

ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА HUMAN ECOLOGY

DOI 10.22363/2313-2310-2022-30-1-58-66

УДК 577.118(571)

Научная статья / Research article

Этнические аспекты содержания токсичных элементов у жителей Северо-Востока России

Н.В. Похилюк, А.Л. Горбачев  *Северо-Восточный государственный университет, Магадан, Россия* gor000@mail.ru

Аннотация. Одной из актуальных проблем экологии является загрязнение окружающей среды северных регионов токсичными элементами и их негативное влияние на здоровье человека. Проведен анализ содержания свинца, кадмия и ртути в организме аборигенных и приезжих жителей Северо-Востока России. Рассмотрен баланс эссенциальных (кальций, цинк) и токсичных (свинец, кадмий) элементов. Отмечены статистически значимые различия в содержании кадмия и свинца у аборигенных жителей и европеоидов. Установлено, что у эвенов медиана кадмия превышала аналогичный показатель коряков, чукчей и европеоидов, значение медианы свинца у чукчей было меньше по сравнению с показателем в других этнических группах. Не выявлено статистически достоверных различий в содержании ртути между коряками, эвенами и чукчами, а также между аборигенными жителями и европеоидами. В организме аборигенов не отмечено критических уровней ртути. Медиана ртути в волосах коряков, чукчей и эвенов не превышала биологически допустимого уровня – 0,5 мкг/г. Среди аборигенных жителей наибольший процент проб с содержанием ртути в диапазоне от 0,5 до 1,0 мкг/г (фоновый уровень) отмечен у 33,8 % эвенов и 30 % коряков; у чукчей этот показатель составил 8,6 %. Повышенное содержание ртути у некоторых аборигенных жителей может быть связано с большой долей рыбы и морепродуктов, содержащих метилртуть, в рационе питания. Пропорции токсичных металлов (Pb, Cd) по отношению к их эссенциальным элементам-антагонистам (Ca, Zn) свидетельствуют, что токсические элементы не нарушают биохимические процессы, контролируемые соответствующими эссенциальными элементами. Таким образом, исследуемую область Севера-Востока России в плане токсической нагрузки на население можно отнести к территориям с относительно благоприятной экологической ситуацией.

Ключевые слова: Северо-Восток России, токсичные элементы, ртуть, свинец, кадмий, этнические группы населения

Вклад авторов. Н.В. Похилюк – статистическая обработка материала. А.Л. Горбачев – анализ данных и их интерпретация.

История статьи: поступила в редакцию 01.02.2022; принята к публикации 01.03.2022.

Для цитирования: Похлюк Н.В., Горбачев А.Л. Этнические аспекты содержания токсичных элементов у жителей Северо-Востока России // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2022. Т. 30. № 1. С. 58–66. <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2022-30-1-58-66>

Ethnic aspects of toxic elements in the Russian Northeast

Natalia V. Pokhilyuk, Anatoly L. Gorbachev  

Northeastern State University, Magadan, Russia

 gor000@mail.ru

Abstract. One of the urgent problems of ecology is the environmental pollution of the northern regions with toxic elements and their negative impact on human health. The analysis of the content of lead, cadmium and mercury in the body of aboriginal and visiting residents of the Northeast of Russia was carried out. The balance of essential (calcium, zinc) and toxic (lead, cadmium) elements was considered. Statistically significant differences in the content of cadmium and lead in aboriginal residents and Caucasians were noted. Among the Evens, the median of cadmium exceeded that of the Koryaks, Chukchis, and Caucasoids; the value of the median of lead among the Chukchis was lower compared to that in other ethnic groups. There were no statistically significant differences in the content of mercury between Koryaks, Evens and Chukchis, as well as between aboriginal residents and Caucasians. There are no critical levels of mercury in the body of aborigines. The median mercury in the hair of the Koryaks, Chukchis and Evens did not exceed the biologically acceptable level – 0.5 µg/g. Among aboriginal residents, the highest percentage of samples with mercury content in the range from 0.5 to 1.0 µg/g (background level) was noted in 33.8% of Evens and 30% of Koryaks; among the Chukchi, this figure was 8.6%. Elevated levels of mercury in some aboriginal people may be due to the high proportion of fish and seafood containing methylmercury in the diet. The proportions of toxic metals (Pb, Cd) in relation to their essential antagonist elements (Ca, Zn) indicate that toxic elements do not disrupt the biochemical processes controlled by the corresponding essential elements. Thus, the study area of the Northeast of Russia, in terms of toxic load on the population, can be attributed to territories with a relatively favorable environmental situation.

Keywords: Northeast Russia, toxic elements, mercury, lead, cadmium, ethnic populations

Authors' contributions. Natalia V. Pokhilyuk – statistical processing of the material. Anatoly L. Gorbachev – data analysis and interpretation.

Article history: received 01.02.2022; accepted 01.03.2022.

For citation: Pokhilyuk NV, Gorbachev AL. Ethnic aspects of toxic elements in the Russian Northeast. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2022;30(1):58–66. (In Russ.) <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2022-30-1-58-66>

Введение

В настоящее время одной из важнейших проблем, стоящих перед человечеством, является техногенное загрязнение биосферы. Токсические выбросы предприятий, транспорта с воздушными потоками, водой способны рас-

пространяться на огромные территории и оказывать негативное трансгрессивное влияние на компоненты биосферы. К числу наиболее опасных токсичных элементов относится так называемая мрачная тройка – ртуть, кадмий и свинец [1]. Избыточное поступление этих химических элементов в организм человека представляет угрозу здоровью, в связи с чем необходим контроль за содержанием токсичных элементов как в объектах окружающей среды (воде, почве, воздухе), так и в биологических.

Согласно данным литературы, Север в биогеохимическом отношении характеризуется недостаточностью многих макро- и микроэлементов [2]. Низкие содержания химических элементов в гумусовых почвах северных регионов, вечная мерзлота, среднегодовые отрицательные температуры приводят к пониженной миграции минеральных веществ в природные воды, что, нарушая трофические связи (вода – растения – животные), может вызывать дефицит или дисбаланс микроэлементов в организме человека.

Магаданская область – это территория добычи молибдена, кобальта, вольфрама, свинца, цинка, меди, железа, золота, серебра, олова, бурых углей [3]. Ископаемые породы в виде пластов могут выходить на поверхность и образовывать геохимические аномалии. Существенным негативным фактором нарушения химического баланса биосферы является техногенная миграция химических элементов [4].

В связи с особенностями технологии и масштабами добычи металлов остро стоит вопрос о состоянии окружающей среды не только в местах их добычи, но и в соседних регионах. Токсичные элементы, поступая в организм, способны накапливаться в тканях и оказывать вредное влияние даже в сравнительно низких концентрациях, а при продолжительном воздействии вызывать микроэлементозы – экологически обусловленные заболевания [4; 5].

В настоящее время исследователи отмечают демографический кризис аборигенных жителей Севера, сопровождающийся ростом заболеваемости и прогрессирующей смертностью [6].

Учитывая различный адаптивный потенциал аборигенного и приезжего населения Севера, представляется актуальным анализ уровня токсичных элементов в организме жителей Северо-Восточного региона в связи с их этнической принадлежностью.

Материалы и методы

Изучено содержание токсических микроэлементов (кадмий, свинец, ртуть) и их соотношение с эссенциальными элементами (кальций, цинк) в организме представителей различных этнических групп Магаданской области (232 чел.) мужского и женского пола в возрасте от 18 до 65 лет. Первую группу исследуемых составили коряки ($n = 40$), вторую – чукчи ($n = 35$), третью – эвены ($n = 68$), четвертую – европеоиды ($n = 89$).

Биологическим субстратом для анализа послужили волосы, элементный состав которых отражает биогеохимическое окружение. Химический анализ образцов волос проведен в лаборатории АНО «Центр биотической медицины» (Москва) методами атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной аргонной плазмой на приборах Optima 2000 DV и

ELAN 9000 (PerkinElmer, США). В волосах определено содержание кадмия (Cd), свинца (Pb), ртути (Hg), кальция (Ca), цинка (Zn).

Полученные результаты статистически обработаны с помощью программ Microsoft Excel 2010 и Statistica 6.0. Вычисляли медиану (Me), максимальное (Max) и минимальное (Min) содержание химических элементов, 25-й и 75-й процентиля. Проверку законов нормального распределения осуществляли с помощью критерия Колмогорова – Смирнова. Достоверность различий определяли по методу Манна – Уитни.

Результаты и обсуждение

Результаты статистической обработки данных спектрального анализа волос представлены в таблице.

Концентрации Cd, Pb, Hg, Ca, Zn в волосах жителей Северо-Востока России, мкг/г

Показатель	Коряки (1)	Чукчи (2)	Эвены (3)	Европеоиды (4)	Достоверные межгрупповые различия, $p < 0,05$
Cd					
Me	0,011	0,01	0,026	0,011	
P ₂₅	0,007	0,005	0,009	0,005	
P ₇₅	0,026	0,026	0,037	0,019	1–3, 2–3, 3–4
Min	0,003	0,002	0,002	0,0012	
Max	0,100	0,087	0,013	0,293	
Pb					
Me	0,26	0,14	0,34	0,22	
P ₂₅	0,125	0,09	0,21	0,12	
P ₇₅	0,53	0,27	0,68	0,44	1–2, 2–3, 2–4, 3–4
Min	0,03	0,030	0,062	0,04	
Max	2,15	1,8	18,3	13,4	
Hg					
Me	0,45	0,30	0,44	0,48	
P ₂₅	0,27	0,22	0,26	0,30	
P ₇₅	0,58	0,43	0,71	0,75	–
Min	0,07	0,10	0,04	0,04	
Max	1,41	2,06	2,15	1,73	
Ca					
Me	366,06	375,58	395,56	318,48	
P ₂₅	320,93	287,92	337,08	217,0	1–4, 3–4
P ₇₅	482,10	529,68	521,77	488,85	
Zn					
Me	183,7	180,0	181,41	190,8	
P ₂₅	157,11	156,50	155,76	167,22	2–4
P ₇₅	205,33	219,82	210,96	241,6	

Примечание: P₂₅ – 25-й процентиль; P₇₅ – 75-й процентиль.

Concentrations of Cd, Pb, Hg, Ca, Zn in the hair of residents of the Northeast of Russia, µg/g

Indicator	Koryaks (1)	Chukchi (2)	Evens (3)	Caucasians (4)	Significant intergroup differences, $p < 0.05$
Cd					
Me	0.011	0.01	0.026	0.011	
P ₂₅	0.007	0.005	0.009	0.005	
P ₇₅	0.026	0.026	0.037	0.019	1–3, 2–3, 3–4
Min	0.003	0.002	0.002	0.0012	
Max	0.100	0.087	0.013	0.293	
Pb					
Me	0.26	0.14	0.34	0.22	
P ₂₅	0.125	0.09	0.21	0.12	
P ₇₅	0.53	0.27	0.68	0.44	1–2, 2–3, 2–4, 3–4
Min	0.03	0.030	0.062	0.04	
Max	2.15	1.8	18.3	13.4	
Hg					
Me	0.45	0.30	0.44	0.48	
P ₂₅	0.27	0.22	0.26	0.30	
P ₇₅	0.58	0.43	0.71	0.75	–
Min	0.07	0.10	0.04	0.04	
Max	1.41	2.06	2.15	1.73	
Ca					
Me	366.06	375.58	395.56	318.48	
P ₂₅	320.93	287.92	337.08	217.0	1–4, 3–4
P ₇₅	482.10	529.68	521.77	488.85	
Zn					
Me	183.7	180.0	181.41	190.8	
P ₂₅	157.11	156.50	155.76	167.22	2–4
P ₇₅	205.33	219.82	210.96	241.6	

Note: P₂₅ – 25th percentile; P₇₅ – 75th percentile.

Кадмий. Среди изучаемых элементов кадмий представляет опасность в качестве загрязнителя пищевых продуктов. Установлено, что растворимые соединения кадмия вызывают анемию, нарушают витаминный, белковый и фосфорно-кальциевый обмен, поражают центральную нервную систему; менее растворимые – действуют на желудочно-кишечный тракт и дыхательные пути [7].

Медиана содержания кадмия в волосах коряков, чукчей, эвенов и европеоидов не превышала биологически допустимый уровень (0,25 мкг/г) [8]. Отмечено статистически значимое увеличение (в 2,6 раза) медианы кадмия у эвенов в сравнение с аналогичными показателями у коряков, чукчей и европеоидов. При этом в группе эвенов не выявлено лиц с повышенной концентрацией кадмия относительно биологически допустимого уровня. Таким образом, в волосах аборигенных жителей и европеоидов избыточного содержания кадмия не установлено.

Свинец. Этот токсический элемент обладает канцерогенной активностью. Несмотря на запрет использования этилированного бензина, содержащего тетраэтилсвинец, воздействие свинца на человека по-прежнему остается серьезной проблемой. Основными источниками его поступления являются загрязненные вода и продукты питания, косметика, кухонная утварь, старые краски. При ингаляционном пути поступления в организм, в отличие от пищевого, свинец быстрее достигает кровотока и действие его максимально [9; 10].

У коряков, чукчей, эвенов медиана содержания свинца в волосах находилась ниже биологически допустимого уровня (5,0 мкг/г) [8]. При этом у 1,5 % эвенов и 4,5 % европеоидов отмечены концентрации свинца, превышающие 5,0 мкг/г. Выявлены межгрупповые статистически значимые различия в содержании свинца (см. таблицу): содержание элемента у чукчей находилось на более низком уровне относительно аналогичных показателем у коряков, эвенов и европеоидов. Повышенная концентрация свинца у некоторых жителей, вероятно, связана с употреблением в пищу продуктов, загрязненных свинцом. Уровень свинца, не превышающий биологически допустимый уровень, у большей части коряков, чукчей, эвенов и европеоидов свидетельствует об отсутствии свинцового загрязнения на территории проживания исследуемых групп населения.

Ртуть. Уровень ртути в биологических средах человека, согласно литературным сведениям, однозначно не определен. Так, нормативное содержание ртути в волосах, согласно лабораторными нормативами Центра биотической медицины, соответствует значениям 0,5–1,0 мкг/г, биологически допустимый уровень – 5,0 мкг/г [11].

По нашим данным, медиана ртути в волосах коряков, чукчей и эвенов не превышала 0,5 мкг/г. Среди аборигенных жителей наибольший процент проб с содержанием ртути в диапазоне от 0,5 до 1,0 мкг/г отмечен у эвенов и коряков (33,8 и 30 % обследованных); у чукчей этот показатель составил 8,6 %. Встречаемость лиц с показателями ртути, превышающими 1,0 мкг/г составила: у эвенов – 16,2 %, коряков – 7,5 %, чукчей – 5,7 %, европеоидов – 10,1 %. Статистически достоверных различий в содержании ртути в волосах между коряками, эвенами и чукчами, а также между аборигенными жителями и европеоидами не выявлено. Результаты анализа подтверждают полученные ранее сведения об отсутствии в организме аборигенов Северо-Востока России критических уровней ртути [12]. Однако в среднем у каждого десятого из исследованных жителей ее концентрации превышают нормативные величины (1,0 мкг/г). Повышенное содержание ртути у некоторых аборигенных жителей, вероятно, связано с большой долей в рационе питания рыбы и морепродуктов, содержащих метилртуть [13].

Исследуя пропорции токсичных металлов по отношению к их эссенциальным микроэлементам-антагонистам, можно определить, в какой степени токсические элементы нарушают биохимические процессы, контролируемые соответствующими эссенциальными элементами [14].

Считается, что химические элементы способны проявлять эссенциальность, если их отношения к токсичным элементам соответствуют определен-

ным значениям. В частности, для Ca/Pb это соотношение должно составлять 100, для Zn/Cd – 500 [15]. Снижение указанных значений предполагает негативное влияние токсичных элементов на метаболизм эссенциальных элементов.

У исследованных коряков, чукчей, эвенов и европеоидов отмечено сниженное содержания кальция в волосах, его медианы во всех группах были ниже референтных величин (494–1619 мкг/г) [16]. При этом у 100 % коряков, 100 % чукчей, 98,5 % эвенов и 98,9 % европеоидов значение соотношения Ca/Pb соответствовало установленной нормативной величине. Таким образом, возможный эндогенный дефицит кальция у исследованных лиц не увеличивает риск токсического действия свинца на организм.

Медианы содержания цинка у коряков, чукчей, эвенов и европеоидов находились в пределах референтных величин (155,00–206,00 мкг/г) [16], а соотношение Zn/Cd у всех исследованных лиц соответствовало оптимальному уровню. Указанные показатели свидетельствуют о благоприятной обстановке в геохимическом окружении по содержанию цинка и кадмия.

Заключение

Отмечены статистически значимые различия в содержании кадмия и свинца у аборигенных жителей и европеоидов. Так, у эвенов медиана кадмия превышала аналогичный показатель среди коряков, чукчей и европеоидов, значение медианы свинца у чукчей было меньше в сравнении с показателем в других исследованных группах. Межгрупповых различий в содержании ртути не выявлено.

В волосах исследованных жителей Магаданской области критически высоких концентраций кадмия, свинца и ртути не определено. Однако у некоторых аборигенных жителей отмечено повышенное содержание ртути и свинца, а у части европеоидов – избыточные концентрации свинца. Указанные особенности могут быть обусловлены рационом питания и диетическим предпочтением рыбы и морепродуктов.

Дисбаланса в соотношении токсичных (кадмия, свинца) и эссенциальных (кальция, цинка) элементов не установлено. Таким образом, Магаданскую область в плане токсической нагрузки на население можно отнести к территориям с относительно благоприятной экологической ситуацией.

Список литературы

- [1] Пурмаль А.П. Антропогенная токсикация планеты. Ч. 1 // Соросовский образовательный журнал. 1998. № 9. С. 39–45.
- [2] Ковальский В.В. Геохимическая среда и жизнь. М.: Наука. 1982. 76 с.
- [3] Состояние окружающей среды и использование природных ресурсов Магаданской области: статистический сборник. Магадан: Магаданстат, 2011. 72 с.
- [4] Ермаков В.В., Самохин В.Т., Алексеева С.А., Дегтярев А.П., Кречетова Е.В., Карпова Е.А., Сафонов В.А., Тютиков В.Б., Хабаров В.Б. Биогеохимия – фундаментальная основа технологий коррекции элементозов // Микроэлементы в медицине. 2004. Т. 5. № 4. С. 55–56.
- [5] Скальный А.В., Рудаков И.А. Биоэлементы в медицине. М.: ОНИКС 21 век: Мир, 2004. 272 с.

- [6] Манчук В.Т., Надточий Л.А. Состояние и тенденции формирования здоровья коренного населения Севера и Сибири // Бюллетень СО РАМН. 2010. Т. 30. № 3. С. 24–32.
- [7] Кузубова Л.И., Шуваева О.В., Аношин Г.Н. Элементы-экоотоксиканты в пищевых продуктах. Гигиенические характеристики, нормативы содержания в пищевых продуктах, методы определения: аналит. обзор / ГПНТБ СО РАН, Ин-т неорг. химии, Объед. ин-т геологии, геофизики и минералогии СО РАН. Новосибирск, 2000. 67 с. (Экология. Вып. 58).
- [8] Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экологии человека. М.: ОНИКС 21 век: Мир, 2004. 216 с.
- [9] Рыбкин В.С., Богданов А.Н., Чуйков Ю.С., Теплая Г.А. Тяжелые металлы как фактор возможных экологически обусловленных заболеваний в Астраханском регионе // Гигиена и санитария. 2014. № 2. С. 27–31.
- [10] Черных Н.А., Баева Ю.И. Тяжелые металлы и здоровье человека // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2004. № 1 (10). С. 125–134.
- [11] Тацый Ю.Г. О возможности использования волос в качестве биоиндикатора загрязнения окружающей среды ртутью // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. 2013. № 12. С. 158–164.
- [12] Горбачев А.Л. Ртуть как приоритетный загрязнитель окружающей среды: уровень ртути и других токсичных элементов в организме аборигенных жителей северо-востока России // Микроэлементы в медицине. 2016. Т. 17. № 2. С. 3–9. <http://doi.org/10.19112/2413-6174-2016-17-2-3-9>
- [13] Ульрих С.М., Тантон Т.В., Абдрашитова С.В. Ртуть в природных водных объектах: обзор фактов, влияющих на метилирование // Environ. Sci. and Technol. 2001. № 31 (3). С. 241–293.
- [14] Корчина Т.Я., Корчин В.И. Сравнительная характеристика интоксикации свинцом и кадмием населения Ханты-Мансийского автономного округа // Гигиена и санитария. 2011. № 3. С. 8–10.
- [15] Krupka K., Puczkowski S. Badanie pierwiastkow wlosow. Laboratorium Pierwatkow Nieznaczonej Ilosti. Lodz, 2004.
- [16] Скальный А.В. Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученные методом ИСП-АЭС (АНО «Центр биотической медицины») // Микроэлементы в медицине. 2003. Т. 4. № 1. С. 55–56.

References

- [1] Purmal AP. Antropogenictoxication of the planet. Part 1. *Soros Educational Journal*. 1998;9:39–45. (In Russ.)
- [2] Kovalsky VV. *Geochemical environment and life*. Moscow: Nauka Publ.; 1982. (In Russ.)
- [3] *State of the environment and use of natural resources of the Magadan Oblast: statistical digest*. Magadan: Magadanstat Publ.; 2011. (In Russ.)
- [4] Ermakov VV, Samokhin VT, Alekseeva SA, Degtyarev AP, Krechetova EV, Karpova EA, Safonov VA, Tyutikov VB, Khabarov VB. Biogeochemistry is the fundamental basis of elemental correction technologies. *Trace Elements in Medicine (Moscow)*. 2004;5(4):55–56. (In Russ.)
- [5] Skalny AV, Rudakov IA. *Bioelements in medicine*. Moscow; 2004. (In Russ.)
- [6] Manchuk VT, Nadtochiy LA. The state of and trends in health of indigenous peoples of the North and Siberia. *Bulletin of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences*. 2010;30(3):24–32. (In Russ.)
- [7] Kuzubova LI, Shuvaeva OV, Anoshin GN. *Elements-eco toxicants in food. Hygienic characteristics, standards of content in food, methods for determining analytical review* (G.L. Anoshin, Transl.). Novosibirsk: GPNTB SO RAN Publ.; 2000. (In Russ.)

- [8] Skalny AV. *Chemical elements in human physiology and ecology*. Moscow; 2004. (In Russ.)
- [9] Rybkin VS, Bogdanov AN, Chuikov YuS, Teplaya GA. Heavy metals as a factor of possible environmentally caused illnesses in the Astrakhan region. *Hygiene and Sanitation*. 2014;2:27–31. (In Russ.)
- [10] Chernykh NA, Baeva JI. Heavy metals and person health. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2004;(1):125–134.
- [11] Tatsiy YuG. Applicability of human hair as a bioindicator for environmental mercury pollution. *Bulletin of Tyumen State University. Ecology and Nature Management*. 2013;12:158–164. (In Russ.)
- [12] Gorbachev AL. Mercury as a most important environmental pollutant: the body levels of mercury and other toxic chemical elements in indigenous residents of north-east Russia. *Trace Elements in Medicine (Moscow)*. 2016;17(2):3–9. (In Russ.) <http://doi.org/10.19112/2413-6174-2016-17-2-3-9>
- [13] Ullrich SM, Tanton TV, Abdrashitova SV. Mercury in the aquatic environment: a review of factors affecting methylation. *Environ. Sci. and Technol*. 2001;31(3):241–293. (In Russ.)
- [14] Korchina TYa, Korchin VI. Comparative characteristics of lead and cadmium intoxication in the Khanty-Mansi Autonomous District. *Hygiene and Sanitation*. 2011;3:8–10. (In Russ.)
- [15] Krupka K, Puczkowski S. *Badanie pierwiastkow wlosow*. Laboratorium Pierwatkow Nieznaczonej Ilosti. Lodz; 2004.
- [16] Skalny AV. Reference values of chemical elements concentration in hair, obtained by means of ICP-AES method in ANO Centre for Biotic Medicine. *Trace Elements in Medicine (Moscow)*. 2003;4(1):55–56. (In Russ.)

Сведения об авторах:

Похилик Наталья Владимировна, врач по общей гигиене МСЧ МВД России по Магаданской области, преподаватель, Северо-Восточный государственный университет, Российская Федерация, 685000, Магадан, ул. Портовая, д. 13. E-mail: natalis2686@mail.ru

Горбачев Анатолий Леонидович, доктор биологических наук, профессор кафедры валеологии, Северо-Восточный государственный университет, Российская Федерация, 685000, Магадан, ул. Портовая, д. 13. ORCID: 0000-0002-2432-3408, eLIBRARY SPIN-код: 7050-3412. E-mail: gor000@mail.ru

Bio notes:

Natalya V. Pokhilyuk, general hygiene doctor, Medical and Sanitary Unit of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation in Magadan Region, lecturer, Northeastern State University, 13 Portovaya St, Magadan, 685000, Russian Federation. E-mail: natalis2686@mail.ru

Anatoly L. Gorbachev, Ph.D. (Biology), Professor of the Department of Valeology, Northeastern State University, 13 Portovaya St, Magadan, 685000, Russian Federation. ORCID: 0000-0002-2432-3408, eLIBRARY SPIN-code: 7050-3412. E-mail: gor000@mail.ru