
Ca	6136,0±671,0	4960,0±851,2	916,7±175,9	1083,3±164,2	2113±428	1491,7±351,07	3311±787	4435±498	1716,7±548,6
Sc	0,03±0,01	0,04±0,01	0,02±0,003	0,03±0,003	0,03±0,01	0,008±0,002	0,1±0,05	0,18±0,04	0,005±0,001
Cr	2,9±0,9	4,74±1,5	2,48±0,46	2,1±0,3	4,4±1,5	5,5±1,3	14,5±4,7	16,2±2,9	6,0±2,1
Fe	266,8±83,2	356,8±38,4	201,7±44,8	153,3±34,6	208,3±69	121,7±44,9	1183±563	2002±474	30,0±6,8
Co	0,3±0,06	0,1±0,03	0,18±0,04	0,2±0,04	0,12±0,04	0,03±0,008	0,31±0,14	0,55±0,01	0,017±0,01*
Zn	260,6±33,5	352,4±100,9	153,2±18,7	155,2±30,8	205,6±23	196,7±22,6	219,8±41,3	243,5±15	196,5±17,5
As	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Se	0,24±0,04	0,53±0,3*	0,6±0,09	0,6±0,14	1,45±0,21	1,57±0,19	0,89±0,3	1,4±0,2	1,8±0,16
Br	8,5±1,4	14,7±2,3	7,85±1,7	3,6±0,8	6,01±0,9	13,25±3,3	17,3±3,4	15,3±3,6	5,8±0,9
Rb	–	–	–	–	–	–	1,8±0,2*	–	–
Sr	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Ag	0,82±0,3	0,4±0,2*	0,3±0,1*	0,3±0,1*	0,19±0,04*	0,4±0,09	0,55±0,1*	0,44±0,05*	0,2±0,1*
Sb	–	0,13±0,09*	0,1±0,07*	–	0,1±0,04*	0,16±0,06	0,16±0,07*	0,08±0,02*	0,08±0,02*
Cs	–	–	–	–	–	–	–	0,06±0,03*	–
Ba	14,2±4,2*	–	–	–	7,5±1,1*	5,8±1,5*	6,7±2,1*	5,0±2,2*	3,3±2,1*
La	0,028±0,01*	0,05±0,03	0,3±0,05	0,32±0,09	0,18±0,07	0,08±0,02	0,12±0,04	0,26±0,06	0,04±0,01
Ce	0,48±0,17	1,2±0,16	0,67±0,13	0,92±0,23	0,5±0,23*	0,34±0,1*	0,53±0,1*	0,47±0,09*	0,14±0,08*
Sm	0,05±0,03	0,048±0,03	–	0,03±0,01	0,04±0,014*	0,014±0,003*	0,13±0,05*	0,14±0,02*	0,03±0,009*
Eu	0,03±0,0003*	0,03±0,0002*	0,03±0,0003*	–	–	–	–	–	–
Tb	–	–	–	–	0,007±0,0005*	–	–	–	–
Yb	–	0,034±0,004*	0,03±0,0003*	–	–	–	–	–	–
Lu	0,005±0,002	0,003±0,0006*	–	0,005±0,001	0,006±0,001*	–	0,009±0,003*	0,013±0,002*	–
Hf	0,19±0,05	0,19±0,07	0,04±0,01	0,05±0,008	0,02±0,005*	0,01±0,0001*	0,12±0,04*	0,17±0,04*	0,007±0,0015*
Ta	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Au	0,33±0,04	0,25±0,06	0,03±0,01	0,03±0,01	0,01±0,003	0,01±0,006	0,04±0,01	0,04±0,008	0,002±0,0005
Hg	2,02±0,43	2,75±0,45	1,18±0,2	2,02±0,5	16,6±1,3	17,8±2,6	21,4±3,6	18,4±5,1	13,8±2,9
Th	0,02±0,008	0,097±0,06*	0,02±0,005	0,02±0,003	0,1±0,002*	0,02±0,004*	0,007±0,001*	0,006±0,002*	0,01±0,003*
U	0,61±0,6	0,28±0,16*	0,05±0,01	0,07±0,035	0,18±0,08*	0,07±0,02*	0,07±0,01*	0,08±0,008*	–

Таблица (продолжение)

Эле- мент	Район							Томская область (без Томского района)
	Томский	Асиновский	Первомайский	Верхнекетский	Тегульдетский	Зырянский	Бакcharский	
Na	762,2±51,3	460±78	286,6±69	259,5±54,3	599,3±88	566,5±53	786,3±82,4	518,06±28,0
Ca	3467,3±184,6	2415±489	1748,1±289,0	1280,0±201,9	2196±273	2043±118	2086,5±209,8	2184,37±88,0
Sc	0,09±0,01	0,03±0,003	0,006±0,0009	0,021±0,006	0,04±0,005	0,012±0,001	0,03±0,003	0,03±0,003
Cr	7,11±0,66	1,83±0,45	0,83±0,15	1,6±0,3	5,9±0,9	1,03±0,1	2,0±0,5	3,05±0,29
Fe	1079,9±126,78	183,2±33	49,9±2,9	180,5±40,6	392,8±31	105,3±9	99,2±30,1*	242,36±30,9
Co	0,3±0,027	0,22±0,02	0,04±0,006	0,16±0,03	0,23±0,03	0,17±0,02	0,57±0,09	0,23±0,02
Zn	172,61±5,9	163±24	210,3±13,4	191,3±15,04	222±11	150,4±5	210,4±11,6	186,9±4,4
As	0,89±0,02*	–	–	0,77±0,04	–	–	–	1,05±0,01
Se	0,55±0,05	0,77±0,06	1,3±0,08	0,87±0,18	0,8±0,04	0,4±0,02	0,66±0,04	0,78±0,03
Br	19,5±1,7	2,9±0,5	9,5±1,2	9,7±2,3	2,4±0,4	4,1±0,4	5,9±0,7	6,32±0,35
Rb	2,0±0,08*	2,1±0,08*	–	2,0±0,1*	2,2±0,13*	2,1±0,04*	4,5±1,1*	2,4±0,17
Sr	16,3±5,3*	–	10±1,1*	–	13,1±1,4*	13,5±0,9*	10,4±0,3*	11,8±0,4
Ag	0,61±0,13*	0,2±0,04*	0,17±0,03*	0,59±0,13*	0,45±0,09*	0,2±0,02*	0,43±0,06	0,3±0,018
Sb	0,21±0,02*	0,045±0,008*	0,06±0,01*	0,096±0,03*	0,11±0,03*	0,06±0,006	0,05±0,008*	0,07±0,005
Cs	0,03±0,0007*	–	0,03±0,001*	0,031±0,001*	–	0,03±0,001*	0,06±0,02*	0,04±0,003
Ba	10,9±1,3*	14,7±4,7*	8,07±1,1*	14,58±2,5*	12,3±1,0*	11,7±0,5*	13,7±1,3*	11,3±0,46
La	0,41±0,03	0,06±0,01	0,02±0,004	0,17±0,04	0,14±0,03	0,26±0,01	0,26±0,04	0,2±0,01
Ce	0,56±0,07	0,1±0,01*	0,23±0,05*	0,45±0,09*	0,26±0,05*	0,26±0,03*	0,22±0,01	0,32±0,02
Sm	0,11±0,009	0,08±0,02	0,002±0,00004*	0,04±0,03	0,22±0,01	0,04±0,003	0,3±0,05*	0,094±0,009
Eu	0,04±0,002*	–	–	0,02±0,003*	0,008±0,0004*	0,005±0,0002*	0,009±0,0007	0,008±0,0005
Tb	0,01±0,0004*	–	0,01±0,0001*	0,017±0,005	0,01±0,0003*	0,01±0,0003*	0,02±0,0003*	0,011±0,0004
Yb	0,11±0,03*	0,02±0,002*	0,03±0,0004*	0,037±0,005*	0,03±0,0003*	0,022±0,006*	0,03±0,004*	0,02±0,002
Lu	0,015±0,001*	0,008±0,0008*	0,001±0,00007*	0,005±0,002*	0,004±0,0003	0,004±0,0002*	0,003±0,0005*	0,005±0,0002
Hf	0,1±0,008*	0,03±0,002*	0,02±0,006*	0,03±0,005*	0,04±0,003*	0,02±0,002*	0,05±0,007	0,04±0,003
Ta	0,06±0,002*	–	–	0,02±0,005*	–	–	0,02±0,0003*	0,027±0,0008
Au	0,11±0,03	0,05±0,02	0,016±0,005	0,04±0,01	0,04±0,005	0,04±0,006	0,05±0,008	0,04±0,004
Hg	1,25±0,18	0,47±0,12	1,8±0,19	0,86±0,19	1,15±0,14	1,06±0,07	0,21±0,03	3,21±0,3
Th	0,19±0,04*	0,015±0,002*	0,01±0,001*	0,02±0,003*	0,038±0,004*	0,01±0,0007*	0,03±0,002*	0,018±0,001
U	0,21±0,02*	0,05±0,017*	0,024±0,003*	0,08±0,01*	0,11±0,02*	0,16±0,01*	0,18±0,03*	0,14±0,01

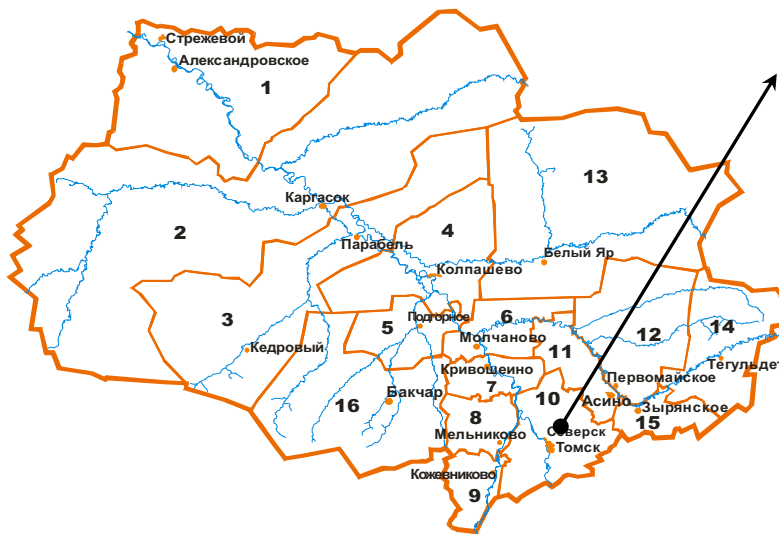


Рис. 1. Административно-территориальное деление Томской области (стрелкой показано преобладающее направление ветров). Районы: 1) Александровский; 2) Каргасокский; 3) Парабельский; 4) Колпашевский; 5) Чаинский; 6) Молчановский; 7) Кривошеинский; 8) Шегарский; 9) Кожениковский; 10) Томский; 11) Асиновский; 12) Первомайский; 13) Верхнекетский; 14) Тегульдетский; 15) Зырянский; 16) Бакcharский

шевский) характеризуются преобладанием в структуре хозяйства нефтегазодобывающего комплекса. В недрах Бакcharского и Колпашевского районов расположено железорудное месторождение с прогнозными ресурсами в 110 млрд т. Остальные районы можно отнести к сельскохозяйственным и районам с развитой лесной и деревоперерабатывающей промышленностью.

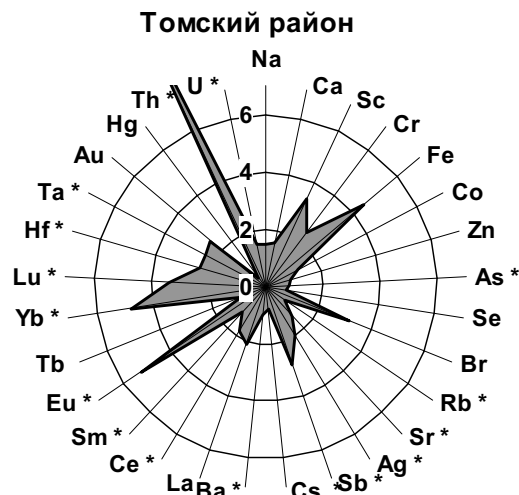


Рис. 2. Коэффициенты концентрации элементов в волосах детей, проживающих в Томском районе, относительно среднего для Томской области (здесь и далее звездочкой отмечены элементы, определяемые не во всех пробах)

Данные по содержанию 29 химических элементов в составе волос детского населения, проживающего в различных районах Томской области, приведены в табл. 1. При расчете средних аномально высокие концентрации были заменены на среднее значение концентрации данного элемента в выборке. Содержание отдельных элементов находит-

ся на уровне ниже предела определения анализа (мг/кг): As < 1, Rb < 2, Sr < 10, Cs < 0,03, Ba < 10. Однако в некоторых населенных пунктах они были зафиксированы. Так, например, As был обнаружен в пробах из пос. Сайга и Белый Яр Верхнекетского района.

Анализ имеющегося фактического материала (табл. 1) показал, что районы области имеют индивидуальную биогеохимическую специфику, о чем можно судить по спектру элементов в волосах детей с высокими коэффициентами концентрации относительно средних значений для региона в целом, рассчитанным без учета данных о содержании элементов по Томскому району (рис. 2–6), поскольку он имеет наиболее сложную экологическую обстановку, обусловленную деятельностью предприятий СПУ. Волосы проживающих здесь детей ярко отражают в своем составе техногенную составляющую (рис. 2).

Спецификой этой территории является содержание в изучаемой ткани наиболее широкого спектра элементов, которые накапливаются выше среднеобластных показателей. Кроме того, образцы волос детей именно в Томском районе характеризуются максимальными концентрациями Th, Sb, Br, Eu, Yb. В них интенсивно накапливаются Sc, Cr, Fe, Hf, Br, Sb, Au и некоторые редкоземельные элементы, для которых характерно крайне неравномерное пространственное распределение, связанное с расположением источников природно-техногенного воздействия на территории СПУ, о чем мы неоднократно писали [8, 15, 18]. Так, сильное воздействие на природные среды в Томском районе оказывают предприятия топливно-энергетического комплекса, а также промышленные объекты г. Томска, что может приводить к повышенному относительно среднеобластных показателей содержанию в волосах Sc, Cr, Fe, Co, Hf. Именно с нео-

днородностью распределения связан факт присутствия в пробах на контрольных участках и более удаленных от промышленных предприятий территориях элементов в количествах, не превышающих пределы определения данным видом анализа (рис. 2). В то же время, импактные зоны дают в целом по району превышение над средним относительно области уровнем, составляющем минимально в 1,2 раза для Sm, а максимально – в 10,7 раз для Th. Природным источником, явившимся возможной причиной столь высоких концентраций тория и редкоземельных элементов на территории Томского района, могут быть расположенные здесь Туганское и Георгиевское месторождения циркон-ильменитовых россыпей, обогащенных к тому же, радиоактивными элементами [17]. В отдельных населенных пунктах, как, например, в Моряковском Затоне, имеет место комплексный характер природно-техногенного влияния, обусловленный как проявлениями циркон-ильменитовых песков вблизи поселка, так и функционированием в данном населенном пункте стекольного завода, использовавшего для своей работы пески туганского типа. Содержание тория в волосах детей, проживающих в этом месте, достигает значений 2,4 мг/кг сухого веса. Следует отметить, что эта геохимиче-

ская специфика Моряковского Затона отмечается по всем природным средам, изучаемым сотрудниками кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ (накипь питьевых вод, пылеаэрозоли и др.). Существование данной геохимической аномалии требует специального рассмотрения.

Наибольшие концентрации U установлены в образцах из север-северо-восточной зоны и г. Северска [8], что, по всей видимости, вызвано воздействием Сибирского химического комбината. Накопление Br и Sb, отмеченное в качестве особенности этой территории и для ряда других природных сред, обусловлено, на наш взгляд, в большей степени деятельностью нефтехимического комбината [3, 7, 16]. Следует учесть так же возможность влияния Семилуженского сурьмяного проявления, локализующегося на данной территории [17].

Зырянский, Асиновский, Первомайский, Верхнекетский и Тегульдетский районы нами были рассмотрены в совокупности, поскольку все они находятся в северо-восточном направлении от Томск-Северской промышленной агломерации и, в определенной мере, испытывают на себе негативное воздействие от ветрового переноса веществ от зоны СПУ при преобладающем направлении ветров (рис. 3).

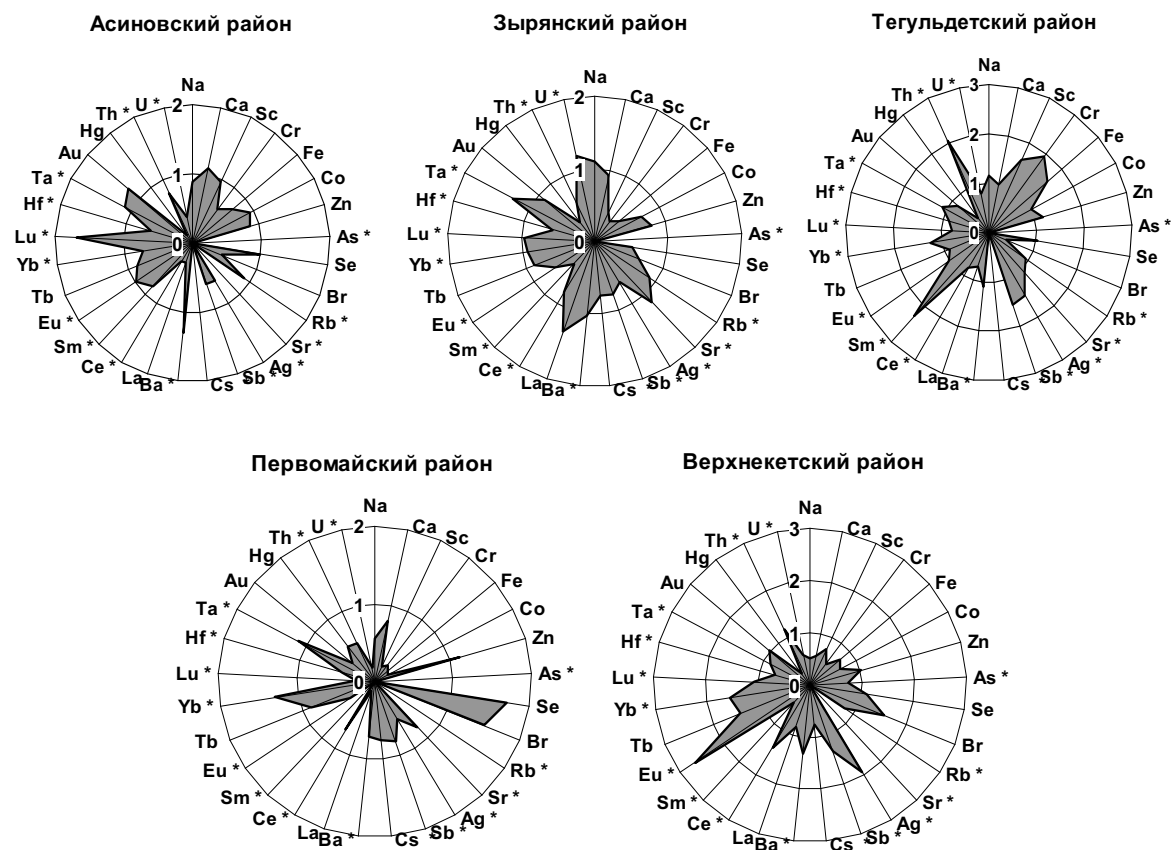


Рис. 3. Коэффициенты концентрации элементов в волосах детей, проживающих в районах северо-восточного направления относительно СПУ и Сибирского химического комбината, по коэффициентам концентрации элементов относительно средних значений для Томской области

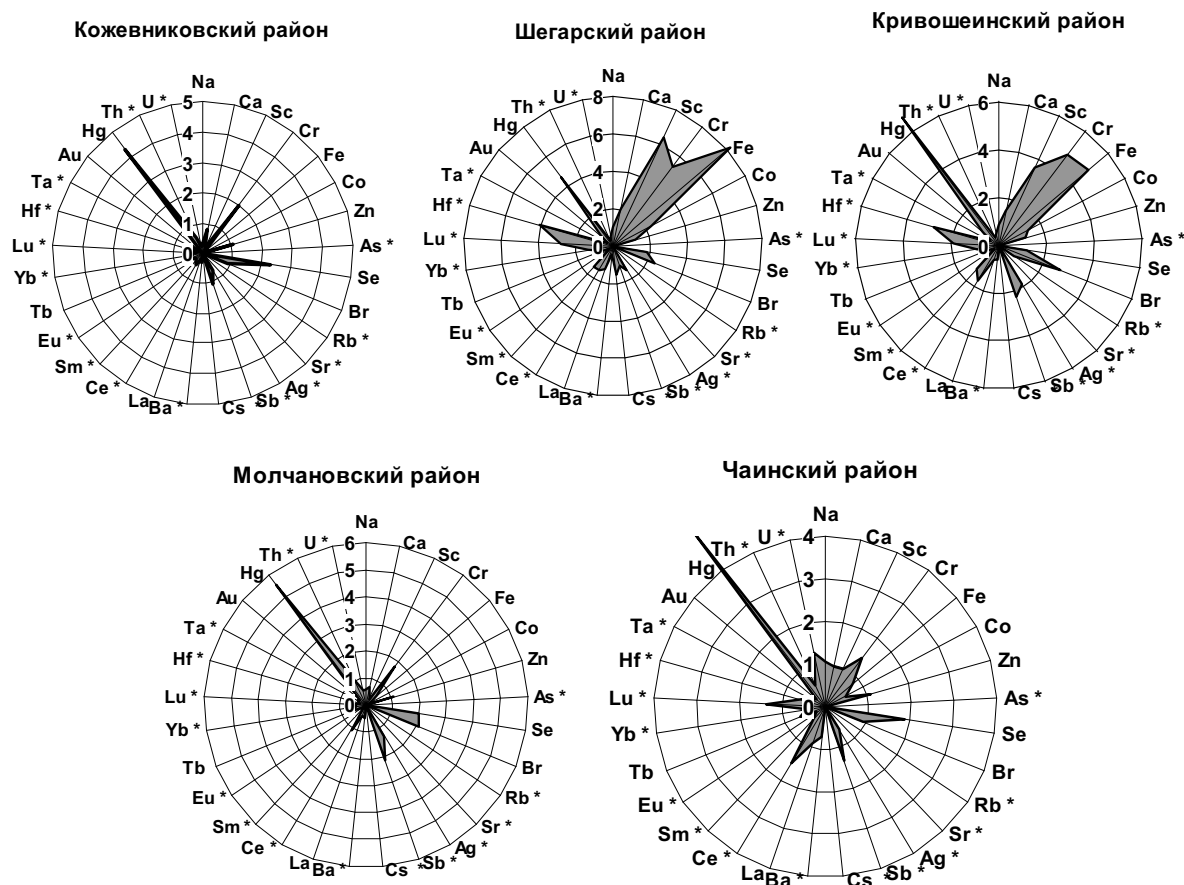


Рис. 4. Коэффициенты концентрации элементов в волосах детей, проживающих в районах с малой степенью техногенной трансформации природных сред, относительно средних значений для Томской области

Установлено, что районы данной группы значительно отличаются от других набором элементов, входящих в биогеохимические ряды, что свидетельствует о разнообразии факторов, влияющих на формирование элементного состава волос детского населения Томской области. Можно отметить некоторую схожесть биогеохимической специализации волос в Верхнекетском и Тегульдетском районах: нахождение Ag, Sb, Yb, Th в концентрациях выше средних для области (рис. 3). Кроме того, для Тегульдетского района четко выделяется Sc-Cr-Fe ассоциация, отмеченная нами ранее для волос детей в Томском районе и обусловленная деятельностью предприятий топливно-энергетического комплекса г. Томска, работающих на угле [7, 18].

В образцах волос детей, проживающих в Зырянском районе, отмечается несколько повышенное содержание U и La. Поступление этих элементов в организм детей и последующее их накопление в волосах может быть обусловлено как влиянием деятельности Сибирского химического комбината, так и наличием природного источника – Яйского месторождения бурых углей, обогащенных ураном, редкими и редкоземельными элементами, которые поступают в питьевые воды Зырянского района [19], и, вероятно, присутствием песков туфанского типа.

Специфические биогеохимические особенности состава волос детей были выявлены для районов с преимущественным развитием сельского хозяйства. К ним отнесены Кожевниковский, Шегарский, Кривошеинский, Чаинский и Молчановский. Данные территории, не испытывающие воздействие от предприятий Томск-Северской промышленной агломерации по основной розе ветров, были условно отнесены к группе с малой техногенной трансформацией природных сред (рис. 4).

Они отличаются накоплением ртути в волосах детей – практически во всех районах в геохимическом ряду она выходит на первое место, причем коэффициенты концентрации имеют высокие значения (превышения над региональным уровнем составляют 4–6 раз) [20]. В сельскохозяйственных регионах загрязнение почв ртутью является весьма распространенным процессом, происходящим при применении фунгицидов [21]. Поступление этого высокотоксичного элемента в организм и его накопление в волосах населения может происходить аэрогенным путем при пылении почв, либо по пищевой цепи через выращенные на этих почвах пищевые продукты.

Кроме того, в Шегарском, Кривошеинском и Молчановском районах в составе волос детей происходит концентрация Вг с превышениями над региональным уровнем до 1,6 раз. Можно предпо-

ложить, что его накопление является следствием интенсивно ведущейся добычи нефти и газа в северных районах Томской области, либо другими возможными источниками Вг.

Характер накопления элементов в волосах детского населения Шегарского и Кривошеинского районов можно обозначить как практически идентичный. На этих территориях в волосах детей концентрируются Sc, Cr, Fe, Hf (рис. 4).

В Шегарском районе элементы содержатся в более высоких количествах, что может говорить о более интенсивном их поступлении. Как указывалось ранее в наших работах [3, 18], оно может быть обусловлено трансграничным переносом веществ по долинам рек от предприятий топливно-энергетического комплекса гг. Кемерово, Новокузнецка, а также местных котельных, работающих на угле. Подобная ассоциация элементов не характерна для других районов этой группы, и только в Чаинском районе в волосах детей отмечается накопление хрома с коэффициентом концентрации 1,5. Безусловно, интересно накопление Se в волосах в трех из пяти районов этой группы, природа которого нам пока не понятна.

Северные нефтегазоносные территории отличаются высоким уровнем содержания в волосах детей Au, Br, Sb, Hf, Ca, Ag и Th (рис. 5). В спектр элементов, накапливающихся здесь в волосах в концентрациях выше среднего для области уровня, входят также Se, Eu. На данный момент нельзя однозначно сказать, что является источником столь значительного поступления золота. Можно предполагать, что Au и Br, фиксируемые в волосах детей Каргасокского и Александровского районов, имеют общий источник: они могут попадать в окружающую среду в результате горения факелов на нефтегазовых месторождениях, поскольку известно, что бромидные соединения золота весьма летучие. Этот же техногенный источник может быть причиной значительных накоплений в составе волос сурьмы. Бром-сурьмяная специфика воздействия в районах нефтегазодобычи была выявлена и по данным изучения твердого осадка снега [22]. А, как известно, между пылеаэрозольными выпадениями и составом волос человека существует корреляционная взаимосвязь [10]. Вопрос поступления золота требует дополнительных исследований.



Рис. 5. Коэффициенты концентрации элементов волос детей, проживающих в районах с интенсивной нефтегазодобычей, относительно средних значений для Томской области

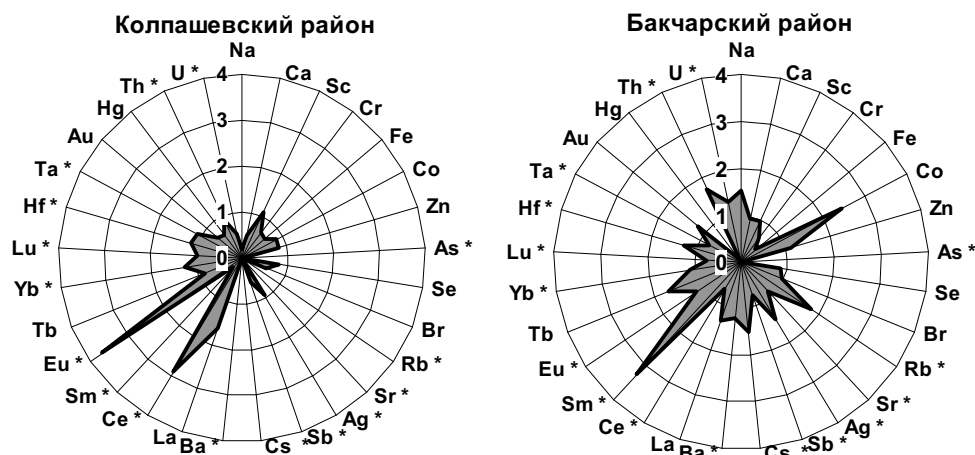


Рис. 6. Коэффициенты концентрации элементов в волосах детей, проживающих в районах распространения железорудного бассейна, относительно средних значений для Томской области

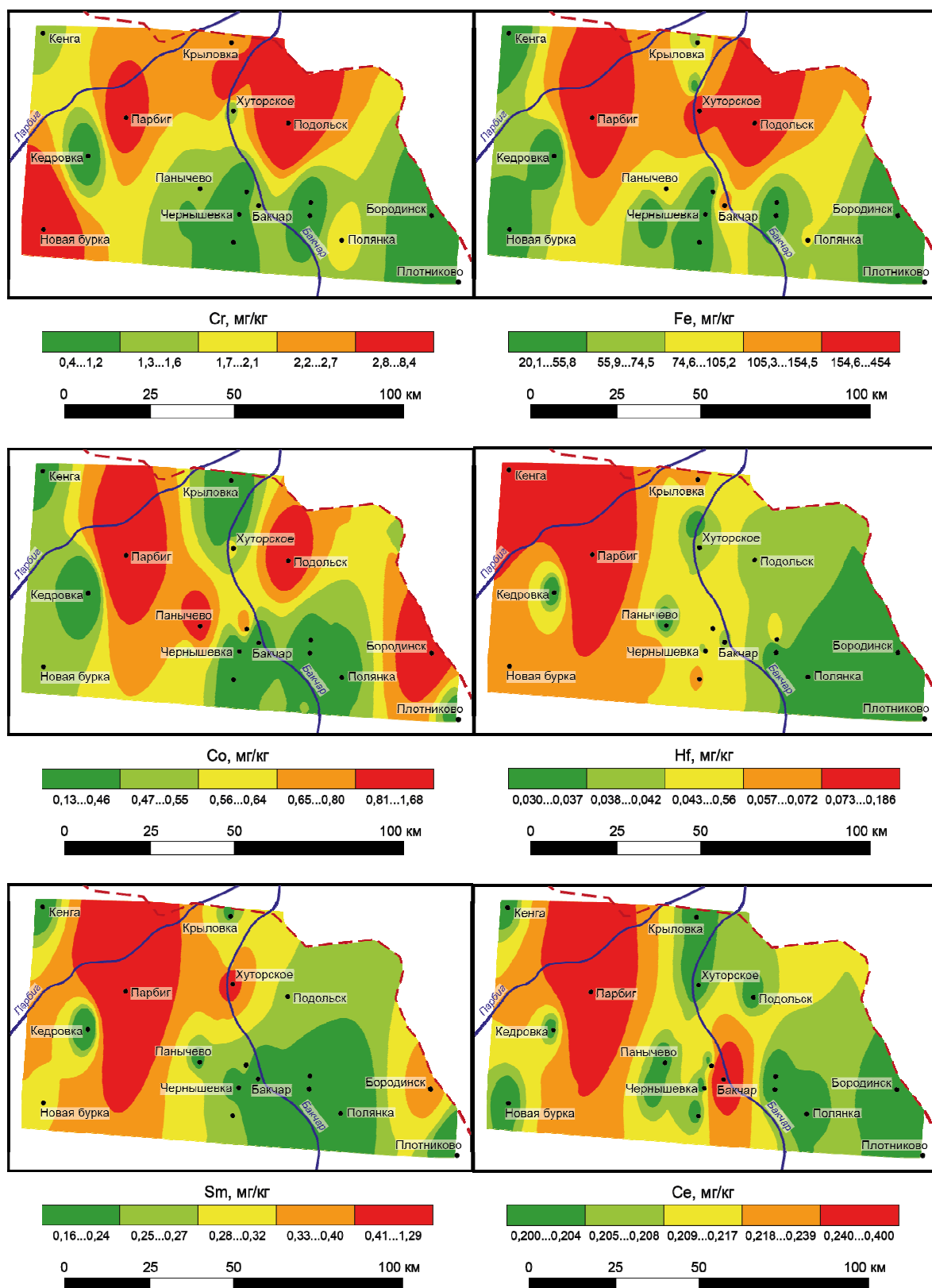


Рис. 7. Схематическая карта распределения (слева направо, сверху вниз): хрома, железа, кобальта, гафния, самария, церия на территории Бакчарского района по данным элементного состава волос детей (мг/кг)

Нами была специально изучена проблема особенности накопления элементов в составе волос детей, проживающих в населенных пунктах районов, в недрах которых локализуются крупные ресурсы железных руд (Бакчарский и Колпашевский железорудные узлы) (рис. 6). При этом в Бакчарском районе представительно были изучены практически все населенные пункты, что позволило на основании полученных результатов построить схематические геохимические карты районов (рис. 7).

Яркой особенностью биосубстрата в Бакчарском районе можно считать значительное накопление Со, являющегося характерным элементом для железных руд, распространенных на данной территории. Но, в то же время, в них не фиксируется мышьяк, постоянно присутствующий в рудах этого типа. Выделяет этот район также уровень накопления Rb (коэффициент концентрации равен 1,8).

Кроме того, обращает на себя внимание повышенное относительно регионального уровня содержание Eu и Се в волосах детей Колпашевского района, так же как и в Парабельском (рис. 5, 6). Источником редкоземельных элементов на этих территориях, на наш взгляд, могут служить локальные проявления циркон-ильменитовых россыпей.

Анализ коэффициентов концентрации элементов, накапливающихся в волосах детей Бакчарского и Колпашевского районов Томской области, позволил установить особенность, заключающуюся в том, что содержание Fe в изученном биосубстрате примерно в 2 раза ниже среднеобластных показателей. Это связано, по всей вероятности, с формой нахождения железа в питьевых водах [23], откуда оно поступает в организм человека, и неспособностью этой формы накапливаться в депонирующих тканях в высоких концентрациях. С другой стороны, анализ графического материала распределения элементов на территории Бакчарского района показал, что геолого-геохимическая неоднородность находит свое отражение в этой ткани. Так, железо фиксируется в области распространения железорудного бассейна так же, как и хром (рис. 7). Это доказывает, что элементный состав тканей человека является весьма чувствительным к геохимическим параметрам окружающей среды, а количественные характеристики зависят от выбора фоновых показателей для нормирования, от формы поступления элемента, источников, влияющих на его концентрирование.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ревич Б.А. Химические элементы в волосах человека как индикатор воздействия загрязнения производственной и окружающей среды // Гигиена и санитария. — 1990. — № 3. — С. 55–59.
2. Бабикова Ю.Ф., Колесник В.В., Росляков Н.П., Горбунов А.В., Ревич Б.А., Сотсков Ю.П. Микроэлементный состав волос населения как индикатор загрязнения природой и производственной сред // В кн.: Активационный анализ. Методология и применение. — Ташкент: ФАН, 1990. — С. 209–214.

Значительные повышения содержания в волосах таких элементов, как кобальт, гафний, церий, лантан, самарий (рис. 7) отмечаются на северо-западе Бакчарского района. Возможно, это связано с присутствием циркон — ильменитовых песков. Так, В.А. Даргевич [24] отмечает, что к зоне распространения оолитовых осадочных руд железа приурочены и многочисленные проявления ильменит-цирконовых россыпей.

Выводы

Установлена внутрирегиональная специфика накопления элементов в волосах детей, проживающих на территории 16-ти районов Томской области.

Предложены средние оценочные показатели для каждого административного района и области в целом по 534 пробам.

Волосы детей в наиболее населенном Томском районе характеризуются широким спектром элементов, содержание которых выше среднеобластных показателей: Th, Sb, Br, Eu, Yb, Sc, Cr, Fe, Br, Sb, Au. Столь широкий спектр элементов обусловлен сложной природно-техногенной обстановкой территории района. К факторам, влияющим на накопление химических элементов в волосах детей, следует, прежде всего, отнести деятельность предприятий Северного промышленного узла, промышленные объекты г. Томска и предприятия топливно-энергетического комплекса; влияние природного источника — месторождения циркон-ильменитовых песков.

Специфика Верхнекетского и Тегульдского районов заключается в накоплении Ag, Sb, Yb, Th с коэффициентами концентрации 1,5...2. В волосах детей, проживающих в Зырянском районе, отмечается несколько повышенное содержание U и La.

Для районов с развитым сельским хозяйством было зафиксировано присутствие Hg в волосах детского населения (превышения над региональным уровнем составляют 4...6 раз) и в ряде случаев Se.

Северные нефтегазоносные территории отличаются более высоким уровнем накопления Au, Br, Sb, Hf, Ca, Ag и Th.

На территориях распространения железорудного бассейна выявлены низкие концентрации Fe в образцах волос на уровне примерно в 2 раза ниже среднеобластных показателей.

Научно-исследовательская работа проведена в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (проект 2011-1.2.2-141-005-009).

3. Барановская Н.В. Элементный состав биологических материалов и его использование для выявления антропогенно-измененных территорий (на примере южной части Томской области): автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Томск, 2003. — 24 с.
4. Агаджанян Н.А., Скальный А.В. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека. — М.: Изд-во КМК, 2001. — 83 с.
5. Ревич Б.А. Биомониторинг микроэлементов в организме человека // Микроэлементы в медицине. — 2005. — № 4. — С. 11–16.

6. Mazumder D.N.G., Chakraborty A.K., et al. Chronic arsenic toxicity from drinking water in rural West Bengal // *Bull. World Health Org.* — 1988. — V. 66. — P. 499–506.
7. Рихванов Л.П., Язиков Е.Г., Сухих Ю.И., Барановская Н.В. и др. Эколого-геохимические особенности природных сред Томского района и заболеваемость населения. — Томск: Курсив, 2006. — 216 с.
8. Baranovskaya N.V., Shvetsova D.V., Rikhvanov L.P. Element content in children hair samples (Tomsk Region, Russia) // *Trace Elements in Human: New Perspectives: Proc. of the 7th Intern. Symp.* — Athens, Greece, 2009. — P. 290–303.
9. Сагит Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. и др. Геохимия окружающей среды. — М.: Недра, 1990. — 335 с.
10. Zhuk L.I., Kist A.A. Human hair neutron activation analysis: analysis on population level and mapping // *Czechoslov. J. Phys.* — 1999. — V. 49. — S. 1. — P. 339–346.
11. Зайчик В.Е., Агаджанян Н.А. Некоторые методологические вопросы медицинской элементологии // *Вестник восстановительной медицины.* — 2004. — № 3. — С. 19–23.
12. Element analysis of biological materials. Current problems and techniques with special reference to trace elements. App. II. Technical reports series. — № 197. — Vienna: IAEA, 1980. — P. 351–367.
13. Report on Second Research Coordination Meeting of IAEA. — Neuherberg, 1985. — P. 231–237.
14. Жук Л.И., Кист А.А. Картирование элементного состава волос // В кн.: Активационный анализ: методология и применение. — Ташкент: ФАН, 1990. — С. 190–201.
15. Барановская Н.В., Рихванов Л.П., Язиков Е.Г. Оценка экологического состояния юга Томской области по комплексу природных сред // *Актуальные проблемы геохимической экологии: Труды V Междунар. биогеохимической школы.* — Семипалатинск, Казахстан, 2005. — С. 412–415.
16. Экология Северного промышленного узла г. Томска. Проблемы и решения / под ред. А.М. Адама. — Томск: Изд-во ТГУ, 1994. — 260 с.
17. Циркон-ильменитовые россыпные месторождения — как потенциальный источник развития Западно-Сибирского региона / под ред. Е.Н. Трибунского. — Кемерово: Сирс, 2001. — 217 с.
18. Барановская Н.В. Содержание Fe, Cr, Co, Sc, Hf в волосах населения Томской области // *Вестник Томского государственного университета.* — 2003. — Вып. 3 (V). — С. 126–128.
19. Рихванов Л.П. Общие и региональные проблемы радиоэкологии. — Томск: Изд-во ТПУ, 1997. — 384 с.
20. Швецова Д.В., Барановская Н.В., Корогод Н.П. Ртуть в волосах детей Томской области // *Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты: Матер. Междунар. симп.* — Москва, Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН, 7–9 сент. 2010. — М.: ГЕОХИ РАН, 2010. — С. 330–333.
21. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. — М.: Мир, 1989. — 439 с.
22. Шатилов А.Ю. Вещественный состав и геохимическая характеристика атмосферных выпадений на территории Обского бассейна: автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. — Томск, 2001. — 24 с.
23. Видяйкина Н.В. Обеспечение экологической безопасности при использовании сельским населением подземных вод для питьевых целей (на примере Томской области и Ханты-Мансийского автономного округа): автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. — Томск, 2010. — 21 с.
24. Даргевич В.А. Сравнительная количественная оценка перспектив территории Томской области на ильменит-цирконовые россыпи раннеэоценового возраста // *Проблемы геологии, рудообразования и минерализации Сибири.* — Новосибирск: СНИИГ-ГиМС, 2000. — С. 102–105.

Поступила 21.01.2011 г.