

УДК 504.75:614:550.47

ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ ЕСТЕСТВЕННОЙ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ АНОМАЛИИ, НЕ ВЫЗЫВАЮЩЕЙ ЭНДЕМИЙ

© 2017 г. Е. В. Михеева, *Е. А. Байtimiрова, *И. А. Кшняев

Уральский государственный горный университет,

*Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

Геохимические и медико-экологические исследования проведены в районах естественной геохимической аномалии и природно-техногенной аномалии с избыточным содержанием тяжелых металлов (Ni, Cr, Co, Cu, Pb) на территории Свердловской области (Средний Урал). Цель работы – изучение общей заболеваемости человека в условиях естественной геохимической аномалии (биогеохимической провинции), в которой наряду с аномально высоким содержанием тяжелых металлов в почве эндемические заболевания не встречаются. Данные по заболеваемости населения анализировали с помощью аппарата обобщенных линейных моделей, в качестве объясняемой переменной использовали арксинус-преобразованное значение отношения числа заболевших к численности населения изучаемой территории. В ходе анализа средних показателей общей заболеваемости за пятилетний период установлено их статистически значимое увеличение ($p < 0,001$) на территории естественной геохимической аномалии по сравнению с фоновым участком. Основной вклад в увеличение показателей общей заболеваемости населения на территории геохимической аномалии вносят инфекционные и паразитарные болезни, болезни системы кровообращения, дыхания, пищеварения. В качестве причины увеличения общей заболеваемости предложено считать ослабление иммунитета при действии повышенных концентраций химических элементов. Установленный неспецифический эффект естественного геохимического фактора, вероятно, универсален для аномальных участков земной поверхности, характеризующихся отсутствием эндемий.

Ключевые слова: геохимическая аномалия, биогеохимическая провинция, заболеваемость, тяжелые металлы

HUMAN MORBIDITY IN THE CONDITIONS OF NATURAL GEOCHEMICAL ANOMALY THAT CAUSES NO ENDEMIC DISEASES

E. V. Mikheeva, * E. A. Baytimirova, * I. A. Kshnyasev

The Ural State Mining University, Ekaterinburg

*Institute of Plant and Animal Ecology, Urals Branch of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

Geochemical and medical ecology studies were conducted in the areas of natural geochemical anomalies with excessive content of heavy metals (Ni, Cr, Co, Cu, Pb) in the Sverdlovsk region (the Middle Urals). The purpose of the work was to study the human morbidity rate in the natural geochemical anomalies (biogeochemical province), which, along with abnormally high content of heavy metals in the soil did not cause endemic diseases. Morbidity data were analyzed by generalized linear model device. The interpretable variable is arcsine-converted value of the cases number ratio to the study area population size. In the course of morbidity average data analysis covering five-year period it's statistically significant increase was stated on the territory of the natural geochemical anomaly ($p < 0.001$) in comparison with full tone. The main contribution to the morbidity rate increase in the geochemical anomaly make infectious and parasitic diseases, diseases of the circulatory system, respiratory, digestive. As a reason for the increase of morbidity rate is proposed the weakening of immunity under the influence of high concentrations of the chemical elements. Fixed non-specific effect of the natural geochemical factor is probably universal for abnormal areas of the earth's surface, characterized by the endemia absence.

Keywords: geochemical anomaly, biogeochemical province, morbidity, heavy metals

Библиографическая ссылка:

Михеева Е. В., Байtimiрова Е. А., Кшняев И. А. Заболеваемость человека в условиях естественной геохимической аномалии, не вызывающей эндемий // Экология человека. 2017. № 10. С. 21–27.

Mikheeva E. V., Baytimirova E. A., Kshnyasev I. A. Human Morbidity in the Conditions of Natural Geochemical Anomaly that Causes No Endemic Diseases. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2017, 10, pp. 21-27.

Экологически обусловленная заболеваемость является общепризнанным фактом [2]. В случаях техногенных загрязнений среды описаны результаты токсического действия, связанные с избытком химических элементов, профессиональные заболевания, увеличение общей и первичной заболеваемости населения [9, 16, 17, 20]. В условиях естественных отклонений от геохимической нормы регистрируются эндемические заболевания животных и человека [10, 12, 18], изменения анатомии и физиологии растений [4], модификации флористической и экологической

структур растительного покрова [19]. Геоэкологические факторы способны привести к изменениям клинического течения некоторых заболеваний, вызвать формирование их хронических форм [21]. В связи с необходимостью устранения серьезной угрозы населению, которую представляют собой аномальные концентрации химических элементов в окружающей среде, введен и достаточно широко используется термин «экологическая безопасность» [23].

При этом существуют районы с естественно высоким содержанием некоторых химических элементов, в

которых, тем не менее не отмечаются ни эндемические заболевания, ни отклонения от физиологической нормы. Такого рода территории в своем происхождении всегда связаны с геохимическими аномалиями и могут быть классифицированы либо как потенциальные, либо как фоновые биогеохимические провинции. В условиях подобных провинций пониженные или повышенные концентрации основных химических элементов не достигают пороговых значений, но очень близки к ним. Характерные биологические эффекты в потенциальных провинциях обычно не проявляются, но при действии неблагоприятных условий среды или в случаях ослабления регуляторных функций организма могут возникать эндемические заболевания. В условиях фоновых провинций заметные биологические реакции организмов не отмечались [12]. При этом отсутствие биологических эффектов не отменяет возможных адаптивных реакций организмов, населяющих данные районы, с соответствующими физиологическими затратами на их осуществление.

Настоящая работа посвящена изучению общей заболеваемости человека в условиях естественной геохимической аномалии (биогеохимической провинции), в которой наряду с аномально высоким содержанием тяжелых металлов в почве не встречаются эндемические заболевания животных и человека.

Методы

Исследования проведены в районе естественной геохимической аномалии с избыточным содержанием никеля, кобальта, хрома, обусловленным ультраосновными горными породами (окрестности пос. Уралец Свердловской области). За избыточные (аномальные) принимались концентрации химических элементов, превышающие среднеуральские фоновые значения в 3 и более раза [15].

На территории исследуемой аномалии были проведены геохимические изыскания с целью актуализации информации о содержании химических элементов в почве и мониторинга техногенного загрязнения. Фоновой территорией для геохимических исследований служили окрестности сел Мартьяново и Чусовое Шалинского района Свердловской области. Геохимически аномальный и фоновый участки различаются типом горных пород: для аномальной территории характерны ультраосновные породы, для фоновой — известняки. Территорией сравнения для геохимических исследований послужил Калиновский лесопарк, расположенный в г. Екатеринбурге, чей выбор в качестве полигона оценки содержания тяжелых металлов обусловлен наличием на его территории ультраосновных горных пород, сходных с таковыми в пос. Уралец, и техногенного загрязнения, дополняющего токсическую нагрузку на биоту.

Почвенные образцы для элементопределений были отобраны методом «конверта» с глубин 5–10 см (горизонт А) и 30–40 см (горизонт В). Всего было отобрано 55 объединенных проб. Концентрации валовых форм изучаемых элементов (Ni, Co, Cr, Cu,

Pb, Cd) были определены с помощью метода атомной абсорбции. Выбор данных элементов обусловлен предшествующими исследованиями (использование спектрального полуколичественного анализа при исследовании почвенных проб).

Значимость различий в концентрациях элементов между выборками оценивали при помощи дисперсионного анализа, значения предварительно логарифмированы; для множественных сравнений использовали LSD test (Fisher's) Least Significant Difference test) [13].

Предшествующими исследованиями показано изменение структуры человеческой смертности в условиях изучаемой естественной геохимической аномалии по сравнению с фоновым районом [15]. В рамках продолжения работ по оценке воздействия естественной геохимической аномалии на организм человека исследовали показатели заболеваемости населения ретроспективным методом за пятилетний период (нозологии по Международной классификации болезней 10 пересмотра).

Изучались следующие группы болезней: инфекционные и паразитарные болезни (1), новообразования (2), болезни крови и кроветворных органов (3), болезни эндокринной системы (4), психические расстройства (5), болезни нервной системы (6), болезни глаза и его придаточного аппарата (7), болезни уха и сосцевидного отростка (8), болезни системы кровообращения (9), болезни органов дыхания (10), болезни органов пищеварения (11), болезни кожи и подкожной клетчатки (12), болезни костно-мышечной системы (13), болезни мочеполовой системы (14), патологии беременности и родов (15), болезни перинатального периода (16), врожденные аномалии (17), симптомы, признаки и отклонения от нормы (18), травмы и отравления (19).

В качестве контрольной использовалась выборка медико-демографических параметров населения Шалинского района Свердловской области. Территорией сравнения для изучения заболеваемости человека использовался г. Екатеринбург в целом как крупный областной центр с высоким уровнем техногенной нагрузки.

Данные по заболеваемости населения анализировали с помощью аппарата обобщенных линейных моделей с применением программного продукта «Statistica»; в качестве объясняемой переменной использовали арксинус-преобразованное значение отношения числа заболевших к численности населения изучаемой территории [24].

Результаты

Результаты геохимических исследований на территориях естественной геохимической аномалии, фонового участка, а также Калиновского лесопарка г. Екатеринбурга представлены в табл. 1.

Содержание и распределение химических элементов по почвенным горизонтам подчиняется описанным ниже закономерностям.

Таблица 1
Концентрации (среднее и доверительный интервал)
тяжелых металлов в почве изучаемых районов, мг/кг

Элемент	Район		
	Пос. Уралец n=20	г. Екатеринбург (Калиновский лесопарк) n=16	Шалинский район n=19
	Глубина 5–10 см (горизонт А)		
Ni	412,59 (189,97–635,21)	119,38 (17,31–221,44)	28,20 (21,19–35,21)
Co	83,50 (52,80–114,19)	15,62 (9,65–21,59)	14,05 (9,12–19,00)
Cr	1781,50 (1056,83–2506,18)	45,72 (13,73–77,72)	35,96 (23,50–48,42)
Pb	65,85 (35,86–95,83)	33,16 (5,62–60,71)	16,57 (11,41–21,73)
Cu	20,51 (11,71–29,32)	92,38 (32,46–152,30)	20,07 (16,37–23,77)
Cd	0,69 (0,35–1,02)	0,58 (0,01–1,14)	0,46 (0,21–0,72)
Глубина 30–40 см (горизонт В)			
Ni	849,65 (594,74–1104,56)	290,53 (61,06–642,12)	42,19 (23,09–61,29)
Co	120,56 (89,26–151,86)	30,37 (4,86–55,88)	18,14 (14,39–21,80)
Cr	1722,78 (1174,28–2271,28)	617,28 (53,43–1181,13)	50,60 (41,07–60,13)
Pb	13,70 (2,61–24,79)	11,37 (5,06–17,69)	9,41 (6,20–12,63)
Cu	5,19 (2,71–7,67)	22,09 (12,40–31,78)	25,57 (15,29–35,86)
Cd	0,004 (0,004–0,004)	0,01 (0,003–0,01)	0,49 (0,21–1,20)

Хром. Содержание валовых форм превышает среднеуральский кларк (200 мг/кг) в районе естественной геохимической аномалии. Концентрация хрома в почве аномалии в 40 раз выше по сравнению с другими изучаемыми районами (различия статистически значимы (Post Hoc LSD test $p < 0,001$), максимальные концентрации обнаружены на глубине 30–40 см, что подтверждает природный путь поступления хрома в почву. На территории городского лесопарка также обнаружены высокие концентрации хрома в нижнем горизонте. Превышение по средним значениям составляет порядка 12 раз. Различия с фоновой территорией по горизонту В находятся на пределе 0,95 уровня значимости (горизонт А: Post Hoc LSD test $p = 0,860$; горизонт В: Post Hoc LSD test $p = 0,059$).

Кобальт. Содержание валовых форм кобальта также значимо выше (в 4–5 раз) на территории естественной аномалии в сравнении с фоновой территорией и лесопарком (Post Hoc LSD test $p < 0,001$ в каждом из попарных сравнений) и превышает среднеуральский кларк (10 мг/кг) более чем в три раза.

Никель. Концентрация валовых форм никеля в почве превышает уровень среднеуральского кларка (30 мг/кг) в районе геохимической аномалии и на

территории Калиновского лесопарка минимум в 4, максимум в 20 раз по сравнению с Шалинским районом. Установленные концентрации значимо отличаются от фоновых показателей (горизонт А, В: Post Hoc LSD test $p < 0,001$ – попарные сравнения с аномальным районом; горизонт А: Post Hoc LSD test $p = 0,026$; горизонт В: Post Hoc LSD test $p = 0,014$ – попарные сравнения с лесопарком). Концентрации никеля на фоновом участке не достигают аномальных значений.

Свинец. Высокое содержание в почве валовых форм свинца отмечается в верхнем почвенном горизонте на участке естественной аномалии и на территории Екатеринбурга, в 4 и 2 раза соответственно выше среднеуральского кларка (15 мг/г). При этом концентрации в почве фонового района в 2 раза ниже, чем на территории пос. Уралец, различия значимы (горизонт А: Post Hoc LSD test $p = 0,054$) и практически соответствуют уровню среднеуральского кларка.

Медь. Концентрация валовых форм меди в верхнем почвенном горизонте лесопарка значимо выше по сравнению с остальными районами (Post Hoc LSD test $p < 0,001$ в каждом из попарных сравнений) и превышает среднеуральский кларк (20 мг/кг) более чем в 4 раза по средним значениям.

Кадмий. Содержание кадмия в почве изучаемых районов незначительно.

Таким образом, в результате геохимических исследований подтверждено наличие естественной геохимической аномалии в окрестностях пос. Уралец Свердловской области и установлено наличие природно-техногенной аномалии в Калиновском лесопарке г. Екатеринбурга. Высокие концентрации тяжелых металлов могут вызывать нежелательные эффекты в отношении здоровья человека.

При изучении заболеваемости населения для геохимически аномального участка (п. Уралец) установлены максимальные среди всех анализируемых выборок значения относительной заболеваемости (заболевания на одну тысячу населения) широко распространенными группами нозологий: болезни органов дыхания, пищеварения, системы кровообращения и костно-мышечной системы (табл. 2).

Таблица 2
Общая заболеваемость населения в различных геохимических условиях

Группа нозологий	Пос. Уралец (ГХ аномалия)		г. Екатеринбург		Шалинский район (ГХ фон)	
	Ранг	На 1 тыс.	Ранг	На 1 тыс.	Ранг	На 1 тыс.
Инфекционные и паразитарные болезни	8	138,44	9	263,44	10	97,14
Новообразования	12	100,25	14	155,25	14	73,24
Болезни крови и кровеносных органов	15	27,58	17	35,82	17	21,45
Болезни эндокринной системы	10	116,88	12	183,79	11	93,08
Психические расстройства	17	22,80	11	218,33	5	268,51

Продолжение таблицы 2

Группа нозологий	Пос. Уралец (ГХ анома- лия)		г. Екатерин- бург		Шалинский район (ГХ фон)	
	Ранг	На 1 тыс.	Ранг	На 1 тыс.	Ранг	На 1 тыс.
Болезни нервной системы	9	135,04	15	144,06	13	76,70
Болезни глаза и его придаточного аппарата	11	107,06	4	470,38	4	276,73
Болезни уха и сосцевидного отростка	14	49,34	13	170,19	12	83,84
Болезни системы кровообращения	2	913,81	3	538,61	2	349,16
Болезни органов дыхания	1	1894,04	1	1412,10	1	474,14
Болезни органов пищеварения	5	500,86	5	371,67	6	193,28
Болезни кожи и под- кожной клетчатки	7	224,60	8	309,33	9	112,58
Болезни костно-мы- шечной системы	4	646,08	7	364,89	8	174,71
Болезни мочеполовой системы	6	291,62	6	369,43	7	178,36
Патологии беремен- ности и родов	13	55,51	10	227,54	15	55,73
Болезни перинаталь- ного периода	19	1,32	16	53,65	16	23,52
Врожденные аномалии	18	4,10	19	18,82	19	8,36
Симптомы, признаки и отклонения от нормы	16	24,10	18	33,90	18	16,76
Травмы и отравления	3	761,01	2	600,85	3	311,08

Примечание. ГХ аномалия – естественная геохимическая аномалия; ГХ фон – геохимически фоновый участок.

Стоит отметить, что структура онкозаболеваемости демонстрирует более высокий ранг для территории аномалии (12 место в списке частоты регистрации данного типа нозологий) по сравнению с остальными выборками (14 место). При этом относительные уровни регистрации новообразований в Екатеринбурге (155,25 на 1 тыс.) и Свердловской области в целом (144,83 на 1 тыс.) превышают значение, установленное для аномального участка (100,25 на 1 тыс.). Для территории геохимического фона отмечено минимальное значение (73,24 на 1 тыс.).

Для оценки эффекта геохимических условий был проведен статистический анализ. Сравнивали выборки геохимически контрастных территорий: аномального и фонового участков, а также выборки территории сравнения – г. Екатеринбурга.

В ходе анализа средних показателей заболеваемости (суммарное количество заболевших всех возрастов в течение пятилетнего периода, нормированное на численность населения изучаемой территории) минимальное значение отмечено для фоновой территории, значения для аномальной территории и г. Екатеринбурга близки (рис. 1). Заболеваемость в геохимически фоновом районе статистически значимо отличается от показателей аномальной территории и территории сравнения.

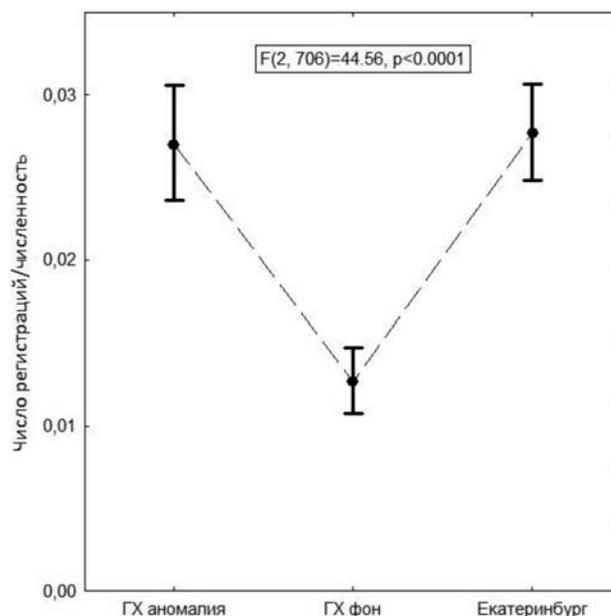


Рис. 1. Средняя частота регистрации заболеваний (все нозологии) по отношению к численности населения исследуемого района на геохимически контрастных территориях. Возраст (дети: от 0 до 14 лет, подростки: от 14 до 17 лет, взрослые: старше 18 лет) использован как ковариата. ГХ аномалия – естественная геохимическая аномалия (пос. Уралец), ГХ фон – геохимически фоновый участок (Шалинский район).

Поскольку выборки участков в пос. Уралец и Шалинском районе по данным Территориального органа федеральной службы государственной статистики по Свердловской области аналогичны друг другу по демографической структуре (табл. 3) и социальному положению населения, различия по исследуемым характеристикам заболеваемости между ними, вероятно, обусловлены только геоэкологическими факторами.

Таблица 3
Возрастная структура населения аномальной и фоновой территорий, %

Территория	0–14 лет	15–17 лет	18 лет и старше	Трудоспособное население
Пос. Уралец (ГХ аномалия)	14,84	4,95	80,22	53,77
Шалинский район (ГХ фон)	14,82	6,40	78,78	55,22

При изучении действия естественного геохимического фактора на отдельные возрастные группы населения: дети, подростки, взрослые, в данном исследовании не выявлено каких либо особенностей, поскольку взаимодействие факторов «территория» и «возраст» статистически незначимо.

Установленное статистически значимое взаимодействие факторов «территория» и «нозологии» (рис. 2) связано с избирательным проявлением определенных заболеваний под действием естественного геохимического фактора. На аномальной территории чаще регистрируются следующие нозологии: инфекционные и паразитарные болезни, болезни системы кровообращения, дыхания, пищеварения. Количество

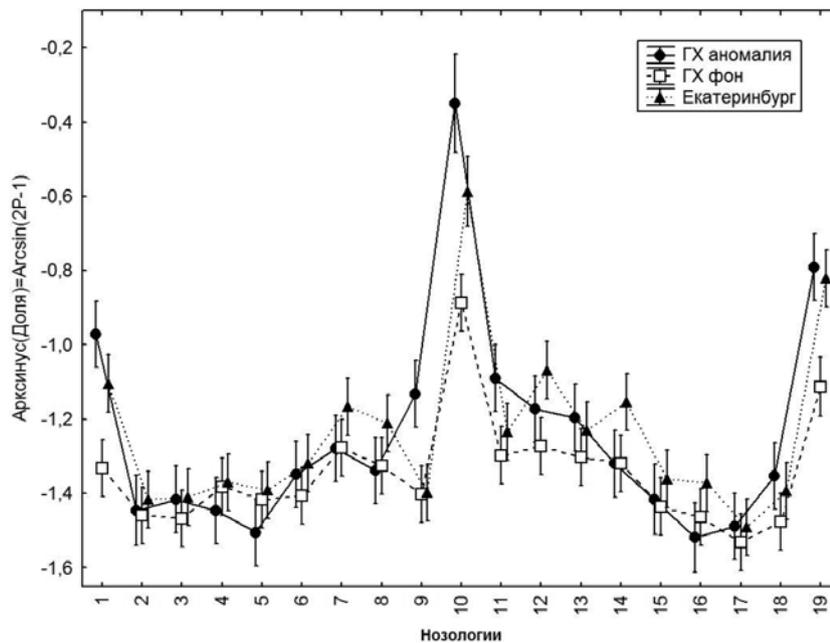


Рис. 2. Средняя частота регистрации заболеваний по отдельным нозологиям* на геохимически контрастных территориях

GX аномалия — естественная геохимическая аномалия (п. Уралец), GX фон — геохимически фоновый участок (Шалинский район).

* Соответствие номеров названиям нозологий см. в разделе «Методы»

травм и отравлений на аномальной территории статистически значимо отличается от значений фонового района и не отличается от значений г. Екатеринбурга, что связано, по-видимому, со случайными факторами. Таким образом, условия геохимической аномалии способствуют увеличению заболеваемости широко распространенными болезнями.

Обсуждение результатов

Проведенные исследования почвенных концентраций химических элементов дают основание утверждать, что естественная геохимическая аномалия в районе пос. Уралец характеризуется высоким содержанием никеля, кобальта и хрома, поступающих из нижних горизонтов. Среднее значение концентрации свинца на аномальной территории, соответствующее 65,85 мг/кг, сопоставимо с кларком почв населенных пунктов (55 мг/кг). Атмосферное поступление свинца в почву аномального участка подтверждается снижением содержания элемента с глубиной взятия пробы.

Так как на изучаемом аномальном участке не отмечены эндемические заболевания, территория окрестностей пос. Уралец Свердловской области в соответствии с концепцией биогеохимического районирования В. В. Ковальского может быть классифицирована как фоновая биогеохимическая провинция.

Природно-техногенная геохимическая аномалия, выделенная на территории г. Екатеринбурга, характеризуется высоким содержанием меди и никеля. При этом изменение концентрации элементов внутри почвенного профиля свидетельствует о преимущественном поступлении меди из атмосферы, а никеля — из подстилающих горных пород. Сопутствующими

аномальными элементами являются хром и свинец.

В последние десятилетия резко увеличилось воздействие техногенных факторов на содержание в почвах ряда металлов. В определенных условиях процессы техногенеза оказывают большое влияние на концентрацию элементов в почвах даже природных, биогенных ландшафтов, это может быть связано с общей техногенной металлизацией биосферы. В почвах некоторых селитебных ландшафтов среднее содержание ряда элементов нередко в несколько раз превышает кларк почв по А. П. Виноградову, в частности по свинцу до 9 раз [5].

Природный избыток тяжелых металлов на территориях геохимических аномалий Среднего Урала может оказывать негативное влияние на население. При этом дополнительное загрязнение подобных районов тяжелыми металлами вследствие антропогенной нагрузки повышает вероятность и тяжесть токсического воздействия на организм человека.

Многочисленными исследованиями установлено увеличение заболеваемости населения в экологически неблагоприятных районах. Так, некоторые авторы связывают аномальный состав компонентов окружающей среды с ростом числа аллергических заболеваний, заболеваний дыхательной, мочевыделительной систем, системы кровообращения, крови, кожи и подкожной клетчатки [1, 3, 6]. Увеличение заболеваемости обосновывается влиянием факторов внешней среды, а в качестве механизма наблюдаемых изменений отмечается ослабление иммунитета взрослого и детского населения.

Обнаруженное нами увеличение общей заболеваемости на территории естественной геохимической

аномалии при отсутствии специфического токсического действия и эндемий, вероятно, имеет ту же причину — ослабление иммунитета в результате действия повышенных концентраций химических элементов. Основной вклад в увеличение показателей общей заболеваемости населения на территории геохимической аномалии вносят инфекционные и паразитарные болезни, болезни системы кровообращения, дыхания, пищеварения. Таким образом, можно предполагать сходство компенсаторно-приспособительных реакций организма человека в условиях избытка тяжелых металлов, обусловленного как техногенными, так и естественными причинами, в нашем случае — химизмом ультраосновных горных пород, в допороговом для эндемических заболеваний диапазоне концентраций. Путь поступления избыточных доз химических элементов в организм человека на аномальной территории, описанной в данной статье, вероятно, через желудочно-кишечный тракт [7, 11, 14]. Сельские жители в связи с использованием продукции собственных подсобных хозяйств, местной воды и лесных пищевых ресурсов более подвержены действию геохимических факторов по сравнению с жителями городов.

Естественные геохимические аномалии не являются уникальной экологической особенностью Урала, а распространены в разных регионах планеты [2, 8, 22]. Установленный неспецифический эффект естественного геохимического фактора, выражающийся в увеличении заболеваемости человека широко распространенными группами болезней, может быть экстраполирован на другие аномальные участки земной поверхности, для которых в условиях высоких концентраций химических элементов в почве не описаны эндемические заболевания.

Отмеченное в данной работе увеличение заболеваемости инфекционными болезнями на аномальной территории может свидетельствовать о менее благоприятном прогнозе развития эпидемий для районов естественных геохимических аномалий (биогеохимических провинций) по сравнению с фоновыми территориями. Однако этот вопрос требует, несомненно, более детального изучения.

Список литературы

1. Авалиани С. Л., Ревич Б. А., Захаров В. М. Мониторинг здоровья человека и здоровья среды. Региональная экологическая политика. М.: Центр экологической политики России, 2001. 76 с.
2. Агаджанян Н. А., Скальный А. В. Химические элементы в среде человека и экологический портрет человека. М.: КМК, 2001. 83 с.
3. Айвазян С. А. Интегральные индикаторы качества жизни населения: их построение и использование в социально-экономическом управлении и межрегиональных сопоставлениях. Рос. акад. наук, Центр. экон.-мат. ин-т. М.: ЦЭМИ РАН, 2000. 117 с.
4. Алексеева-Попова Н. В. Внутривидовая дифференциация дикорастущих видов под влиянием избытка тяжелых металлов в среде // Труды Биогеохимической лаборатории. 1990. Т. 21. С. 62–71.
5. Алексеенко В. А., Алексеенко А. В. Химические элементы в геохимических системах. Кларки почв селитебных ландшафтов. Ростов н/Д: Изд-во Южного федерального университета, 2013. 388 с.
6. Архипова Е. И., Оконенко Т. И. Характеристика заболеваемости населения Великого Новгорода с учетом уровня загрязнения атмосферного воздуха // Экология человека. 2007. № 5. С. 11–14.
7. Бобун И. И., Иванов С. И., Унгурияну Т. Н., Гудков А. Б., Лазарева Н. К. К вопросу о региональном нормировании химических веществ в воде на примере Архангельской области // Гигиена и санитария. 2011. № 3. С. 91–95.
8. Грибовский Г. П., Грибовский Ю. Г., Плохих Н. А. Биогеохимические провинции Урала и проблемы техногенеза // Техногенез и биогеохимическая эволюция таксонов биосферы. М.: Наука, 2003. С. 174–187.
9. Даутов Ф. Ф. Изучение здоровья населения в связи с факторами среды. Казань: Изд-во Казанского университета, 1990. 117 с.
10. Добровольский В. В. Основы биогеохимии. М.: Высшая школа, 1998. 413 с.
11. Кляцкая И. О., Гудков А. Б., Бобун И. И. Сезонные изменения качества поверхностных вод устьевого участка Северной Двины // Экология человека. 2008. № 5. С. 9–16.
12. Ковальский В. В. Геохимическая среда, микроэлементы, реакции // Труды Биогеохимической лаборатории Института геохимии и аналитической химии. 1991. Т. 22. С. 5–23.
13. Ланг Т. А., Сесик М. Как описывать статистику в медицине. Аннотированное руководство для авторов, редакторов и рецензентов. М.: Практическая медицина, 2011. С. 156–178.
14. Лыжина А. В., Бузинов Р. В., Унгурияну Т. Н., Гудков А. Б. Химическое загрязнение продуктов питания и его влияние на здоровье населения Архангельской области // Экология человека. 2012. № 12. С. 3–9.
15. Михеева Е. В., Байтмирова Е. А., Медведев О. А. Воздействие природного геохимического фактора на здоровье населения Среднего Урала // Экология человека. 2010. № 1. С. 14–18.
16. 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.
17. Пашков А. Н., Мячина О. В. Биология. Медицинские проблемы в экологии человека: региональный компонент: в 3 частях. Воронеж: ВГМА, 2013. Ч. 1. 109 с.
18. Ревич Б. А. Загрязнение окружающей среды и здоровье населения. Введение в экологическую эпидемиологию. М.: МНЭППУ, 2008. 264 с.
19. Теплина А. Ю., Пауков А. Г. Петрофитно-степная флора и растительность гипербазитов Южного Урала // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14, № 1 (7). С. 1860–1863.
20. Ушаков И. Б., Володин А. С., Губин В. В. Медицинские последствия химических загрязнений окружающей среды и некоторые решения данной проблемы // Экология человека. 2003. № 4. С. 3–7.
21. Хаитов Р. М., Пинегин Б. В., Истамов Х. И. Экологическая иммунология. М.: ВНИРО, 1995. 219 с.
22. Хлебович И. А., Ротанова И. Н., Шибких А. А., Курепина Н. Ю. Системное микдо-экологическое картографирование // Сибирский экологический журнал. 2003. № 2. С. 193–204.

23. Шмаль А. Г. Факторы экологической безопасности – экологические риски. Бронницы: МУП ИКЦ «БНТВ», 2010. 192 с.

24. Atkinson A., Springer M. Diagnostic Regression Analysis. Robust: Science and Business Media, 2000. 253 p.

References

1. Avaliani S. L., Revich B. A., Zakharov V. M. *Monitoring zdorov'ya cheloveka i zdorov'ya sredy. Regional'naya ekologicheskaya politika* [Monitoring of human health and the environment. Regional environmental policy]. Moscow, Center for Russian Environmental Policy, 2001, 76 p.

2. Agadzhanian N. A., Skal'nyi A. V. *Khimicheskie elementy v srede cheloveka i ekologicheskii portret cheloveka* [Chemical elements in the environment, human and environmental portrait of a man]. Moscow, Scientific Press Ltd., 2001, 83 p.

3. Aivazyan S. A. *Integral'nye indikatory kachestva zhizni naseleniya: ikh postroyeniye i ispol'zovanie v sotsial'no-ekonomicheskom upravlenii i mezhtsemyonnykh sopostavleniyakh* [Integral indicators of life quality: their construction and use of socio-economic governance and inter-regional comparisons]. Moscow, RAS, Central Economics and Mathematics Institute, 2000, 117 p.

4. Alekseeva-Popova N. V. Intraspecific differentiation of wild species under the influence of heavy metals excess in the environment. *Trudy Biogeokhimitskoy laboratorii* [Proceedings of the biogeochemical laboratory]. 1990, 21, pp. 62-71. [in Russian]

5. Alekseenko V. A., Alekseenko A. V. *Khimicheskie elementy v geokhimitskikh sistemakh. Klarki pochvy selitebnykh landshaftov* [Chemical elements in geochemical systems. Clarke of residential landscape soil]. Rostov-on-Don, Southern Federal University Pres., 2013, 388 p.

6. Arhipova E. I., Okonenko T. I. Characteristics of the Veliky Novgorod population incidence, taking into account the air pollution level. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2007, 5, pp. 11-14. [in Russian]

7. Bobun I. I., Ivanov S. I., Unguryanu T. N., Gudkov A. B., Lazareva N. K. On the issue of regional normalization of chemicals in water as an example of the Arkhangelsk Region. *Gigiena i Sanitariya* [Hygiene and Sanitation]. 2011, 3, pp. 91-95. [in Russian]

8. Gribovskiy G. P., Gribovskiy Ju. G., Plohih N. A. Biogeochemical Provinces in the Urals and problems of technogenesis. In: *Tehnogenez i biogeokhimitskaya jevoljucija taksonov biosfery* [Technogenesis and biogeochemical evolution of the biosphere taxons]. Moscow, Science, 2003, pp. 174-187.

9. Dautov F. F. *Izuchenie zdorov'ya naseleniya v soyazi s faktorami sredy* [The study of public health in relation to environmental factors]. Kazan', Kazan University Press, 1990, 117 p.

10. Dobrovol'skij V. V. *Osnovy biogeokhimii* [Fundamentals of biogeochemistry]. Moscow, High school, 1998, 413 p.

11. Klyatskaya I. O., Gudkov A. B., Bobun I. I. Seasonal changes in quality of surface waters in river Northern Dvina estuary. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2008, 5, pp. 9-16. [in Russian]

12. Koval'skii V. V. Geochemical environment, trace elements, organism's reaction. *Trudy Biogeokhimitskoy laboratorii Instituta geokhimii i analiticheskoi khimii* [Proceedings of the biogeochemical laboratory of Vernadsky

Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry]. 1991, 22, pp. 5-23. [in Russian]

13. Lang T. A., Sesik M. *Kak opisivat' statistiku v meditsine. Annotirovannoe rukovodstvo dlya avtorov, redaktorov i reitsentov* [How to describe the statistics in medicine. Annotated guide for authors, editors and reviewers]. Moscow, Practical medicine, 2011, pp. 156-178.

14. Lyzhina A. V., Buzinov R. V., Ungurjanu 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]

15. Mikheeva E. V., Bajtimirova E. A., Medvedev O. A. Exposure of natural geochemical factors on the population health in the Middle Urals. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2010, 1, pp. 14-18. [in Russian]

16. Nikanov A. N., Krivosheev U. K., Gudkov A. B. Influence of laminaria and the drink "Algapekt" on blood mineral composition in children - residents of Monchegorsk. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2004, 2, pp. 30-32. [in Russian]

17. Pashkov A. N., Myachina O. V. *Biologiya. Meditsinskie problemy v ekologii cheloveka: regional'nyi komponent* [Biology. Medical problems in human ecology: a regional component] in 3 pt. Voronezh, Voronezh State Medical Academy, 2013, pt. 1, 109 p.

18. Revich B. A. *Zagryaznenie okruzhayushchei sredy i zdorov'e naseleniya. Vvedenie v ekologicheskuyu epidemiologiyu* [Contamination of the environment and public health. Introduction to Environmental Epidemiology]. Moscow, International Independent Ecological and Political Science University, 2008, 264 p.

19. Teptina A. Yu., Paukov A. G. Petrofitno-steppe flora and vegetation of the ultramafic rocks in the Southern Urals. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossiiskoi akademii nauk* [Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences]. 2012, 14, 1 (7), pp. 1860-1863. [in Russian]

20. Ushakov I. B., Volodin A. S., Gubin V. V. Health effects of chemical pollution of the environment and some of the solutions to this problem. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2003, 4, pp. 3-7. [in Russian]

21. Haitov P. M., Pinegin B. V., Istamov H. I. *Ekologicheskaya immunologiya* [Environmental immunology]. Moscow, All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography, 1995, 219 p.

22. Hlebovich I. A., Rotanova I. N., Shibkih A. A., Kurepina N. Ju. System health-ecological mapping. *Sibirskii ekologicheskii zhurnal* [Siberian Journal of Ecology]. 2003, 2, pp. 193-204. [in Russian]

23. Shmal' A. G. *Faktory ekologicheskoi bezopasnosti - ekologicheskie riski* [Environmental safety factors - environmental risks]. Bronnitsy, Municipal Unitary Enterprise "Information and Cadaster Centre", 2010, 192 p.

24. Atkinson A., Springer M. Diagnostic Regression Analysis. Robust: Science and Business Media, 2000, p. 253.

Контактная информация:

Михеева Елена Владимировна – кандидат биологических наук, доцент кафедры геоэкологии ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет» Министерства образования и науки России

Адрес: 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, д. 30
E-mail: e_v_mih@mail.ru