

УДК 574.4(460.117)

## МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ СТАТУС НАСЕЛЕНИЯ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2019 г. **Е. В. Сальникова, Т. И. Бурцева, А. В. Скальный**

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

*Цель* исследования – изучить особенности микроэлементного статуса населения Оренбургской области и установить границы распространения географической и экологической патологии. *Методы.* Содержание химических элементов в волосах выявляли методами атомноэмиссионной и масс-спектрометрии с использованием масс-спектрометра Elan 9000 и атомноэмиссионного спектрометра Optima 2000 V в лаборатории «Центр биотической медицины» (г. Москва). Статистическую обработку материала производили с использованием пакета программ MS Excel и программы STATISTICA version 6.1. Для оценки нормальности данных использовался тест Шапиро – Вилка. *Результаты.* Установлено, что содержание Zn в волосах мужчин, проживающих на востоке области, выше, чем у мужчин Центральной и Западной зон, в 1,6 и 1,3 раза соответственно. Уровень Zn в волосах женщин в Восточной зоне больше, чем в Центральной и Западной, в 1,9 и 1,5 раза соответственно. Содержание Cu в волосах жителей Центральной и Восточной зон превышало таковое Западной зоны на 10 ( $p = 0,016$ ) и 20 % ( $p < 0,001$ ) соответственно. Полученные референтные значения содержания Cd и Pb в волосах жителей Восточной зоны превышали соответствующие общероссийские уровни. Ранговое соотношение территорий Приволжского федерального округа (ПФО) и Уральского федерального округа, находящихся на границе с Оренбургской областью, показывает, что среди мужского населения Оренбуржья наблюдается дефицит Zn (ранг 14). У женщин Оренбургской области установлено максимальное для ПФО содержание в волосах Cu (ранг 2), Cd и Pb (ранг 3, 4). *Вывод.* Благополучными по изучаемым элементам регионами являются Республики Башкортостан, Татарстан и Самарская область. К неблагоприятным относятся Оренбургская и Челябинская области.

**Ключевые слова:** микроэлементы, токсичные элементы, волосы, население, ранговое соотношение, заболеваемость

## MICROELEMENT STATUS OF THE ORENBURG REGION POPULATION

**E. V. Salnikova, T. I. Burtseva, A. V. Skalny**

Orenburg State University, Orenburg, Russia

*The aim* of the paper is to study the features of the microelement status of the population of the Orenburg region and to establish the distribution limits of geographical and ecological pathology. *Methods.* The content of chemical elements in the hair was estimated by atomic emission and mass spectrometry using an Elan 9000 mass spectrometer and an Optima 2000 V atomic emission spectrometer in the laboratory "Center for Biotic Medicine" (Moscow). Statistical data processing was carried out by means of programs MS Excel and STATISTICA version 6.1. Shapiro-Wilk's test was used to assess data normality. *Results.* It was found that the zinc content in the hair of men living in the east of the region is higher than in men living the Central and Western zones - 1.6 and 1.3 times, respectively. The zinc content in the hair of women in the Eastern zone is 1.9 times and 1.5 times higher than in the Central and Western zones, respectively. The copper content in the hair of residents of the Central and Eastern zones exceeded the values of the Western zone by 10 % ( $p = 0.016$ ) and 20 % ( $p < 0.001$ ), respectively. The obtained reference values of cadmium and lead in the hair of the inhabitants of the Eastern Zone exceeded the corresponding all-Russian values. The ranking ratio of the territories of the Volga Federal District and the Ural Federal District located on the border with the Orenburg region shows Zn deficiency among the male population of Orenburg (rank 14). Maximum levels of Cu (rank 2), Cd and Pb (rank 3, 4) for PFD are found in hair of women of the Orenburg region. *Conclusion.* The prosperous regions for the studied elements are the Republic of Bashkortostan, the Samara Region and the Republic of Tatarstan. The adverse regions include the Orenburg and Chelyabinsk regions.

**Key words:** microelements, toxic elements, hair, population, rank ratio, incidence

### Библиографическая ссылка:

Сальникова Е. В., Бурцева Т. И., Скальный А. В. Особенности микроэлементного статуса населения Оренбургской области // Экология человека. 2019. № 1. С. 10–14.

Salnikova E. V., Burtseva T. I., Skalny A. V. Microelement Status of the Orenburg Region Population. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2019, 1, pp. 10-14.

Оренбургская область является крупным промышленным центром Южного Урала с высокоразвитой индустрией. В Центральной зоне области располагаются предприятия металлообработки, машиностроения, энергетики, нефтемазослазавод и газовая отрасль. В Восточной зоне сосредоточены предприятия цветной и черной металлургии, в Западной — предприятия нефтедобывающей промышленности.

В районах размещения крупных промышленных предприятий изменение среды обитания человека сопровождается формированием химических анома-

лий, влияющих со временем на элементный статус не только работников этих предприятий, но и населения, не занятого в производстве. Неблагоприятные изменения отражаются на состоянии здоровья человека и проявляются снижением естественной сопротивляемости его организма, функциональными изменениями в различных физиологических системах вплоть до развития болезни [1, 9, 11, 12, 14].

Рядом авторов [2, 8, 19] описаны особенности элементного статуса населения Оренбургской области на основе изучения волос в качестве биосубстрата.

Выявлен низкий уровень I, Se и Zn наряду с избытком Cu в организме жителей, проживающих на территории региона [4].

На территории Оренбуржья с 1998 по 2008 год проводился мониторинг окружающей среды по установлению статуса I и Se [19]. Содержание же Zn, Cu и их антагонистов в окружающей среде и организме человека не изучалось.

В своей работе мы остановились на четырех элементах: Zn, Cu, Pb, Cd. Выбор таких микроэлементов, как Zn и Cu, обусловлен их важной биологической ролью. Цинк принимает участие в функционировании более чем 300 металлоферментов, процессах роста, деления и дифференцировки клеток, он также необходим для нормального роста ногтей, волос, кожи и заживления ран [5, 13, 17, 20]. Его недостаток в организме может привести к задержке роста, циррозу печени, половой дисфункции, вторичному иммунодефициту, анемии, формированию пороков развития плода [10]. По оценкам ВОЗ, дефицитом Zn страдает от 4 до 73 % населения мира [15, 21–25].

Медь присутствует в системе антиоксидантной защиты организма. Она входит в состав многих важнейших ферментов, таких как аскорбиназа, цитохромоксидаза, тирозиназа и др. Дефицит Cu опасен для организма человека, так как приводит к торможению всасывания Fe [16].

С биологической точки зрения интерес к Pb и Cd сосредоточился на их токсических свойствах, представляющих опасность для человека и животных. Известен также антагонизм для некоторых групп металлов: Cu – Cd, Cu – Pb, Zn – Cd. Выведению Cd из организма способствуют Cu и Zn [3].

Цель настоящего исследования – изучение особенностей микроэлементного статуса населения Оренбургской области и установление границ распространения географической и экологической патологии. Для достижения поставленной цели были изучены уровни содержания Zn, Cu, Cd и Pb у жителей Оренбуржья и других областей Приволжского федерального округа (ПФО) и Уральского федерального округа (УФО), граничащих с Оренбургской областью.

**Методы**

Выбор волос в качестве предмета анализа был обусловлен многочисленными исследованиями, подтверждающими их пригодность как объекта в исследованиях элементного статуса популяции [7, 13]. Волосы – это легкодоступный биологический материал, сбор их прост и безболезнен. Хранение волос практически не ограничено длительно и не требует каких-либо особых условий. В связи с малой скоростью роста волос результаты анализа показывают не сиюминутное содержание макро- и микроэлементов в образце, а усреднённый уровень за несколько месяцев [17]. Химический состав волос отражает как внутреннее состояние организма, так и следствие воздействия различных экзогенных факторов [15].

Были отобраны образцы волос у мужчин и женщин (25–50 лет), долгое время проживающих на территориях ПФО и УФО, граничащих с Оренбургской областью. Проведено обследование элементного состава волос взрослых жителей Республики Башкортостан – 514 мужчин и 624 женщин; Оренбургской области – 1 049 мужчин и 1 106 женщин; Самарской области – 322 мужчин и 1 137 женщин; Саратовской области – 108 мужчин и 363 женщины; Республики Татарстан – 460 мужчин и 1 667 женщин; Челябинской области – 155 мужчин и 320 женщин. Элементный состав волос оценивался в лаборатории АНО «Центр биотической медицины» (г. Москва, аттестат аккредитации ГСЭН.RU.ЦОА.311, регистрационный номер в Государственном реестре РОСС RU.0001.513118) с использованием методов атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргонной плазмой (АЭС-ИСП и МС-ИСП) на приборах ICP-9000 «ThermoJarrellAsh», США, PerkinElmer Optima 2000DV, США согласно методическим указаниям [6]. Собственные результаты по содержанию химических элементов в волосах сравнивали с референтными значениями [15].

**Результаты**

Анализ полученных данных по содержанию микроэлементов в волосах обследованных показал, что уровень Cu несколько (в 0,8 раза) превышает значения 75 центиля, а содержание Pb соответствует верхнему уровню рекомендованного значения (табл. 1 и 2).

*Таблица 1*  
**Содержание микроэлементов в волосах мужчин 25–50 лет, проживающих на территории Оренбургской области, мкг/г**

Показатель	Zn	Cu	Pb	Cd
Среднее (M ± m)	163,0 ± 4,4	17,00 ± 0,44↑	1,40 ± 0,15	0,094 ± 0,008
Медиана (Me)	193	16,1↑	0,45	0,027
Минимум (Min)	22,2	8,8	0,008	0,004
Максимум (Max)	242	52,9	7,41	0,51
Значение центильных интервалов [11] (25–75)	155–206	9–14	0,38–1,40	0,02–0,12

*Таблица 2*  
**Содержание микроэлементов в волосах женщин 25–50 лет, проживающих на территории Оренбургской области, мкг/г**

Показатель	Zn	Cu	Pb	Cd
Среднее (M)	180,0 ± 4,5	16,50 ± 0,27↑	1,17 ± 0,12	0,097 ± 0,008
Медиана (Me)	194	16,6↑	0,43	0,024
Минимум (Min)	27,3	8,77	0,003	0,003
Максимум (Max)	305	40,9	6,28	0,52
Значение центильных интервалов [11] (25–75)	155–206	9–14	0,38–1,40	0,02–0,12

Медиана (Me) выборки в волосах испытуемых показывает сближение результатов обследованных половых групп по всем исследуемым химическим элементам.

В табл. 3, 4 представлено ранговое соотношение территорий ПФО и УФО, находящихся на границе с Оренбургской областью, по медиане содержания химических элементов в волосах женщин и мужчин в возрасте от 25 до 50 лет. Высший ранг имеет минимальное численное значение (ранг 1) и соответствует наибольшему содержанию элемента, а также распространенности его дефицита или избытка.

Таблица 3

Ранговое соотношение территорий по медиане содержания микроэлементов в волосах женщин 25–50 лет [17]

Территория	Zn	Cu	Cd	Pb
Приволжский федеральный округ				
Республика Башкортостан	10	1	2	1
Оренбургская область	13	2	3	4
Самарская область	5	8	6	8
Саратовская область	9	11	8	9
Республика Татарстан	3	9	5	3
Уральский федеральный округ				
Челябинская область	3	1	4	4

Таблица 4

Ранговое соотношение территорий по медиане содержания микроэлементов в волосах мужчин 25–50 лет [17]

Территория	Zn	Cu	Cd	Pb
Приволжский федеральный округ				
Республика Башкортостан	13	2	2	2
Оренбургская область	14	5	1	1
Самарская область	5	3	8	7
Саратовская область	12	9	5	4
Республика Татарстан	4	10	12	8
Уральский федеральный округ				
Челябинская область	3	1	4	3

Для взрослых из Республики Башкортостан типично преобладание повышенных в сравнении со средними значениями по ПФО уровней содержания в волосах химических элементов.

Это касается классических экотоксикантов Cd и Pb (ранг 1 и 2) и эссенциального микроэлемента Cu (ранг 1, только женщины).

#### Обсуждение результатов

Проведенный анализ биосубстратов выявил повышенное содержание Cu в группе как мужчин, так и женщин Оренбуржья. Кроме того, отмечено: содержание Pb в волосах у мужчин соответствует верхнему уровню референтного значения, тогда как у женщин оно находится в пределах нормы, что, скорее всего, обусловлено физиологическими признаками.

Содержание Cu также превышает верхнюю границу референтных значений, что, по нашему мнению, связано с геоэкологическими особенностями области. Добыча Cu открытым способом велась с XII века, что привело к повсеместному загрязнению биосферы данным металлом [19].

У женщин Оренбургской области наблюдается максимальное для ПФО повышенное содержание в волосах Cu (22 %, ранг 2), Cd и Pb (12 %, 7 %, ранг 3, 4). Также у них увеличена частота дисбалансов Cd/Zn, Cu/Zn, что может отрицательно влиять на состояние нервной системы, клеточного иммунитета, печени и почек [10]. Среди мужского населения области отмечен дефицит Zn (34 %, ранг 14), повышающий риск развития кожных заболеваний, расстройств репродуктивной системы, иммунодефицитных состояний, а также риск развития диабета, новообразований, в том числе рака простаты, особенно в сочетании с дефицитом Se [16].

В волосах мужчин Самарской области наблюдается максимальный для ПФО показатель Cu (11 %, ранг 1), выявлено незначительное превышение фоновых показателей по Zn (35 %, ранг 4). У больных холециститом, гепатитом, у лиц, злоупотребляющих алкоголем, часто отмечается повышенное содержание Cu в волосах при потреблении воды с повышенным содержанием Cu [16].

Интересно, что у мужчин на фоне повышенного содержания Cu выявлены отклонения в частоте как повышенного, так и пониженного уровней Mn – микроэлемента, являющегося антагонистом Cu. Сочетание дисбалансов Cu и Zn может отрицательно повлиять в первую очередь на заболеваемость опорно-двигательного аппарата.

В Саратовской области отмечено преобладание пониженных в сравнении со средними значениями по ПФО уровней содержания Cu (ранг 11) у женщин, Zn (ранг 12) у мужчин, что типично для данного региона.

В УФО сосредоточена значительная часть предприятий отечественной индустрии, вклад которых в загрязнение окружающей среды особенно заметен. Это объекты черной и цветной металлургии, машиностроения, электроэнергетики, топливной промышленности, лесохимического комплекса. Регион относится к числу наиболее загрязненных в экологическом отношении территорий России [18].

Н. Л. Наумовой и М. Б. Ребезовым (2012) проведена оценка элементного статуса жителей г. Челябинска [10]. Хотя содержание микроэлементов Zn и Cu в волосах всех возрастных групп находится в пределах допустимых уровней, с возрастом риск развития гипозэлементоза Zn значительно повышается (с 26,6 до 43,2 %), а Cu (22,1–25,6 %) – относительно стабилен. В течение жизни риск развития гиперэлементозов челябинцев снижается незначительно: Zn – с 12,7 до 8,0 %, Cu – с 15,2 до 12,0 % [10]. Дефицитные состояния по Zn и Cu, вероятно, указывают на недостаточность поступления этих микроэлементов с пищей и часто являются

следствием интоксикации организма тяжелыми металлами, в первую очередь — Pb, Cd, Hg, а также Mn и Fe. У мужчин из Челябинской области риск гиперэлементоза Cu максимален по УФО (5,2 %, ранг 1). Также у них относительно повышен (ранг 2) показатель содержания Zn (39 %). Возможно, это влияние выбросов цинкэлектролитного завода в г. Челябинске. Относительно часто у женщин из Челябинской области отмечаются превышения верхних уровней содержания химических элементов в волосах. Челябинская область располагается на границе с восточной зоной Оренбургской области, в волосах жителей которой обнаружены превышения референтных значений по содержанию Zn. По-видимому, трансграничный перенос вредных веществ со стороны Челябинской области (ЗАО «Бурибаевский ГОК») усиливает неблагоприятную экологическую напряженность.

Таким образом, для сохранения здоровья населения Восточного Оренбуржья необходимо контролировать уровень его элементного статуса, так как там уже наблюдается дисбаланс микроэлементов. Также это необходимо делать в тех районах, где наблюдается их недостаток (Центральное Оренбуржье).

#### Авторство

Сальникова Е. В. участвовала в анализе данных, окончательно утвердила присланную в редакцию рукопись; Бурцева Т. И. подготовила первый вариант статьи; Скальный А. В. внес существенный вклад в концепцию и дизайн исследования, получение, анализ и интерпретацию данных.

#### Список литературы

1. Агаджанян Н. А., Велданова М. В., Скальный А. В. Экологический портрет человека и роль микроэлементов. М., 2001. 236 с.
2. Барышева Е. С. Структурно-функциональные взаимоотношения щитовидной железы и гипоталамо-гипофизарной нейроэндокринной системы при воздействии токсических доз кадмия и свинца // Вестник ОГУ. 2006. № 12. С. 36–39.
3. Бокова Т. И. Экологические основы инновационного совершенствования пищевых продуктов. Новосибирск: НГАУ, 2011. 284 с.
4. Бурцева Т. И., Нотова С. В., Скальный А. В. Моделирование системы экологического мониторинга за состоянием селенового статуса населения // Инновации и инвестиции. 2015. № 6. С. 149–152.
5. Доклад о состоянии здравоохранения в мире, 2002 год: Преодоление воздействия факторов риска, пропаганда здорового образа жизни. Женева: Всемирная организация здравоохранения, 2002. 805 с.
6. Иванов С. И., Подунова Л. Г., Скачков В. Б. Определение химических элементов в биологических средах и препаратах методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой и масс-спектрометрией. Методические указания. МУК 4.1.1482–03, МУК 4.1.1483–03. М.: ФЦГ Минздрава России, 2003. 23 с.
7. Калетина Н. И. Токсикологическая химия. Метаболизм и анализ. М.: ГЕОТАР-Медиа, 2007. 352 с.
8. Конюхов В. А. Современный методический подход к изучению причин и условий формирования йодного дефицита у населения // Вестник ОГУ. 2005. № 5. С. 73–77.

9. Лыжина А. В., Бузинов Р. В., Унгуриян Т. Н., Гудков А. Б. Химическое загрязнение продуктов питания и его влияние на здоровье населения Архангельской области // Экология человека. 2012. № 12. С. 3–9.

10. Наумова Н. Л., Ребезов М. Б. Микроэлементный статус челябинцев как обоснование развития производства обогащенных продуктов питания // Фундаментальные исследования. 2012. № 4, ч. 1. С. 196–200.

11. Никанов А. Н., Кривошеев Ю. К., Гудков А. Б. Влияние морской капусты и напитка «Альгапект» на минеральный состав крови у детей — жителей г. Мончегорска // Экология человека. 2004. № 2. С. 30–32.

12. Нотова С. В., Киреева Г. Н., Жуковская Е. В., Грабеклис А. Р., Кияева Е. В., Скальный А. В., Дерягина Л. Е. Влияние антропогенных и геохимических факторов среды обитания на элементный статус детей Челябинской области // Экология человека. 2017. № 11. С. 23–28.

13. Скальный А. В., Демидов В. А. Элементный состав волос как отражение сезонных колебаний обеспеченности организма детей макро- и микроэлементами // Микроэлементы в медицине. 2001. Т. 2, № 1. С. 36–41.

14. Скальный А. В., Быков А. Т. Эколого-физиологические аспекты применения макро- и микроэлементов в восстановительной медицине. Оренбург: РИК ГОУ ОГУ, 2003. 272 с.

15. Скальный А. В. Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученные методом ИСП-АЭС // Микроэлементы в медицине. 2003. Т. 4, № 1. С. 55–56.

16. Скальный А. В., Рудаков И. А. Биоэлементы в медицине. М.: Издательский дом «Оникс 21 век», «Мир», 2004. 272 с.

17. Элементный статус населения России / под ред. А. В. Скального, М. Ф. Киселева. Санкт-Петербург: Медкнига «ЭЛБИ-СПб», 2010. 576 с.

18. Федеральные округа России. Региональная экономика / под ред. В. Г. Глушковой, Ю. А. Симагиной. М.: КНОРУС, 2009. 352 с.

19. Чибилёв А. А., Павлейчик В. М. Природное наследие Оренбургской области: особо охраняемые природные территории. Оренбург: УрО РАН, Печатный дом «Димур», 2009. 328 с.

20. Шафран Л. М., Пыхтеева Е. Г., Большой Д. В. Металлотиионы. Одесса: Чорномор'я, 2011. 427 с.

21. Chasapis C. T., Loutsidou A. C., Spiliopoulou C. A., Stefanidou M. E. Zinc and human health: an update // Arch Toxicol. 2012. N 86 (4). P. 521–34.

22. Costello L. C., Franklin R. B. Zinc is decreased in prostate cancer: an established relationship of prostate cancer! // Biological Inorganic Chemistry. 2011. N 16. P. 3–8.

23. De Jong N., Gibson R. S., Thomson C. D. Selenium and zinc status are suboptimal in a sample of older New Zealand women in a community-based study // J. Nutr. 2001. N 131. P. 2677–2684.

24. Gibson R. S., Heath A. L. Population groups at risk of zinc deficiency in Australia and New Zealand // Nutr. Diet. 2011. N 68. P. 97–108.

25. Haase H., Rink L. The immune system and the impact of zinc during aging // Immun. Ageing. 2009. N 12. P. 6–9.

#### References

1. Agadzhanian N. A., Veldanova M. V., Skalny A. V. *Ekologicheskii portret cheloveka i rol' mikroelementov* [Ecological portrait of man and the role of microelements]. Moscow, 2001, 236 p.

2. Barysheva E. S. Structural-functional relationship of the thyroid gland and the hypothalamic-pituitary neuroendocrine system when exposed to toxic doses of cadmium and lead. *Vestnik OGU* [Vestnik of the Orenburg State University]. 2006, 12, pp. 36-39. [In Russian]
3. Bokova T. I. *Ekologicheskie osnovy innovatsionnogo sovershenstvovaniya pishchevykh produktov* [The environmental basis for the innovative improvement of food products]. Novosibirsk, 2011, 284 p.
4. Burtseva T. I., Notova S. V., Skalny A. V. Modeling of the system of ecological monitoring of the selenium status of the population. *Innovatsii i investitsii* [Innovation and Investment]. 2015, 6, pp. 149-152. [In Russian]
5. *Doklad o sostoyanii zdorookhraneniya v mire, 2002 god: Preodolenie vozdeistviya faktorov riska, propaganda zdorovogo obraza zhizni* [Overcoming the impact of risk factors, promotion of a healthy lifestyle]. Zheneva, 2002, 805 p.
6. Ivanov S. I., Podunova L. G., Skachkov V. B. *Opredelenie khimicheskikh elementov v biologicheskikh sredakh i preparatakh metodami atomno-emissionnoi spektrometrii s induktivno svyazannoi plazmoi i mass-spektrometrii. Metodicheskie ukazaniya. MUK 4.1.1482-03, MUK 4.1.1483-03* [The determination of chemical elements in biological red and prepared methods - emission spectrometry with inductive swear plasma and mass spectrometry. Methodical instructions. MUK 4.1.1482-03, MUK 4.1.1483-03]. Moscow, 2003, 23 p.
7. Kaletina N. I. *Toksikologicheskaya khimiya. Metabolizm i analiz* [Toxicology chemistry. Metabolism and analysis]. Moscow, 2007, 352 p.
8. Konyukhov V. A. Modern methodological approach to the study of the causes and conditions of formation of iodine deficiency in the population. *Vestnik OGU* [Vestnik of the Orenburg State University]. 2005, 5, pp. 73-77. [In Russian]
9. Lyzhina A. V., Buzinov R. V., Unguryanu T. N., Gudkov A. B. Chemical contamination of food and its impact on population health in Arkhangelsk region. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2012, 12, pp. 3-9. [In Russian]
10. Naumova N. L., Rebezov M. B. Micronutrients status of chelyabinsk as the rationale for the development of production of fortified foods. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental research]. 2012, 4 (1), pp. 196-200. [In Russian]
11. Nikanov A. N., Krivosheev Yu. K., Gudkov A. B. Influence of laminaria and the drink "Algapekt" on blood mineral composition in children - residents of Monchergorsk. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2004, 2, pp. 30-32. [In Russian]
12. Notova S. V., Kireeva G. N., Zhukovskaya E. V., Grabeklis A. R., Kiyeva E. V., Skalny A. V., Deryagina L. E. The influence of anthropogenous and geochemical environmental factors on the elementary status of children of Chelyabinsk region. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2017, 11, pp. 23-28. [In Russian]
13. Skalny A. V., Demidov V. A. Elemental composition of hair as a reflection of seasonal fluctuations in the availability of child organism macro- and microelements. *Mikroelementy v meditsine* [Trace Elements in Medicine]. 2001, 2 (1), pp. 36-41. [In Russian]
14. Skalny A. V., Bykov A. T. *Ekologo-fiziologicheskie aspekty primeneniya makro- i mikroelementov v vosstanovitel'noi meditsine* [Ecological and physiological aspects of macro- and microelements in rehabilitation medicine]. Orenburg, 2003, 272 p.
15. Skalny A. V. Reference values of concentration of chemical elements in hair, obtained by ICP-AES. *Mikroelementy v meditsine* [Trace Elements in Medicine]. 2003, 4 (1), pp. 55-56. [In Russian]
16. Skalny A. V., Rudakov I. A. *Bioelementy v meditsine* [Bioelements in medicine]. Moscow, 2004, 272 p.
17. *Elementnyi status naseleniya Rossii* [Elemental status of the population of Russia]. Eds. A. V. Skalny, M. F. Kiselev. Saint Petersburg, 2010, 576 p.
18. *Federal'nye okruga Rossii. Regional'naya ekonomika* [Federal district of Russia. Regional economy]. Eds. V. G. Glushkova, Yu. A. Simagina. Moscow, 2009, 352 p.
19. Chibilev A. A., Pavleichik V. M. *Prirodnoe nasledie Orenburgskoi oblasti: osobo okhranyaemye prirodnye territorii* [The natural heritage of the Orenburg region: specially protected natural areas.]. Orenburg, 2009, 328 p.
20. Shafran L. M., Pykhteeva E. G., Bol'shoi D. V. *Metallotioneiny* [Metallothionein]. Odessa, 2011, 427 p.
21. Chasapis C. T., Loutsidou A. C., Spiliopoulou C. A., Stefanidou M. E. Zinc and human health: an update. *Arch. Toxicol.* 2012, 86 (4), pp. 521-534.
22. Costello L. C., Franklin R. B. Zinc is decreased in prostate cancer: an established relationship of prostate cancer! *Biological Inorganic Chemistry*. 2011, 16, pp. 3-8.
23. De Jong N., Gibson R. S., Thomson C. D. Selenium and zinc status are suboptimal in a sample of older New Zealand women in a community-based study. *J. Nutr.* 2001, 131, pp. 2677-2684.
24. Gibson R. S., Heath A. L. Population groups at risk of zinc deficiency in Australia and New Zealand. *Nutr. Diet.* 2011, 68, pp. 97-108.
25. Haase H., Rink L. The immune system and the impact of zinc during aging. *Immun. Ageing*. 2009, 12, pp. 6-9.

**Контактная информация:**

Бурцева Татьяна Ивановна – доктор биологических наук, доцент, старший научный сотрудник ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»  
Адрес: 450018, г. Оренбург, пр. Победы, д. 13  
E-mail: burtat@yandex.ru