

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

НАГРУЗКА НАСЕЛЕНИЯ г.МОСКВЫ МЫШЬЯКОМ, КАДМИЕМ,
ХРОМОМ, НИКЕЛЕМ И СВИНЦОМ И ЕЁ СВЯЗЬ
С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙARSENIC, CADMIUM, CHROMIUM, NICKEL AND LEAD EXPOSURE
ON MOSCOW CITIZENS AND ITS RELATION TO THE ENVIRONMENTЕ.П. Серебрянский
E.P. Serebryansky

АНО “Центр Биотической медицины”, а/я 56, Москва 125047 Россия.

ANO “Center for Biotic Medicine”, P.O. Box 56, Moscow 125047 Russia.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: токсичные элементы, окружающая среда, волосы.

KEY WORDS: toxic elements, environment, hair.

РЕЗЮМЕ. В работе дана гигиеническая оценка степени накопления токсичных элементов (As, Cd, Cr, Ni, Pb) в волосах взрослого и детского населения г. Москвы в сопоставлении с содержаниями этих элементов и суммарными индексами загрязнения почв и снегового покрова города. Установлен умеренный характер ситуации с накоплением токсичных элементов (As, Cd, Cr, Ni, Pb) в волосах населения. Получены корреляционные зависимости, свидетельствующие о роли факторов окружающей среды в накоплении токсичных элементов в организме человека.

ABSTRACT. The study presents hygienic assessment of the toxic elements exposure on Moscow adult and infant people in comparison with the levels of these elements in the city's soil and snow coat. It is determined that accumulation of the studied elements in hair of citizens is moderate. Spatial correlations between toxic elements in hair from the one hand and soil and snow coat from the other hand suggest that the environmental pollution leads to bioaccumulation of toxic factors in human.

Введение

Поступление в организм токсичных элементов из антропогенных источников вызывает общетоксический эффект и нарушает естественный обмен элементов (Авцын и др., 1991; Сагит и др., 1990; Ревич, 1992; Жаворонков и др., 1999; Скальный, 2000). Комплексное воздействие природных, антропогенных и социально-экономических факторов ведет к ухудшению здоровья и способности организма к адаптации. В свою очередь, на популяционном уровне это является одной из причин ухудшения демографических показателей состояния населения РФ в целом (Шабров, Маймулов, 1997; Онищенко и др., 2002).

В данной работе продемонстрирован подход к гигиенической оценке уровня накопления токсичных элементов в волосах жителей мегаполиса. В условиях сложной социально-экономической и экологической ситуации в крупных городах и промышленных центрах, актуальным становится решение комплекса гигиенических и медико-профилактических задач, связанных с определением нагрузки населения токсичными факторами и с коррекцией элементного обмена.

Материалы и методы

Для создания базы данных в период с 1999 по 2002 гг. была собрана и систематизирована информация о 20500 человек, различного пола и возраста,

Таблица 1. Распределение обследованных москвичей по округам проживания и возрасту.

Округ	Дети	Взрослые	Всего
САО	652	1452	2104
СВАО	641	1650	2291
ВАО	562	1345	1907
ЗАО	596	1457	2053
Зеленоград	465	1423	1888
СЗАО	567	1254	1821
ЦАО	612	1879	2491
ЮАО	521	1459	1980
ЮВАО	514	1427	1941
ЮЗАО	568	1456	2024
Всего	5698	14802	20500

постоянно проживающих в разных районах г. Москвы (табл. 1). Группирование обследуемых лиц осуществлялось по округам и районам проживания, а также по возрасту — дети до 14 лет и взрослые. У всех опрошенных были отобраны волосы для проведения анализа методами ИСП-АЭС и ИСП-МС на содержание химических элементов (Al, As, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Se, Si, Sn, Ti, V, Zn). Процедуры анализа и основные аналитические характеристики применяемых методов описаны ранее (Серебрянский и др., 2003).

Применение элементного анализа волос для физиолого-гигиенической оценки элементного статуса человека, в том числе для оценки риска здоровью в результате накопления токсичных элементов, хорошо изучено (Скрининговые методы..., 1989; Критерии оценки экологической обстановки..., 1992; Ревич, 1992; Caroli et al., 1992; Sabbioni et al., 1992; Скальный, 2000; Онищенко и др., 2002). Однако из-за отсутствия утвержденных гигиенических нормативов биологически допустимого уровня (БДУ) содержания токсичных элементов в волосах людей, профессионально не контактирующих с этими элементами, для формирования групп риска токсического воздействия As, Cr, Cd, Ni, и Pb были использованы условные биологически допустимые уровни (УБДУ)

— округленные значения 75-го центиля содержания элементов в волосах, применяемые в практической деятельности Центра биотической медицины, Москва, (Скальный, 2000, 2003).

Полученные данные по элементному составу волос жителей Москвы сравнивались с результатами эколого-геохимического картирования почв и снегового покрова г. Москвы (по данным института минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов, МПР РФ, Москва). Как показатели накопления элементов в окружающей среде, так и концентрации элементов в волосах жителей были усреднены по округам и районам. Статистический анализ данных проводился с применением стандартных методов (изучение достоверности различий с помощью критерия Стьюдента, корреляционный анализ по Пирсону и Спирмену). Все показатели затем были организованы для создания электронной геоинформационной системы (ГИС) и графического анализа (рис. 1).

Результаты и их обсуждение

Свинец. Исходя из значения УБДУ свинца в волосах 5 мкг/г установлено, что встречаемость среди

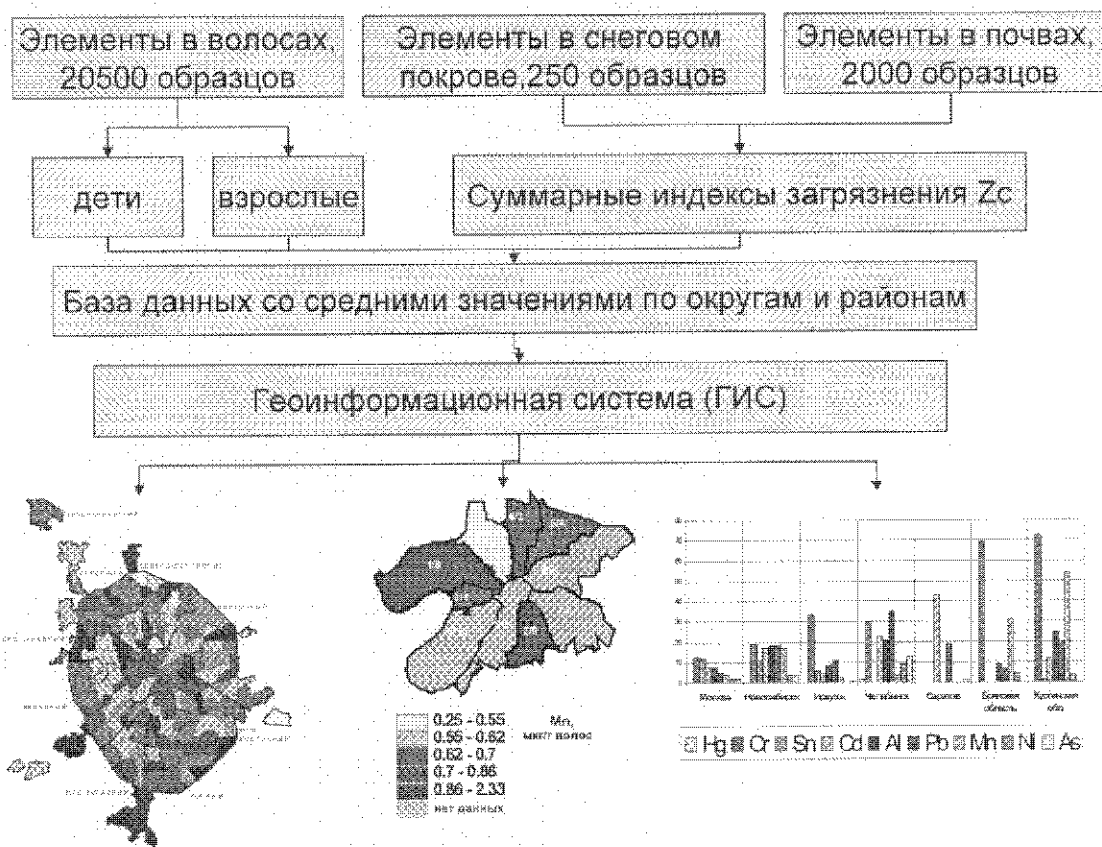


Рис. 1. Схема обработки массивов данных.

Таблица 2. Показатели накопления Pb в волосах жителей различных АО г. Москвы (% лиц с превышением УБДУ и абсолютные средние значения).

Округ	Взрослые			Дети до 14 лет		
	%	ранг (%/ конц.)	среднее, мкг/г	%	ранг (%/ конц.)	среднее, мкг/г
САО	4,88%	6/5	1,58±0,19	2,53%	9/9	1,41±0,13
СВАО	6,41%	1/3	1,64±0,17	4,46%	4/2	1,73±0,27
ВАО	5,79%	3/2	1,87±0,25	5,10%	3/6	1,53±0,16
ЗАО	4,57%	7/10	1,4±0,16	5,54%	2/5	1,6±0,12
Зеленоград	5,74%	4/6	1,48±0,28	0,42%	10/10	1,24±0,18
СЗАО	6,08%	2/1	2,13±0,36	3,85%	7/8	1,43±0,11
ЦАО	4,43%	8/9	1,41±0,14	6,10%	1/1	1,77±0,14
ЮАО	4,98%	5/4	1,61±0,19	4,04%	6/4	1,63±0,2
ЮВАО	4,31%	9/8	1,42±0,15	4,12%	5/3	1,68±0,14
ЮЗАО	3,88%	10/7	1,45±0,19	3,13%	8/7	1,44±0,1
В целом по Москве	5,11%		1,59±0,26	3,93%		1,55±0,13

Таблица 3. Показатели накопления Cd в волосах жителей различных АО г. Москвы (% лиц с превышением УБДУ и абсолютные средние значения).

Округ	Взрослые			Дети до 14 лет		
	%	ранг (%/ конц.)	среднее, мкг/г	%	ранг (%/ конц.)	среднее, мкг/г
САО	7,77%	4/2	0,22±0,02	7,01%	8/10	0,18±0,01
СВАО	7,95%	2/1	0,25±0,03	9,30%	1/2	0,21±0,01
ВАО	7,27%	6/2	0,22±0,02	7,53%	4/6	0,20±0,01
ЗАО	6,54%	7/7	0,20±0,02	6,56%	9/9	0,19±0,01
Зеленоград	5,13%	9/9	0,17±0,02	3,23%	10/6	0,20±0,04
СЗАО	10,16%	1/2	0,22±0,01	7,52%	5/1	0,23±0,02
ЦАО	7,52%	5/6	0,21±0,02	7,12%	6/6	0,20±0,02
ЮАО	7,80%	3/2	0,22±0,02	7,02%	7/2	0,21±0,02
ЮВАО	3,56%	10/10	0,16±0,01	9,04%	2/2	0,21±0,02
ЮЗАО	6,02%	8/8	0,19±0,02	7,76%	3/2	0,21±0,02
В целом по Москве	6,97%		0,21±0,01	7,21%		0,20±0,01

населения в целом лиц с превышением этого значения в среднем по Москве умеренная (4,86%), по сравнению со многими другими крупными городами РФ: свыше 20% в Челябинске, до 13 % в Санкт-Петербурге, 4,94% в Нижнем Новгороде (Скальный, 2000).

Из таблицы 2 следует, что наибольшая доля взрослого населения, испытывающего повышенное накопление свинца в волосах, встречается в СВАО, ВАО, СЗАО и г. Зеленограде, а среди детей — в ЦАО, ЗАО и ВАО, где доля детей с превышением УБДУ Pb в волосах составляет свыше 5%. Минимальная встречаемость превышения УБДУ Pb в волосах отмечена у детей, проживающих в г. Зеленограде и в САО.

Таким образом, фактическое накопление свинца в организме жителей г. Москвы является умеренным и находится на среднем уровне для РФ. Однако, в масштабе отдельных административных округов и

районов установлены существенные различия в степени воздействия свинца на население (рис. 2), что может послужить обоснованием для проведения адресных санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий. Относительно более подвержены накоплению свинца жители северной части мегаполиса: СВАО, ВАО, СЗАО, ЗАО и г. Зеленограда (взрослое население).

Кадмий. Максимальная частота встречаемости превышения принятого УБДУ Cd в волосах (0,5 мкг/г) у взрослого населения отмечена в СЗАО, СВАО, ЮАО, САО и ЦАО (табл. 3, рис. 3).

Максимальная доля детей с превышением УБДУ Cd отмечена в СВАО и ЮВАО. В ЮВАО распространенность детей с избыточным накоплением Cd значительно выше, чем взрослых, тогда как в г. Зеленограде и СЗАО наблюдается обратная тен-

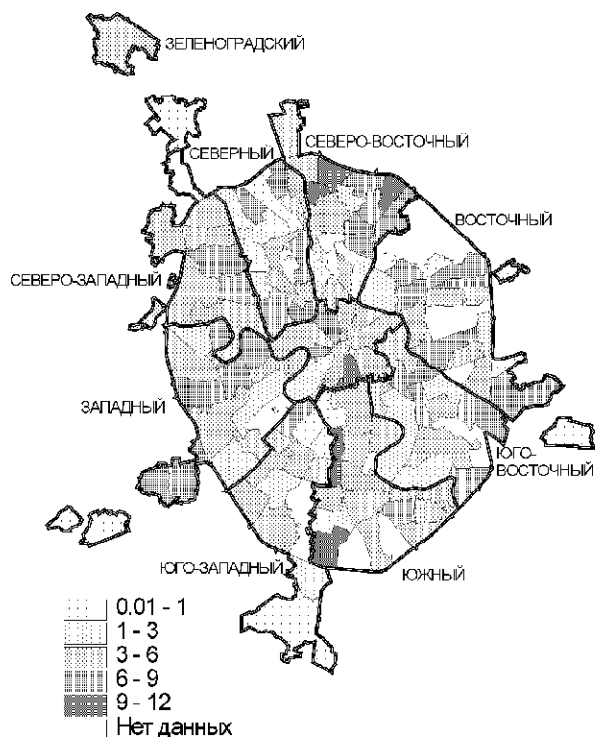


Рис. 2. Частота встречаемости (%) превышения УБДУ свинца 5 мкг/г в волосах жителей различных районов и округов г. Москвы.

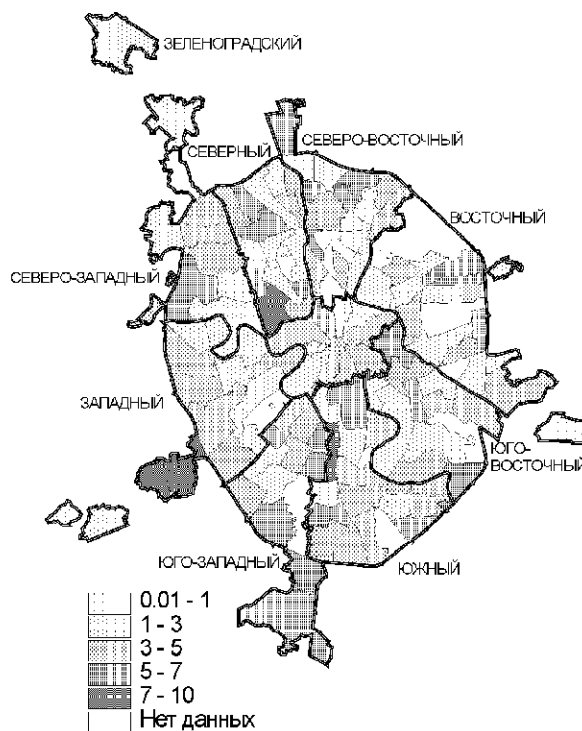


Рис. 3. Частота встречаемости (%) превышения УБДУ кадмия 0,5 мкг/г в волосах жителей различных районов и округов г. Москвы.

денция — здесь отмечается более высокий процент лиц с повышенным уровнем Cd в волосах среди взрослых по сравнению с детьми (табл. 3).

Мышьяк. Исходя из УБДУ мышьяка в волосах в 2 мкг/г установлены существенные различия в уровне воздействия As на детское и взрослое население отдельных административных округов. Максимальные средние концентрации As в волосах выявлены у детей и взрослых, проживающих в ЗАО, ЮЗАО, а также у детей, проживающих в ЦАО и г. Зеленограде. При среднем показателе для г. Москвы в 3,71%, риск отрицательного влияния As на население различных административных округов отличается в 1,7 раза (4,40% в ЮЗАО и 2,60% в г. Зеленограде) (табл. 4).

При анализе результатов обследования жителей отдельных районов города различия в уровне As более существенные (рис. 4). Согласно полученным данным, 3,84% населения Москвы могут быть отнесены в группу риска. Этот показатель можно считать относительно умеренным на фоне данных, касающихся других крупных городов РФ (Новосибирск — 4,59%, Нижний Новгород — 4,51%, Иркутск — до 10%, в среднем по РФ — 3,7%) (Скальный, 2000).

Никель. В наибольшей степени накоплению Ni в волосах подвержены жители г. Зеленограда, ЮАО и ЮВАО. В целом около 4,31% жителей Москвы, испытывают повышенную нагрузку Ni. Важно отметить, что в г. Зеленограде выявлено немногим более 1%

детей с превышением УБДУ никеля в волосах, тогда как 7,5% взрослых жителей этого округа подвержены избыточному накоплению Ni в волосах (табл. 5).

Подобная закономерность также отмечена и для Pb, Cd и Cr в волосах взрослого населения Зеленограда. Эти особенности могут быть обусловлены профессиональными контактами взрослых с указанными металлами на предприятиях и в научно-производственных организациях, которые являются основой хозяйственной деятельности в этом городе-округе.

Хром. Согласно полученным данным, 13% жителей г. Москвы могут испытывать риск неблагоприятного воздействия от поступления Cr в организм, причем эта нагрузка распределена по отдельным административным округам достаточно равномерно с максимумом в СЗАО, СВАО и ЦАО (табл. 6, рис. 6).

Максимальная частота взрослых лиц с превышением принятого УБДУ Cr в волосах установлена в СЗАО, ЮАО и ЦАО, а детей — в СВАО и ЦАО. Наиболее высокие средние концентрации Cr в волосах обнаружены у взрослого населения г. Зеленограда, СЗАО и ЦАО, и детского населения СВАО, СЗАО и ЦАО.

Загрязнение окружающей среды и показатели элементного статуса человека

Принципиальная возможность использования объектов окружающей среды для оценки распределения загрязняющих веществ в атмосферном воз-

Таблица 4. Показатели накопления As в волосах жителей различных АО г. Москвы (% лиц с превышением УБДУ и абсолютные средние значения).

Округ	Взрослые			Дети до 14 лет		
	%	ранг (%/ конц.)	среднее, мкг/г	%	ранг (%/ конц.)	среднее, мкг/г
САО	4,46%	2/4	0,32±0,02	1,78%	10/9	0,27±0,02
СВАО	3,38%	9/8	0,3±0,01	2,47%	7/9	0,27±0,02
ВАО	4,01%	5/1	0,35±0,03	2,03%	8/8	0,28±0,02
ЗАО	3,74%	8/3	0,33±0,03	3,15%	4/1	0,34±0,03
Зеленоград	2,46%	10/10	0,28±0,03	3,13%	5/4	0,32±0,05
СЗАО	3,78%	6/8	0,3±0,01	2,98%	6/5	0,31±0,03
ЦАО	4,02%	4/7	0,31±0,01	3,83%	3/2	0,33±0,02
ЮАО	4,53%	1/4	0,32±0,01	2,00%	9/7	0,29±0,02
ЮВАО	3,76%	7/4	0,32±0,02	4,00%	2/5	0,31±0,02
ЮЗАО	4,27%	3/1	0,35±0,01	5,10%	1/2	0,33±0,02
В целом по Москве	3,84%		0,32±0,02	3,05%		0,30±0,03

Таблица 5. Показатели накопления Ni в волосах жителей различных АО г. Москвы (% лиц с превышением УБДУ и абсолютные средние значения).

Округ	Взрослые			Дети до 14 лет		
	%	ранг (%/ конц.)	среднее, мкг/г	%	ранг (%/ конц.)	среднее, мкг/г
САО	3,72%	10/9	0,58±0,04	2,54%	5/9	0,41±0,03
СВАО	4,76%	5/4	0,64±0,05	2,23%	6/3	0,47±0,04
ВАО	3,91%	8/6	0,61±0,05	2,07%	8/2	0,48±0,06
ЗАО	4,77%	4/10	0,56±0,03	2,67%	4/6	0,44±0,04
Зеленоград	7,50%	1/3	0,68±0,1	1,02%	10/10	0,35±0,07
СЗАО	4,42%	7/5	0,62±0,06	1,72%	9/8	0,43±0,06
ЦАО	4,61%	6/6	0,61±0,03	2,21%	7/4	0,46±0,06
ЮАО	5,24%	2/1	0,79±0,07	3,09%	2/6	0,44±0,04
ЮВАО	4,81%	3/2	0,71±0,09	3,59%	1/1	0,6±0,12
ЮЗАО	3,82%	9/6	0,61±0,04	2,89%	3/5	0,45±0,03
В целом по Москве	4,76%		0,64±0,06	2,40%		0,45±0,05

духе следует из работ по качественной корреляции химического состава выбросов, снежного покрова и почвы (Сагет и др., 1990; Ревич, 1992). Если почва отражает многолетнее выпадение загрязняющих веществ, то снежный покров — только во время снегостава. Размеры и интенсивность аномальных превышений фоновых значений отдельных токсичных факторов и индексов суммарного загрязнения Zc корреляционно связаны с интенсивностью выбросов (Сагет и др., 1990; Головин и др., 2000).

Токсичные элементы в волосах и загрязнение почв. Корреляционный анализ значений суммарного индекса загрязнения почв Zc и концентраций рассмотренных элементов (As, Cd, Cr, Ni, Pb) в волосах взрослых не выявил достоверных положительных корреляций. У детей выявлена другая картина: установлена статистически достоверная положительная корреля-

ционная связь между содержанием в волосах и в почве Pb ($r=0,56$), а также связь индекса Zc почв с содержанием в волосах детей Cr ($r=0,39$) и Ni ($r=0,45$).

Токсичные элементы в волосах и загрязнение снегового покрова. При сравнении данных об элементном составе волос населения г. Москвы с суммарным показателем концентрирования металлов в снеговом покрове (Zc снега) у взрослых установлена положительная корреляция по Pb ($r=0,58$) и As ($r=0,48$). У детей содержание в волосах рассмотренных элементов (As, Cd, Cr, Ni, Pb) не коррелирует с ростом индекса Zc снег.

Таким образом, в результате проведенного корреляционного анализа установлено, что увеличение загрязнения почв и снегового покрова токсичными элементами коррелирует с накоплением токсичных элементов в волосах населения г. Москвы. Различия

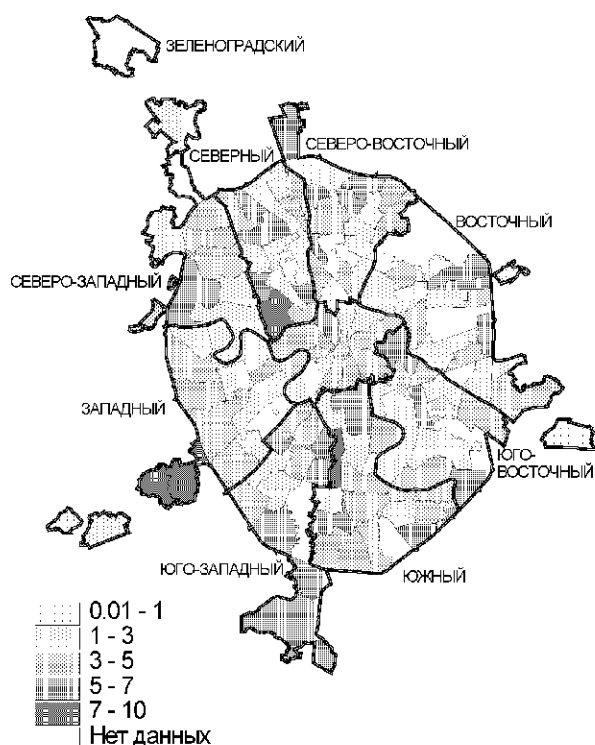


Рис. 4. Частота встречаемости (%) превышения УБДУ мышьяка 2 мкг/г в волосах жителей различных районов и округов г. Москвы.

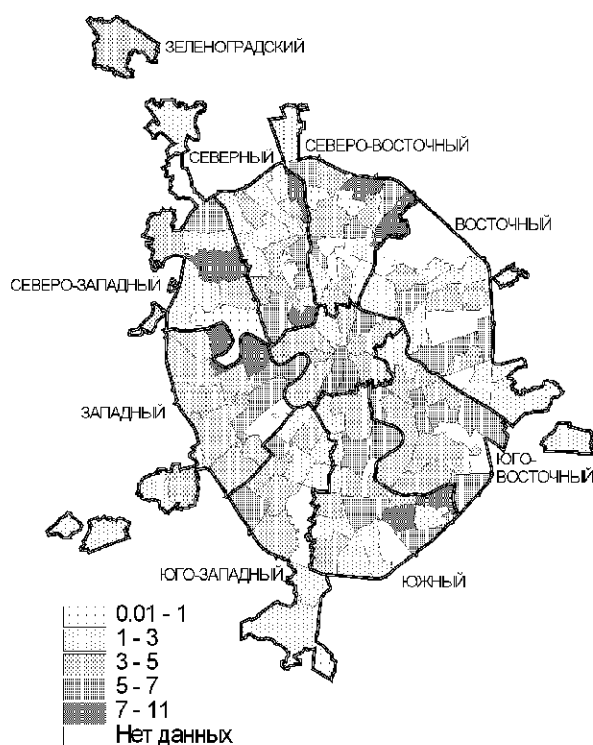


Рис. 5. Частота встречаемости (%) превышения УБДУ Ni 2 мкг/г в волосах жителей различных районов и округов г. Москвы.

Таблица 6. Показатели накопления Cr в волосах жителей различных АО г. Москвы (% лиц с превышением УБДУ и абсолютные средние значения).

Округ	Взрослые			Дети до 14 лет		
	%	ранг (%/ конц.)	среднее, мкг/г	%	ранг (%/ конц.)	среднее, мкг/г
САО	12,41%	8/6	0,94±0,03	12,50%	5/9	0,9±0,04
СВАО	14,00%	2/7	0,93±0,03	16,85%	1/1	1,08±0,07
ВАО	12,74%	7/9	0,92±0,03	11,82%	6/6	0,93±0,06
ЗАО	13,41%	5/4	0,96±0,03	11,02%	7/6	0,93±0,04
Зеленоград	11,48%	10/1	0,99±0,13	3,13%	10/10	0,74±0,07
СЗАО	15,63%	1/2	0,98±0,04	10,64%	8/2	1,03±0,1
ЦАО	13,84%	4/3	0,97±0,03	15,11%	2/3	1,01±0,07
ЮАО	13,92%	3/7	0,93±0,03	13,67%	3/5	0,95±0,07
ЮВАО	11,94%	9/9	0,92±0,05	13,00%	4/4	0,98±0,11
ЮЗАО	13,21%	6/5	0,95±0,03	10,23%	9/8	0,92±0,06
В целом по Москве	13,26%		0,95±0,04	11,80%		0,95±0,13

в характере корреляционных связей между детьми и взрослыми, по-видимому, можно рассматривать как проявление различий в подверженности разным неблагоприятным факторам и в преобладании разных путей поступления токсичных элементов в организм взрослого и ребенка. Для взрослых это профессиональные факторы, воздействие транспорта, вредные привычки, и ингаляционный путь поступления, а для детей, которые менее мобильны и не контактируют

со многими вредными факторами, более вероятен прямой путь поступления токсикантов в организм с осаждаемой пылью, вследствие развития связи "рука-рот".

Выводы

Среди населения г. Москвы выявлены группы риска по накоплению токсичных элементов As, Cd,

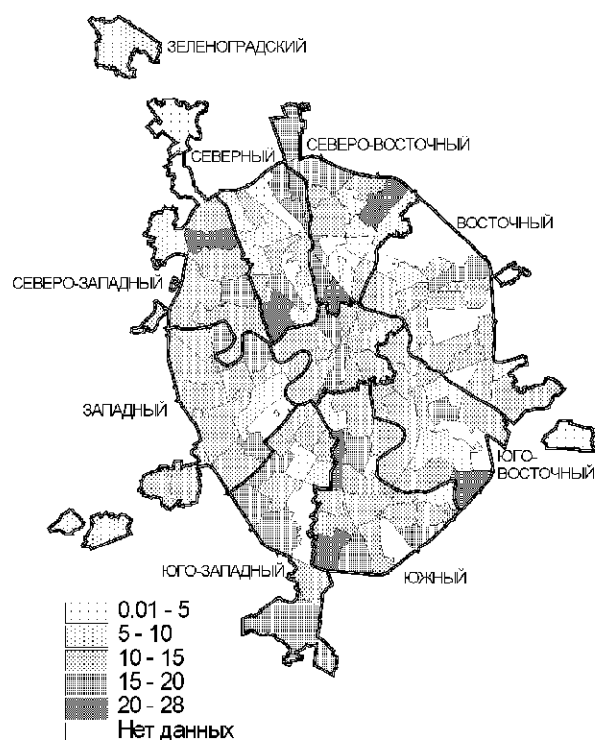


Рис. 6. Частота встречаемости (%) превышения УБДУ хрома 1,5 мкг/г в волосах жителей различных районов и округов г. Москвы.

Cr, Ni, Pb. Доля населения с превышением уровня “обеспокоенности” по изученным элементам в среднем составляет 3–5% в разных районах и округах г. Москвы. Сравнение полученных результатов с данными по другим регионам РФ позволяет сделать вывод о том, что в целом по Москве ситуация с избыточным накоплением токсичных элементов относительно благополучная. Тем не менее, отмечаемые показатели указывают на необходимость проведения адресных санитарно-гигиенических и профилактических мероприятий по снижению риска здоровью, связанного с накоплением токсичных элементов в организме, особенно среди детей.

Положительная корреляция между содержанием элементов в волосах с одной стороны и содержанием элементов и индексами суммарного концентрирования элементов в почвах и в снеговом покрове с другой свидетельствует о том, что загрязнение окружающей среды и накопление токсичных элементов в волосах жителей являются следствием загрязнения окружающей среды в мегаполисе, в первую очередь воздушного бассейна.

Различия в характере корреляционных связей в изученной системе “человек – окружающая среда” между взрослыми и детьми могут быть объяснены различиями в подверженности разным неблагоприятным факторам, а также преобладанием разных путей поступления токсикантов в организм взрослого и ребенка.

Литература

- Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. 1991. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. М.: Медицина. 496 с.
- Головин А.А., Морозова И.А., Гуляева Н.Г., Трефилова Н.Я. 2000. Оценка ущерба окружающей среде от загрязнения токсичными металлами. / Под ред. Э.К. Буренкова, М.В. Кочеткова, В.И. Морозова. М.: ИМГРЭ. 134 с.
- Жаворонков А.А., Михалева Л.М. 1999. Проблема микроэлементозов человека // Материалы 2 Российской школы “Геохимическая экология и биогеохимическое районирование биосферы”. Москва, 25–28 января 1999. М. С.184–185.
- Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. Утв. Министерством охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ 30.11.1992 г. М. 1992. 58 с
- Онищенко Г.Г., Новиков С.М., Рахманин Ю.А., Авалиани С.Л., Бушгуева К.А. 2002. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Под ред. Рахманина Ю.А., Онищенко Г.Г. М.: НИИ ЭЧигОС. 408 с.
- Ревич Б.А. 1992. Научные основы гигиенических исследований окружающей среды городов с использованием геохимических методов. Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. М. 48 с.
- Сагт Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П. и др. 1990. Геохимия окружающей среды. М.: Недра. 335 с.
- Серебрянский Е.П., Скальный А.В., Чечеватова О.Ю., Скальная М.Г., Демидов В.А. 2003. Комплексный подход к элементному анализу волос с использованием методов ИСП-АЭС и ИСП-МС // Микроэлементы в медицине. Т.4. Вып.1. С.41–46.
- Скальный А.В. 2000. Диагностика и профилактика микроэлементозов с учетом результатов медико-экологической экспертизы // В.Г. Маймулов, С.В. Нагорный, А.В. Шабров. Основы системного анализа в экологическо-гигиенических исследованиях. СПб.: СПб ГМА им. И.И. Мечникова. С.175–200.
- Скальный А.В. 2003. Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученные методом ИСП-АЭС (АНО Центр биотической медицины) // Микроэлементы в медицине. Т.4. Вып.1. С.55–56.
- Скрининговые методы для выявления групп повышенного риска среди рабочих, контактирующих с токсичными химическими элементами. 1989./ Сост. Любченко П.Н., Ревич Б.А., Левченко Н.И. Методические рекомендации. М.: МОНИКИ. 23 с.
- Шабров А.В., Маймулов В.Г. 1997. Руководство по профилактической деятельности врача общей практики. СПб.: СПбГМА им. И.И. Мечникова. 298 с.
- Caroli S., Senofonte O., Violante N., Fornarelli L., Powar A. 1992. Assessment of reference values for elements in hair of urban normal subjects // Microchemical Journal. Vol.46. P.174–183.
- Sabbioni E., Minoia C., Pietra R., Fortaner S., Gallorini M., Saltelli A. 1992. Trace elements reference values in tissues from inhabitants of the European Community // J. Sci. Total Environ. Vol.120. P.49–62.