

УДК 611.781.1-053.8(616-056.24+616-056.22)(571.61)

DOI: 10.12737/article_59adeb542fd716.06051486

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СТАТУС ЗДОРОВЫХ И БОЛЬНЫХ ЖИТЕЛЕЙ ГОРОДА БЛАГОВЕЩЕНСКА

В.М.Катола

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и природопользования
Дальневосточного отделения Российской академии наук, 675000, г. Благовещенск, пер. Релочный, 1*

РЕЗЮМЕ

Изучен элементный статус здоровых и больных жителей г. Благовещенска с помощью атомно-абсорбционной спектроскопии. Установлено, что цельной крови практически здоровых лиц, проживающих в г. Благовещенске, по сравнению с некоторыми усредненными стандартными показателями по данным литературы, больше ($p < 0,001$) концентрация Co – в 3,5 и более раз, Cs – в 15 раз, Li – в 4,5 раза, Mn – в 34,3 раза, Ni – в 4 раза, и заметно меньше Cu, Fe, Hg, K, Na, Mg, Rb, Zn. При очаговом туберкулезе регистрируется дефицит Ca и Mg и избыток Cd, Cr, Cs, Hg, K, Li и Pb. Наоборот, при фиброзно-кавернозной форме в крови уменьшен уровень Ca, Mg, Mn и Ni ($p < 0,001$), примерно нормальное содержание Cu, Fe и Zn, и повышенная ($p < 0,001$) концентрация Cd, Cr, Cs, Hg, K, Li, Mn, Na, Ni, Pb, Rb. Более того, в крови больных туберкулезом легких содержание Hg в 3-5 раз больше, чем у здоровых лиц. При язвенной болезни дисбаланс микроэлементов проявлялся уменьшением в крови уровня Ca и Mg ($p < 0,001$) и повышением ($p < 0,001$) концентрации Cd, Cr, Cs, K, Li, Mn, Na, Ni и Pb.

Ключевые слова: макроэлементы, микроэлементы, цельная кровь, туберкулез легких, язвенная болезнь.

SUMMARY

MINERAL BALANCE IN HEALTHY AND ILL PEOPLE OF BLAGOVESHCHENSK CITY

V.M.Katola

*Institute of Geology and Nature Management of Far
Eastern Branch RAS, 1 Relochny Lane,
Blagoveshchensk, 675000, Russian Federation*

The mineral status of healthy and ill citizens of Blagoveshchensk was studied with the help of atomic absorption spectroscopy. It was found out that in the whole blood of healthy people from Blagoveshchensk in comparison with some average standard rates given in literature, there was a bigger ($p < 0,001$) concentration of Co (3.5 and more times), of Cs (15 times more), of Li (4.5 times more), of Mn (34.3 times more), of Ni (4 times more), and there was significantly less of Cu, Fe, Hg, K, Na, Mg, Rb, Zn. At focal tuberculosis the deficit of Ca and Mg and the excess of Cd, Cr, Cs, Hg, K, Li and Pb were registered. And the other way round, under fibrous-cavernous type in the blood there was a low level of Ca, Mg, Mn and Ni ($p < 0,001$), approximately normal contents of Cu, Fe and Zn, and a high ($p < 0,001$) concentration of Cd, Cr, Cs, Hg, K, Li, Mn, Na, Ni, Pb, Rb.

Moreover, in the blood of people with lung tuberculosis the contents of Hg were 3-5 times more than in healthy people. Under the peptic ulcer disease the mineral imbalance was revealed through the decrease in the blood of Ca and Mg level ($p < 0,001$) and the increase of ($p < 0,001$) Cd, Cr, Cs, K, Li, Mn, Na, Ni and Pb concentration.

Key words: macroelements, microelements, whole blood, pulmonary tuberculosis, peptic ulcer disease.

Многочисленными исследованиями установлено, что для нормальной жизнедеятельности и сохранения здоровья человеку необходимы биологически значимые минеральные вещества (биоэлементы). Например, Fe, Co и Cu для кроветворения, Ca, Co, Mg, F, Se – для образования неорганической фракции костной ткани, Cu – для синтеза коллагена, Zn – для участия во многих физиологических процессах, включая поддержание иммунного статуса. Химические элементы поступают в организм в определенных количествах преимущественно с растительными продуктами питания, а также с водой и вдыхаемым воздухом. Будучи неотъемлемой составной частью организма, они содержатся в его тканях и клетках в очень малых количествах [3, 5, 10, 11, 16, 20]. Считается, что в организме присутствует 81 элемент, однако в зольном остатке кремированных тел людей из Санкт-Петербурга, Ростова-на-Дону, Новосибирска, Новокузнецка и Екатеринбурга верифицировано лишь 62 элемента [8]. Загрязнение атмосферы, плохое качество продуктов питания и питьевой воды могут нарушить приток химических элементов и стать причиной многих болезней и даже смерти. К сожалению, не лишена экологических проблем и Амурская область. Так, в 2015 году в ее атмосферу стационарными источниками выброшено 127,457 тысячи тонн твердых и газообразных загрязняющих веществ, сброшено 81,13 млн м³ сточных вод, в том числе 77,67 млн м³ в поверхностные водные объекты, на земной поверхности скопилось 11,6 млн тонн отходов производства и потребления [6]. Довольно высоким загрязнением приземной атмосферы взвешенными частицами, диоксидами серы, азота, бенз(а)пиреном и цинком отличается г. Благовещенск. Более того, его предприятие «Амурводоканал» сбрасывает в р. Амур, из которой осуществляется водоснабжение города, сточные воды, содержащие нефтепродукты, нитраты, сульфаты, формальдегид и цинк. В итоге, вода р. Амур в районе Благовещенска стала «очень загрязненной», к тому же концентрации в ней солей Fe, Mn, Cu и Zn значительно превышают ПДК. Такой химический состав воды р. Амур объясняется тем, что он формируется промышленными и хозяйственно-бытовыми

стоками Благовещенска, природными факторами (в процессе химического и биологического разрушения горных пород и минералов, залегающие горные породы и почвы, атмосферные воды и др.), стоками рек Зея и Буряя и хозяйственно-бытовыми сбросами КНР. Естественно, нарушение концентрации определенных химических элементов в окружающей среде приведет к изменениям их содержания во внутренней среде жителей г. Благовещенска.

Попав в организм, химические элементы взаимодействуют между собой в желудочно-кишечном тракте и в процессе тканевого и клеточного метаболизма, находясь в основном в связанной форме с белками и прочими органическими веществами [16]. Среди них выделяют макро-, микро- и ультрамикроэлементы. Содержание макроэлементов (O, C, H, N, Na, K, Ca, Mg, P, Cl, S) превышает 0,001%, микроэлементов (B, I, Co, Cu, F, Fe, Mn, Mo, Zn и др.) – менее 0,001%. Еще меньшая доля приходится на ультрамикроэлементы Ag, Al, Au, Cd, Hg, Rb, Pb, Sb, Sn, Sr, Ti, Zr, W и др., роль которых в организме изучена крайне недостаточно, но известно, что в больших дозах все они токсичны. Биоэлементы участвуют во всех видах обмена веществ, в построении клеточных и тканевых структур, поддержании осмотического давления крови и ее объема, кислотно-щелочного равновесия, распределения жидкости между клетками и внеклеточной средой, проницаемости мембран и пр. Они входят в состав ферментов, гормонов, белковых комплексов, витаминов, пигментов. Концентрация биоэлементов в организме зависит от географических и климатических условий, от структуры, цвета и химического состава почв, тяжелых металлов, химического состава питьевой воды, от образа жизни человека, его трудовой и профессиональной деятельности, возраста и т.д. Например, с возрастом повышается концентрация в тканях Al, Ti, Cd, Ni, Zn, Pb, содержание же Cu, Cr, Mn и Mo снижается. В то же время в крови увеличивается уровень Co, Cu, Ni и уменьшается содержание Zn.

За последние годы появилось значительное количество сообщений, будто из-за биогеохимических особенностей и антропогенного загрязнения окружающей среды у жителей северо-западной и европейской части России, Урала, Сибири и Дальнего Востока концентрация микроэлементов сильно варьирует [1, 15, 17, 19]. Исследованиями также установлено, что 80% населения России страдает от более или менее выраженного нарушения минерального обмена. Это означает, что в организме людей существует дисбаланс жизненно необходимых биоэлементов. С нарушением микроэлементного равновесия изменяется обмен белков, жиров, углеводов, витаминов, синтез ферментов, формируются иммунодефицитные состояния – базы для развития заболеваний легких, сердца, печени, кишечника, почек и других органов и систем. Иначе – микроэлементозов [14, 16], которые классифицируются на природные эндогенные (врожденные и наследственные), природные экзогенные (эндемические), техногенные (профессиональные, соседские, трансгрессивные) и ят-

рогенные [2]. Основная их причина – проживание в крупных городах, стрессы, нерациональное питание, алкоголизм, курение и пр. В первую очередь, микроэлементозы развиваются у детей и подростков в период интенсивного роста [7, 11, 13, 14], у беременных женщин [12], у людей с повышенными физическими нагрузками и др. Недостаточное поступление в организм Fe, Mg, Mn и Zn может снижать сопротивляемость к туберкулезной инфекции [4, 9], а дефицит Cu, Fe, Se, Zn и некоторых других микроэлементов сказывается на синтезе ферментов, которые секретируются желудком, 12-перстной кишкой, печенью и влияют на сохранность и целостность слизистых оболочек этих же органов [18]. Таким образом, проблема микроэлементозов становится проблемой национального масштаба.

Учитывая вышеизложенное, нами исследована концентрация некоторых элементов у жителей г. Благовещенска – практически здоровых, больных активным очаговым и фиброзно-кавернозным туберкулезом легких и больных язвенной болезнью желудка и 12-перстной кишки.

Материалы и методы исследования

Валовые концентрации Ca, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Hg, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Rb и Zn исследовали в цельной крови, полученной в клинических лабораториях городских медицинских учреждений от 15 здоровых горожан, 22 больных туберкулезом легких и 9 больных язвенной болезнью желудка и 12-перстной кишки. Среди респондентов было 26 мужчин и 20 женщин в возрасте от 18 до 47 лет. Все они отличались укладом жизни, питанием и трудовой занятостью. Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт геологии и природопользования Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Благовещенск. Исследования проводили с помощью атомно-абсорбционной спектроскопии на спектрофотометре фирмы «Hitachi». Концентрацию ртути определяли на газопаровом ртутном анализаторе АГП-01 с использованием амальгамации на золотом сорбенте.

Результаты исследования и их обсуждение

Из представленной таблицы следует, что в отличие от неких усредненных стандартных показателей [1], в крови здоровых людей, проживающих в Благовещенске, больше ($p < 0,001$) Co в 3,5 и более раз, Cs – в 15 раз, Li – в 4,5 раза, Mn – в 34,3 раза, Ni – в 4 и более раз, и заметно меньше Cu, Fe, Hg, K, Na, Mg, Rb, Zn. Как представляется, именно такой количественно-качественный состав биоэлементов сбалансирован для обеспечения жизнедеятельности благовещенцев в определенных экологических и социально-экономических условиях Амурской области. Совершенно другое содержание элементов у больных туберкулезом легких, проживающих в Благовещенске. При очаговом туберкулезе регистрируется дефицит Ca и Mg и избыток Cd, Cr, Cs, Hg, K, Li и Pb. Наоборот, при фиброзно-кавернозной форме в крови уменьшен уровень Ca, Mg, Mn и Ni ($p < 0,001$), примерно нормальное содержание Cu,

Fe, Zn и повышенная ($p < 0,001$) концентрация Cd, Cr, Cs, Hg, K, Li, Mn, Na, Ni, Pb, Rb. Но если различия в концентрации Hg в крови здоровых лиц несущественны (в пределах статистической погрешности), то в крови больных туберкулезом легких ее содержание в 3-5 раз больше. Скорее всего, причинами выраженного дисбаланса микроэлементов при туберкулезе легких, прежде всего, при фиброзно-кавернозной форме являются: 1) интоксикация микобактериями; 2) «выбрасывание» элементов непосредственно в кровь при деструкции легочной ткани; 3) патофизиологические,

патоморфологические и иные расстройства, задерживающие их выведение из организма. Нельзя исключать влияния на микроэлементный метаболизм продолжительной химиотерапии, способной вызывать сопутствующие изменения со стороны ряда органов и систем. Одновременно проведенные нами исследования показали, что при язвенной болезни дисбаланс микроэлементов проявлялся уменьшением в крови уровня Ca и Mg ($p < 0,001$), и повышением ($p < 0,001$) концентрации Cd, Cr, Cs, K, Li, Mn, Na, Ni и Pb.

Таблица

Массовая доля (мг/дм³) химических элементов в цельной крови здоровых и больных жителей г. Благовещенска (M±m)

Элементы	Здоровые лица		Больные		
	Жители Благовещенска	Литературные данные [1]	Очаговый туберкулез легких	Фиброзно-кавернозный туберкулез легких	Язвенная болезнь
Ca	60,48±5,62	60,5	34,46±1,75	4,67±0,91	39,01±1,83
Cd	<0,005	0,0052	0,03±0,006	0,014±0,003	0,029±0,005
Co	0,14±0,01	0,0002-0,04	0,19±0,018	0,29±0,03	0,22±0,006
Cr	0,12±0,02	0,006-0,11	0,50±0,05	0,24±0,03	0,66±0,14
Cs	0,057±0,003	0,0038	1,05±0,04	2,13±0,10	1,20±0,03
Cu	0,63±0,05	1,01	0,81±0,08	0,87±0,04	0,92±0,22
Fe	300,90±15,77	447,0	351,25±21,96	305,4±15,0	331,45±7,58
Hg	0,0054±0,0008	0,0078	0,030±0,002	0,029±0,004	0,008±0,002
K	906,0±111,7	1620,0	2061,1±82,4	1895,0±5,9	2008,9±30,0
Li	0,018±0,002	0,004	0,052±0,004	0,04±0,001	0,099±0,02
Mg	32,41±1,72	37,8	6,04±0,53	3,35±0,38	6,61±0,18
Mn	0,055±0,019	0,0016-0,075	0,10±0,01	<0,005	0,10±0,01
Na	1206,0±52,2	1970,0	2590,2±80,5	3445,6±74,1	2713,9±64,5
Ni	0,21±0,05	0,01-0,05	0,38±0,03	<0,005	0,42±0,08
Pb	0,16±0,04	0,21	0,52±0,08	0,30±0,02	0,34±0,08
Rb	0,57±0,003	2,49	0,92±0,008	0,6±0,015	0,94±0,04
Zn	4,51±0,23	7,0	4,32±0,16	3,38±0,08	3,99±0,15

Выводы

1. У практически здоровых и больных жителей Благовещенска суммарная концентрации Ca, Cd, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Hg, K, Li, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Rb и Zn, которые участвуют в метаболическом обмене, сильно различается.

2. Дисбаланс микроэлементов у больных туберкулезом легких и язвенной болезнью показывает, что их питание требует дополнительной поддержки витаминами и минеральными веществами.

3. Элементный ресурс здоровых и больных благовещенцев сбалансирован в соответствии с конкретными экологическими и социально-экономическими условиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдрахманова Е. Р., Рахимкулов А. С. Состояние здоровья и особенности микроэлементного состава биосред у жителей горно-рудной геохимической провинции // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т.13, №1(7). С.1770–1773.

2. Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. М.: Медицина, 1991. 496 с.

3. Агаджанян Н.А., Скальный А.В., Детков В.Ю. Элементный портрет человека: заболеваемость, демография и проблема управления здоровьем нации // Эко-

логия человека. 2013. №11. С.3–12.

4. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия: учебник. М.: Логос, 2000. 627 с.

5. Горбачев А.Л. Элементный статус населения в связи с химическим составом питьевой воды // Микроэлементы в медицине. 2006. Т.7, №2. С.11–24.

6. Государственный доклад об охране окружающей среды и экологической ситуации в Амурской области за 2015 год. Благовещенск, 2016. URL: <http://www.amurobl.ru>

7. Гельфонд Н.Е., Старкова Е.В., Асташов В.В., Шуваева О.В., Юрова Е.Г., Бакшеева Ю.А. Исследование макро- и микроэлементного статуса детей Западно-Сибирского региона и возможности коррекции путем изменения водно-питьевого режима // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2010. Т.12, №1(7). С. 1655–1658.

8. Дериглазова М.А., Барановская Н.В. Биогеохимические особенности накопления химических элементов в зольном остатке организма человека // Успехи современного естествознания. 2014. №6. С.29–31.

9. Есимова И.Е., Новицкий В.В., Уразова О.И., Хасанова Р.Р., Кошкина А.А., Чурина Е.Г. Причины дисрегуляции иммунного ответа при туберкулезе легких: роль нарушений исходного состояния иммунологической реактивности организма // Бюллетень сибирской медицины. 2012. Т.11. №4. С.93–98. doi: 10.20538/1682-0363-2012-4-

10. Ибрагимова М.Я., Сабирова Л.Я., Березкина Е.С., Скальная М.Г., Жданов Р.И., Скальный А.В. Взаимосвязь дисбаланса макро- и микроэлементов и здоровье населения (обзор литературы) // Казанский медицинский журнал. 2011. Т.92, №4. С.606–609.

11. Казюкова Т.В., Сорвачева Т.Н., Пырьева Е.А. Кальций в питании детей: долгосрочное влияние на здоровье // Педиатрия. Журнал имени Г.Н.Сперанского. 2014. Т.93, №3. С.79–86. doi: 10.24110/0031-403X-2014-93-3-79-86

12. Кожин А.А., Султанова Д.А., Чеботарева Ю.Ю. Бионеорганическая диагностика микроэлементозов и их роль в патологии репродукции (обзор литературы) // Репродуктивное здоровье детей и подростков. 2010. №1. С.77–87.

13. Лисецкая Л.Г. Особенности элементного статуса детского населения Иркутской области // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН. 2011. №3-2(79). С.112–116.

14. Матвеева Н.Н. Распространенность и степень тяжести микроэлементозов в г. Саратов по данным определения микроэлементного состава волос // Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2014. Т.4, №11.

15. Похилюк Н.В. Содержание некоторых химических элементов у жителей различных этно-демографических групп Магаданской области // Самарский научный вестник. 2014. №4(13). С.101–103.

16. Скальный А.В. Микроэлементы: бодрость, здоровье, долголетие. М.: Эксмо-Пресс, 2010. 288 с.

17. Скальный А.В., Мирошников С.А., Нотова С.В.,

Болодурина И.П., Мирошников С.В., Алиджанова И.Э. Региональные особенности элементного гомеостаза как показатель эколого-физиологической адаптации // Экология человека. 2014. №9. С.14–17.

18. Тарасова Л.В. Роль селена, цинка и марганца в патогенезе хронического гастрита и язвенной болезни двенадцатиперстной кишки // Медицинский альманах. 2012. №2(21). С.234–239.

19. Хлусов И.А., Некрасова А.М., Слепченко Г.Б., Жерлов Г.К., Коломиец С.А., Карпович А.В., Радзивил Т.Т. Баланс микроэлементов и показатели гомеостаза как прогностические критерии рака пищеварительного тракта // Сибирский онкологический журнал. 2007. №4(24). С.70–79.

20. Янин Е.П. Особенности химического состава и экологическая роль питьевых вод в условиях техногенной гиперфторовой биогеохимической провинции // Экологическая экспертиза. 2012. №2. С.64–91.

REFERENCES

1. Abdrahmanova E. R., Rahimkulov A. S. Health state and features of bioenvironments microelement composition at inhabitants of mountain-ore geochemical province. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk* 2011; 13(1-7):1770–1773 (in Russian).

2. Avtsyn A.P., Zhavoronkov A.A., Rish M.A., Strochkova L.S. Human microelementoses: etiology, classification, organopathology. Moscow: Meditsina; 1991 (in Russian).

3. Agadzhanyan N.A., Skalny A.V., Detkov V.Yu. Human elemental portrait: morbidity, demography and problem of nation health management. *Human ecology* 2013; 11:3–12 (in Russian).

4. Alekseenko V.A. Ecological Geochemistry. Moscow; 2000 (in Russian).

5. Gorbachev A.L. Elemental status of population in connection with chemistry of drinking water. *Mikroelementy v meditsine* 2006; 7(2):11–24 (in Russian).

6. About environmental protection and ecological situation in the Amur region in 2015. The state report. Blagoveshhensk; 2016. Available at: www.amurobl.ru (in Russian).

7. Gelfond N.E., Starkova E.V., Astashov V.V., Shuvaeva O.V., Yurova E.G., Baksheeva Yu.A. Research of macro- and microelement status at children of West-Siberian region and the opportunity of correction by change the potable water regime. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk* 2010; 12(1-7): S. 1655–1658 (in Russian).

8. Deriglazova M.A., Baranovskaya N.V. Biogeochemical features of the accumulation of chemical elements in the ash residue of the human body. *Advances in current natural sciences* 2014; 6:29–31 (in Russian).

9. Yesimova I.Y., Novitsky V.V., Urazova O.I., Khasanova R.R., Koshkina A.A., Churina Y.G. The causes of dysregulation of immune response in pulmonary tuberculosis: the role of disorders of the initial state of immunological reactivity of the organism. *Bulletin of Siberian Medicine* 2012; 11(4):93–98 (in Russian). doi:

10.20538/1682-0363-2012-4-

10. Ibragimova M. Ya., Sabirova L. Ya., Berezkina E. S., Skalnaya M. G., Zhdanov R. I., Skalnyy A. V. The relationship of the imbalance of macro- and microelements and the health of the population (review). *Kazanskiy meditsinskiy zhurnal* 2011; 92(4):606–609 (in Russian).

11. Kazyukova T. V., Sorvacheva T. N., Pyr'eva E. A. Calcium nutrition of children: long-term health effects. *PE-DIATRIA Journal named after G. N. SPERANSKY*. 2014; 93(3):79–86 (in Russian). doi: 10.24110/0031-403X-2014-93-3-79-86

12. Kozhin A. A., Sultanova D. A., Chebotareva Yu. Yu. Bioinorganic microelementoses diagnostics and their role in the pathology of reproduction (review). *Reproduktivnoe zdorov'e detey i podrostkov* 2010; 1:77–87 (in Russian).

13. Lisetskaya L. G. Features of element status in children of Irkutsk region, *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra SO RAMN* 2011; 3-2:112–116 (in Russian).

14. Matveeva N. N. The prevalence and severity of microelementoses in Saratov according to the determination of trace-element composition of hair. *Bulletin of Medical Internet Conferences* 2014; 4(11) (in Russian).

15. Pohilyuk N. V. Some chemical elements contained in representatives of different ethno-demographic groups of

Magadan region. *Samarskiy nauchnyy vestnik* 2014; 4:101–103 (in Russian).

16. Skalnyy A. V. Microelements: vivacity, health, longevity. Moscow: Eksmo-Press; 2010 (in Russian).

17. Skalny A. V., Miroshnikov S. A., Notova S. V., Bolodurina I. P., Miroshnikov S. V., Alidzhanova I. E. Regional features of the elemental homeostasis as an indicator of ecological and physiological adaptation. *Human ecology* 2014; 9:14–17 (in Russian).

18. Tarasova L. V. The role of selenium, zinc, manganese in the pathogenesis of chronic gastritis and ulcerous disease of duodenum. *Medical Almanac* 2012; 2:234–239 (in Russian).

19. Khlusov I. A., Nekrasova A. M., Slepchenko G. B., Zherlov G. K., Kolomiets S. A., Karpovich A. V., Radzivil T. T. Microelement balance and homeostasis parameters as prognostic criteria for digestive tract cancer progression. *Sibirskiy onkologicheskiy zhurnal* 2007; 4:70–79 (in Russian).

20. Yanin E. P. Features of the chemical composition and ecological role of drinking water in the conditions of technogenic hyper fluorochemical biogeochemical province. *Ekologicheskaya ekspertiza* 2012; 2:64–91 (in Russian).

Поступила 29.06.2017

Контактная информация

Виктор Моисеевич Катола,

кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник,

Институт геологии и природопользования Дальневосточного отделения РАН,

675000, г. Благовещенск, пер. Релочный, 1.

E-mail: katola-amur@list.ru

Correspondence should be addressed to

Viktor M. Katola,

MD, PhD, Leading staff scientist,

Institute of Geology and Nature Management of Far Eastern Branch RAS,

1 Relochniy Lane, Blagoveshchensk, 675000, Russian Federation.

E-mail: katola-amur@list.ru