

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАЩИЩЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ СПЕЦИАЛИСТОВ СЛУЖБЫ МЧС, В РАЙОНАХ, ОТНОСЯЩИХСЯ К ЗОНАМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО БЕДСТВИЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РТУТЬЮ

Полещук А.Е., Целых Е.Д., Ахтямов М.Х.

Цель. Изучение факторов риска для населения и обеспечение защищенности специалистов службы МЧС в условиях техногенного загрязнения ртутью территории Амурска.

Методы. Исследование факторов риска для населения и обеспечения защищенности специалистов службы МЧС проведено путем масс-спектрометрического анализа образцов воды, почвы, шерсти млекопитающих животных, сыворотки крови человека.

Результаты. На территории Амурска определен дисбаланс химических элементов в сыворотке крови за счет избытка тяжелых металлов (Hg, Mn, Fe, Zn) и дефицита эссенциальных элементов (Ba, Se, Mo), что оказывает влияние на сдвиги эндокринного профиля человека. Предложены рекомендации по снижению воздействия техногенного загрязнения на работников чрезвычайных служб. Внедрение и практическое использование этих рекомендаций позволяет снизить воздействие вредных факторов, влияющих на жизнь и здоровье людей.

Область применения исследований. Представленные результаты исследований получены в области экологии и здравоохранения и могут быть использованы при возникновении чрезвычайных ситуаций аналогичного характера как практическое руководство по нивелированию и ликвидации техногенного загрязнения ртутью.

Ключевые слова: демонтаж целлюлозно-картонного комбината, демеркуризация, дисбаланс микроэлементов, снижение уровня здоровья населения Амурска.

(Поступила в редакцию 20 октября 2023 г.)

Введение

Промышленное производство, сконцентрировав колоссальные запасы различных видов энергии, вредных веществ и материалов, стало источником техногенной опасности, а чрезвычайные ситуации антропогенного характера, т.е. обусловленные производственной деятельностью человека, составляют примерно 75–80 % от общего количества [1; 2].

В практике гражданской защиты населения и территорий в перечень аварийно химически опасных веществ (АХОВ) включают только те вещества, которые обладают высокой летучестью и токсичностью и в аварийных ситуациях могут стать причиной массового поражения людей. Их поражающее воздействие на человека обуславливается способностью при проникновении в организм нарушать его нормальную деятельность, вызывать болезненные состояния, а при определенных условиях приводить к генетическим последствиям или летальному исходу [3].

Техногенное загрязнение населенных территорий и миграция поллютантов в трофических цепях и сетях урбоэкосистем сказывается на здоровье населения и является актуальной проблемой. В настоящее время доказана связь между состоянием окружающей среды и здоровьем детей [4; 5].

Особую проблему представляет загрязнение промышленных центров Hg и необходимость ремедиации прилегающих территорий, которая чрезвычайно актуальна для многих стран мира, включая Россию. Известно, что в заводских зонах производства хлорно-щелочных, целлюлозно-бумажных материалов, предприятий по производству хлорвинила, красителей, изотопов лития, а также приборостроительных электроламповых заводов существуют обширные зоны ртутного загрязнения [6].

Во многих странах мира, кроме законодательно установленных пороговых уровней Hg в почвах, грунтах и подземных водах, определяющих обязательность санации

территорий, обоснован регламент проведения работ по их ремедиации и внедрены в практику эффективные способы деконтаминации.

В России указанные вопросы находятся в стадии обсуждения и начальной разработки [7]. На территориях с повышенной ртутной нагрузкой, например Приангарье (Иркутская область), Павлодар (Казахстан) и других, проводится мониторинг, внедрены рекомендации по нивелированию риска ртутной опасности [8; 9].

Производство на Амурском Целлюлозно-картонном комбинате (ЦКК) было остановлено в 1994 г. Во времена кризисных явлений в экономической системе Российской Федерации (РФ) решением Арбитражного суда Хабаровского края в 1997 г. предприятие ОАО «Амурскбумпром» было признано банкротом и введено конкурсное управление. Без должного внимания и охраны ЦКК начал постепенно превращаться в опасные руины. Согласно первоначальному замыслу администрации Амурска ЦКК планировалось уничтожить направленными взрывами, но близость к Амурской ТЭЦ (в 20 м) и огромные финансовые затраты стали причиной отказа от данного проекта¹.

Мониторинг состояния территории Амурска за 26 лет не выявил благоприятных для природной среды изменений в содержании Hg; не произведена ремедиация территории и деконтаминация загрязненных Hg почв и грунтов; суммарное количество Hg, аккумулированной на указанной территории, оценивается ≤ 3000 т.

Основная часть

Чрезвычайные ситуации на территории Целлюлозно-картонного производства отличаются наличием большого количества ртути, используемой в технологических целях. Содержание паров ртути в воздухе может привести к отравлению личного состава службы МЧС, а ее розлив приводит к экологической катастрофе, лимитирующей проживание на окружающей и смежной территории.

Анализ литературных научных источников по проблеме состояния территории бывшего ЦКК в начале XXI в. выявил, что к 2008 г. от производства остались только руины, пропитанные Hg. Наблюдение за объектом осуществлялось в период с 2007 по 2023 г. группой ученых (рис. 1) [10–12].



Рисунок 1. – Вид разрушенных корпусов ЦКК (октябрь 2022 г.)

¹ Амурский целлюлозно-картонный комбинат [Электронный ресурс] // LiveJournal. – 2012. – 22 июня. – Режим доступа: <https://cvarnou.livejournal.com/22343.html>. – Дата доступа: 01.10.2023.

Отбор проб воды и земли на территории бывшего ЦКК осуществлялся в тот же период. По результатам анализа было замечено снижение показателей Hg в водных источниках, а также увеличение показателей в почве (рис. 2). Содержание Hg в пробах воды превышает границы предельно допустимой концентрации (ПДК) в 1,3 раза, что вызывает серьезные опасения.

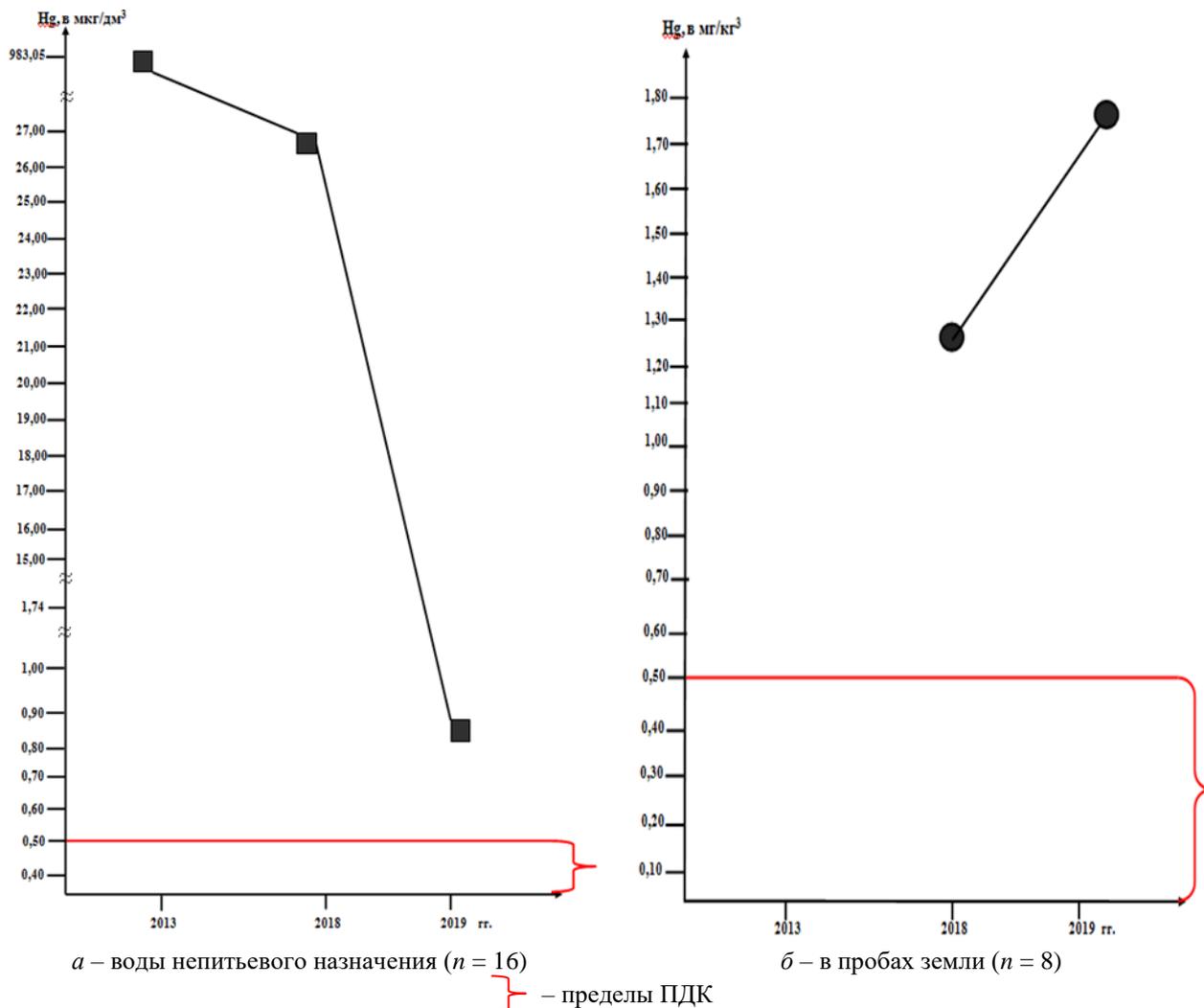


Рисунок 2. – Мониторинговые характеристики максимального содержания Hg в пробах воды и земли Амурска

Анализ состава элементов-примесей питьевых источников централизованного и децентрализованного водоснабжения территорий Амурска и Хабаровска показал, что в 100 % случаев одним из факторов, оказывающих влияние на интегральный показатель функционального отклика организма (ИПФО), является высокая концентрация Mn, соответствующая границам уровня «неизбежные патологические сдвиги».

Анализ шерсти овец, выпасающихся на меркуризованном участке, показал, что 38,5 % имеет содержание Hg, превышающее нормативный показатель в 4–154 раза (табл. 1).

В пищевых продуктах суточного рациона подростков Амурска выявлено избыточное, опасное для здоровья содержание Hg. Овощи, выращиваемые в условиях дачных участков, могут являться источником избытка Hg, вызывая нарушения металлолигандного гомеостаза в организме, оказывающего влияние на физическое, половое развитие, и сдвиги эндокринного профиля.

Таблица 1. – Среднее содержание ртути в шерсти овец из отары, принадлежащей азербайджанской диаспоре Амурска, выпасающихся на меркуризованном участке

№ пробы	Пол	Возраст	Содержание ртути (Hg) Норматив содержания – 0,001 мкг/кг
1	♀	>1 года	>0,001
2	♀	>1 года	0,007
3	♂	>1 года	>0,001
4	♀	>1 года	>0,001
5	♂	>1 года	>0,001
6	♀	>1 года	0,018
7	♀	>1 года	>0,001
8	♀	>1 года	>0,001
9	♀	>1 года	>0,001
10	♂	<1 года	0,004
11	♀	<1 года	0,022
12	♀	<1 года	>0,001
13	♀	<1 года	0,158

Анализ элементного состава овощных культур, выращиваемых на дачных участках обследуемых семей, показал, что картофель, морковь, огурцы неодинаково накапливают тяжелые металлы (Hg, Fe, Mn, Zn). Наибольшее количество микроэлементов (МЭ) накапливается в картофеле: в 2,3–4,0 раза больше чем в моркови, и в 4,0–10,2 раза больше чем в огурцах (рис. 3).

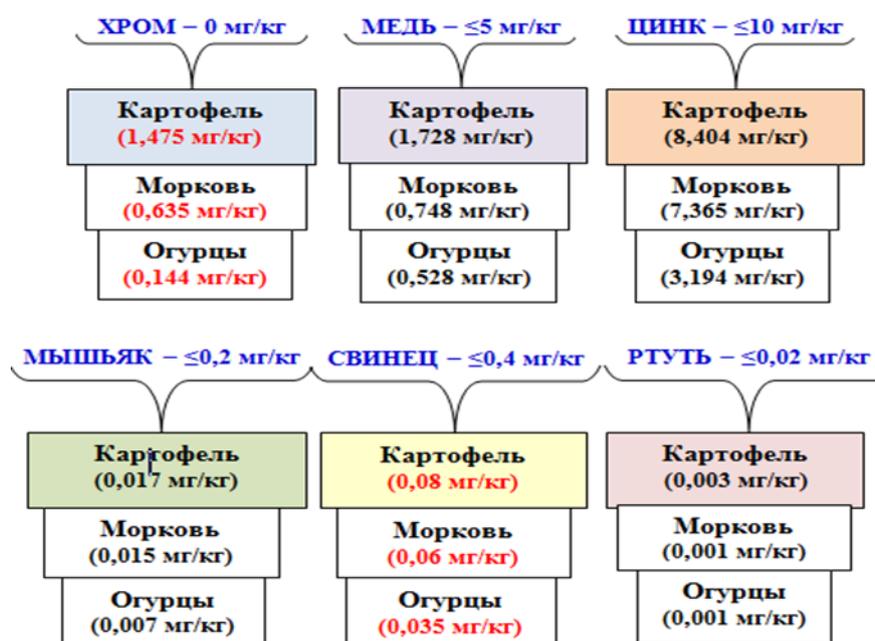


Рисунок 3. – Содержание микроэлементов (Cr, Cu, Zn, As, Pb, Hg) в овощной продукции дачных участков Амурска

Одна из главных биохимических особенностей территории, на которой происходил выпас овец, – дисбаланс МЭ. Согласно данным научных литературных источников нарушение баланса химических элементов в окружающей среде вызывает патологические изменения в организме животных и человека [13].

При анализе МЭ в сыворотке крови (СК) обследуемых подростков Амурска найдена избыточная, в сравнении с физиологическим нормативом [14; 15], концентрация Hg, Mn, Fe, Zn, U и дефицитная – Ba, Se, что подтверждает предположение о нарушении металлолигандного гомеостаза. В СК мальчиков и девочек Амурска найдена высокая концентрация Hg, характеризующаяся как дизадаптивный показатель. Концентрация Hg в СК

мальчиков Амурска в 3,3 раза выше, чем у хабаровских. Выявлено достоверное различие содержания Hg в СК обеих территорий ($p \leq 0,001$) (табл. 2).

У подростков Амурска и Хабаровска определена избыточная, в сравнении с физиологическим нормативом, концентрация Mn в СК. Однако у мальчиков загрязненной территории содержание Mn в СК в 148,11 раз больше в сравнении с верхней границей норматива, и это различие достоверно ($p \leq 0,001$).

Определен также избыток Fe, в большей степени выраженный у подростков Амурска, и дефицит Zn, больше проявляющийся в группе хабаровских мальчиков. Более значительный дефицит Ba в СК всех подростков определен у детей Амурска.

Накапливающаяся в организме Hg является биохимическим антагонистом Se, что в условиях регионального дефицита Se усугубляет его недостаток.

Таблица 2. – Средняя концентрация ($M \pm m$) токсичных, потенциально токсичных, радиоактивных и эссенциальных микроэлементов в сыворотке крови подростков Амурска и Хабаровска ($n = 194$)

Элемент и нормы его концентрации	Содержание элементов в сыворотке крови подростков			
	Амурск		Хабаровск	
	♂	♀	♂	♀
Токсичные тяжелые металлы и металлоиды				
Ртуть (Hg) 0,02 мкг/л	0,100 ± 0,042 > в 5 раз	0,150 ± 0,040 > в 7,5 раза	0,030 ± 0,015 > в 1,5 раза	0,020 ± 0,002 в пределах нормы
Марганец (Mn) 0,3–1,0 мкг/л границы нормы: от 0,30–0,47 до 0,86–1,00	25,920 ± 0,706 > в 25,92 раза	1,650 ± 0,563 > в 1,65 раза	6,090 ± 1,503 > в 6,09 раза	0,510 ± 0,013 в пределах нормы
Железо (Fe) 0,8–1,4 мкг/л границы нормы: от 0,80–0,92 до 1,28–1,40	4966,19 ± 50,98 > в 3547,3 раза	291,520 ± 12,337 > в 208,2 раза	1357,570 ± 21,114 > в 969,7 раза	287,743 ± 13,511 > в 205,5 раза
Цинк (Zn) 10,7–22,9 мкмоль/л границы нормы: от 10,70–13,14 до 20,46–22,90	45,710 ± 3,261 > в 2 раза	23,680 ± 2,392 > в 1,03 раза	10,960 ± 1,934 в пределах нормы	28,530 ± 2,156 > в 1,24 раза
Потенциально токсичные				
Барий (Ba) 50,0–90,0 мкг/л границы нормы: от 50,0–58,0 до 82,0–90,0	0,63 ± 0,09 < в 142,8 раза	0,80 ± 0,22 < в 112,5 раза	44,82 ± 0,14 < в 2 раза	7,23 ± 0,33 < в 12,4 раза
Радиоактивные				
Уран (U) ≤ 0,5 мкг/л	0,0010 ± 0,0001 в пределах нормы	0,006 ± 0,001 в пределах нормы	0,001 ± 0,001 в пределах нормы	0,002 ± 0,002 в пределах нормы
Эссенциальные				
Селен (Se) 65–135 мкг/л границы нормы: от 60,0–72,0 до 108,0–120,0	0,420 ± 0,025 < в 321,4 раза	0,430 ± 0,030 < в 314 раз	0,720 ± 0,013 < в 187,5 раза	0,690 ± 0,009 < в 195,6 раза
Молибден (Mo) 0,3–1,2 мкг/л от 0,30–0,48 до 1,02–1,20	0,710 ± 0,231 в пределах нормы	0,060 ± 0,005 в пределах нормы	0,001 ± 0,001 < в 1200 раз	0,140 ± 0,010 < в 8,6 раза

Таким образом, эмиссия ртути в окружающую среду, связанная с деятельностью предприятий, нарушение правил работы с ртутьсодержащими приборами, правил их

хранения и утилизации при широкой распространенности ртутьсодержащих изделий в производстве и в быту, целенаправленные проливы ртути являются причинами ртутного загрязнения окружающей среды.

Значительное загрязнение окружающей среды ртутью связано с деятельностью предприятий химической и целлюлозно-бумажной промышленности, машиностроения и металлообработки, теплоэнергетики.

Химическую демеркуризацию зараженной ртутью территории осуществляют специалисты аварийно-спасательной службы МЧС России или сотрудники специализированных организаций, имеющие соответствующую подготовку, средства индивидуальной защиты, оборудование и химические средства по демеркуризации объектов.

Организм специалистов службы МЧС при проведении мероприятий по демеркуризации и очистке территорий подвергается тяжелому воздействию от критического содержания ртути (раздражающие и токсичные пары).

Организация охраны труда, обеспечения безопасности жизнедеятельности человека как в процессе труда, так и в быту является важной социальной и государственной функцией.

Труд личного состава специализированного спасательного подразделения можно охарактеризовать как вредный, с первой степенью вредности (подкласс 3.1)², т.к. на здоровье служащих оказывается настолько сильное воздействие, что восстановиться к своей следующей смене организм не успевает.

Заключение

С момента банкротства демонтаж и демеркуризационные мероприятия на территории ЦКК не были произведены должным образом, в согласии с законодательством, утверждающим гигиенические и экологические нормативы^{3,4}, что является причиной ртутного загрязнения территории и источников воды, а также влияет на состояние здоровья населения Амурска.

Hg относится к веществам, которые аккумулируются в некоторых тканях растений и животных. При содержании Hg в почве до 0,05 мг/кг содержание металла в золе молодой растительности колебалось в пределах 1–5 мг/кг; в областях, почва которых содержала 0,1–2 мг/кг Hg, содержание металла в золе растений повышалось до 20 мг/кг.

Таким образом, Hg продолжает отравлять цепь «вода – почва – растения – животные – человек» в течение 26 лет, включаясь в пищевые цепочки и попадая в организм жителей Амурска.

Мониторинг содержания элементной и молекулярной ртути в основных объектах окружающей среды должен быть поставлен на фундаментальную основу, а работы по демеркуризации и деконтоминации территории, загрязненной поллютантами, должны контролироваться государственными органами.

Необходимо осуществить контроль за меркуризированной территорией путем ограждения территории и установки контрольно-пропускного пункта.

² О специальной оценке условий труда [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 28.12.2013 № 426-ФЗ с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2023 // КонсультантПлюс: законодательство РФ: consultant.ru. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156555/#dst100163. – Дата доступа: 01.10.2023.

³ СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества [Электронный ресурс]: утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 26.09.2001 // КонсультантПлюс: законодательство РФ: consultant.ru. – Режим доступа: <https://www.consultant.ru>. – Дата доступа: 01.10.2023.

⁴ СанПиН 2.1.5.980-00. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод [Электронный ресурс]: утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 22.06.2000 // КонсультантПлюс: законодательство РФ: consultant.ru. – Режим доступа: <https://www.consultant.ru>. – Дата доступа: 01.10.2023.

Потребуется исключить продукцию дачных участков из рациона местных жителей, ввиду отсутствия безопасных условий для ее выращивания. Также населению необходимо проводить ежегодное медицинское обследование для выявления дизадаптивных показателей на ранних этапах.

В почве Амурска осталось около 400 т жидкой ртути, которую необходимо извлечь и вывезти на переработку или захоронение.

Снизить риск воздействия опасных факторов на специалистов службы МЧС можно с помощью:

– использования средств индивидуальной защиты надлежащего качества (использование защитного костюма Л-1);

– проведения дезинфицирующих процедур перед приемом пищи или окончанием рабочей смены;

– добавления в рацион белковых и молочных продуктов, а также круп с повышенным содержанием клетчатки;

– увеличения количества часов отдыха между сменами при работе на объекте, загрязненном ртутью (тяжелыми металлами);

– наблюдения у медицинского специалиста в течение всей деятельности по ликвидации ЧС, связанной с загрязнением территории ртутью (тяжелыми металлами).

ЛИТЕРАТУРА

1. Шойгу, С.К. Учебник спасателя / С.К. Шойгу [и др.]; под общ. ред. Ю.Л. Воробьева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Краснодар: «Сов. Кубань», 2002. – 528 с.
2. Седнев, В.А. Предупреждение чрезвычайных ситуаций: учеб. пособие / В.А. Седнев [и др.]; под ред. В.А. Седнева. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2014. – 188 с.
3. Матвеев, В.Н. Организация и ведение аварийно-спасательных работ: учеб. пособие / В.Н. Матвеев, А.И. Бокарев, В.Д. Смирнов. – Минобрнауки России, ОмГТУ. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2015. – 184 с.
4. Евсеева, Г.П. Экологическое воздействие качества окружающей среды Хабаровского края на уровень заболевания детского населения / Г.П. Евсеева, С.В. Печугина, Е.И. Яковлев, Л.Р. Пепеляева // Региональные проблемы. – 2018. – Т. 21, № 4. – С. 93–100. – DOI: 10.31433/1605-220X-2018-21-4-93-100. – EDN: YQWXEL.
5. Косолапов, А.Б. Проблемы сохранения и укрепления здоровья населения Дальнего Востока России / А.Б. Косолапов // Вестник Тихоокеанского государственного экономического университета. – 2005. – Т. 34, № 2. – С. 85–96. – EDN: JXUNFP.
6. Янин, Е.П. Основные способы ремедиации загрязненных ртутью почв и грунтов (зарубежный опыт) / Е.П. Янин // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. – 2011. – № 5. – С. 16–22. – EDN: OZNHJV.
7. Янин, Е.П. Опыт ремедиации загрязненной ртутью территории (город Марктредвиц, Германия) / Е.П. Янин // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. – 2009. – № 9. – С. 70–95. – EDN: MWAHVH.
8. Калиева, А.А. К вопросу о ртутном загрязнении территории Павлодарского химзавода / А.А. Калиева, А.В. Ермиенко // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2016. – Т. 4, № 2. – С. 116–120. – EDN: WAKEDF.
9. Ефимова, Н.В. Опасность ртутного загрязнения и принципы здорового, безопасного питания на территориях с повышенной ртутной нагрузкой (Приангарье): руководство / Н.В. Ефимова [и др.]; Сиб. отд-ние Рос. акад. наук, Ин-т геохимии им. А. П. Виноградова [и др.]. – Иркутск; Ангарск: НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН, 2004. – 47 с.
10. Билибина, З.Ю. Инверсии биохимических показателей сыворотки крови как предиктор уровня заболеваемости подростков, проживающих в условиях техногенного загрязнения среды Хабаровского края / З.Ю. Билибина [и др.] // Ученые записки Забайкальского государственного гуманитарно-педагогического университета им. Н.Г. Чернышевского. Серия «Естественные науки». – 2011. – № 1 (36). – С. 22–30. – EDN: NDIXHT.

11. Литвин, Ю.М. Влияние меркуризации водных источников на кумуляцию ртути в шерсти овец / Ю.М. Литвин, Р.А. Миронов, Е.Д. Целых // Мат-лы 57-й ежегод. науч.-практ. студ. конф. – Хабаровск: Изд-во ДВГГУ, 2009. – С. 73–77.
12. Литвин, Ю.М. Активность эндокринной системы и характеристики полового и физического развития подростков Хабаровского края / Ю.М. Литвин, Е.Д. Целых, В.К. Козлов // Ученые записки Забайкальского государственного гуманитарно-педагогического университета им. Н.Г. Чернышевского. Серия «Естественные науки». – 2011. – № 1 (36). – С. 95–101. – EDN: NDIJBZ.
13. Целых, Е.Д. Особенности биохимического, эндокринного и металло-лигандного статуса организма подростков, проживающих в условиях техногенного загрязнения территории г. Амурска Хабаровского края / Е.Д. Целых [и др.] // М-лы науч.-практ. конф. «Состояние здоровья детей и подростков на современном этапе», октябрь 2011 г. – Хабаровск: Изд-во «Арно», 2011. – С. 172–175.
14. Матюхин, В.А. Экологическая физиология человека и восстановительная медицина / В.А. Матюхин, А.Н. Разумов. – М.: ГЭОТАР МЕДИЦИНА, 1999. – С. 32–35.
15. Скальный, А.В. Биоэлементы в медицине / А.В. Скальный, И.А. Рудаков. – М.: Оникс 21 в.: Мир, 2004. – 272 с.

**Обеспечение защищенности населения, в том числе специалистов службы МЧС,
в районах, относящихся к зонам экологического бедствия
в результате загрязнения ртутью**

**Ensuring the protection of the population, including specialists of the EMERCOM in areas
belonging to environmental disaster zones as a result of mercury contamination**

Полещук Андрей Евгеньевич

Дальневосточный государственный
университет путей сообщения,
кафедра «Техносферная безопасность»,
аспирант

Адрес: ул. Серышева, 47,
680021, г. Хабаровск, Россия
Email: andrewpoleshchuk@gmail.com
SPIN-код: 6917-9808

Andrey E. Poleschuk

Far Eastern State Transport University,
Chair of Technosphere Safety,
postgraduate student

Address: Serysheva str., 47,
680021, Khabarovsk, Russia
Email: andrewpoleshchuk@gmail.com
ORCID: 0009-0005-5397-8816

Цельх Екатерина Дмитриевна

доктор биологических наук, профессор
Дальневосточный государственный
университет путей сообщения,
кафедра «Техносферная безопасность»,
профессор

Адрес: ул. Серышева, 47,
680021, г. Хабаровск, Россия
Email: Celixed@mail.ru
SPIN-код: 9224-8233

Ekaterina D. Tselykh

Grand PhD in Biology Sciences, Professor
Far Eastern State Transport University,
Chair of Technosphere Safety,
Professor

Address: Serysheva str., 47,
680021, Khabarovsk, Russia
Email: Celixed@mail.ru
ORCID: 0000-0003-3935-9195

Ахтямов Мидхат Хайдарович

доктор биологических наук, профессор
Дальневосточный государственный
университет путей сообщения,
кафедра «Техносферная безопасность»,
заведующий кафедрой

Адрес: ул. Серышева, 47,
680021, г. Хабаровск, Россия
Email: amidkhat@gmail.com
SPIN-код: 4326-6283

Midhat H. Akhtyamov

Grand PhD in Biology Sciences, Professor
Far Eastern State Transport University,
Chair of Technosphere Safety,
Head of the Chair

Address: Serysheva str., 47,
680021, Khabarovsk, Russia
Email: amidkhat@gmail.com
ORCID: 0009-0003-2869-1923

ENSURING THE PROTECTION OF THE POPULATION, INCLUDING SPECIALISTS OF THE EMERCOM IN AREAS BELONGING TO ENVIRONMENTAL DISASTER ZONES AS A RESULT OF MERCURY CONTAMINATION

Poleschuk A.E., Tselykh E.D., Akhtyamov M.H.

Purpose. Study of risk factors for the population and ensuring the protection of specialists of the EMERCOM in conditions of man-made mercury pollution on the territory of Amursk.

Methods. The study of risk factors for the population and ensuring the protection of specialists of the EMERCOM was carried out by mass spectrometric analysis of samples of water, soil, fur of mammals, human blood serum.

Findings. On the territory of Amursk, an imbalance of chemical elements in the blood serum was determined due to an excess of heavy metals (Hg, Mn, Fe, Zn) and a deficiency of essential elements (Ba, Se, Mo), which affects changes in the human endocrine profile. Recommendations are proposed to reduce the impact of technogenic pollution on emergency workers. The implementation and practical use of these recommendations makes it possible to reduce the impact of harmful factors affecting people's lives and health.

Application field of research. The presented research results were obtained in the field of ecology and health care and can be used in the event of emergencies of a similar nature as a practical guide to the leveling and elimination of man-made mercury pollution.

Keywords: dismantling of the pulp and cardboard mill, demercurization, imbalance of trace elements, decrease in the level of health of the population of Amursk.

(The date of submitting: October 20, 2023)

REFERENCES

1. Shoygu S.K., Faleev M.I., Kirillov G.N. et al. *Uchebnik spasatelya* [The rescuer's textbook]. Ed. by Yu.L. Vorobyov. Krasnodar: Sovetskaya Kuban, 2002. 528 p. (rus)
2. Sednev V.A. et al. *Preduprezhdenie chrezvychaynykh situatsiy* [Emergency prevention]: tutorial. Moscow: State Fire Academy of EMERCOM of Russia, 2014. 188 p. (rus)
3. Matveev V.N., Bokarev A.I., Smirnov V.D. *Organizatsiya i vedenie avaryjno-spasatel'nykh rabot* [Organization and conduct of emergency rescue operations]: tutorial. Omsk: Omsk State Technical University, 2015. 184 p. (rus)
4. Evseeva G.P., Pechugina S.V., Yakovlev E.I., Pepelyaeva L.R. *Ekologicheskoe vozdeystvie kachestva okruzhayushchey sredy Khabarovskogo kraja na uroven' zabolvaniya detskogo naseleniya* [Environmental impact the environmental quality of the Khabarovsk Krai in the incidence of children population]. *Regional problems*, 2018. Vol. 21., No. 4. Pp. 93–100. (rus). DOI: 10.31433/1605-220X-2018-21-4-93-100. EDN: YQWXEL.
5. Kosolapov A.B. *Problemy sokhraneniya i ukrepleniya zdorov'ya naseleniya Dal'nego Vostoka Rossii* [Problems of preserving and strengthening the health of the population of the Russian Far East]. *Vestnik Tikhookeanskogo Gosudarstvennogo Ekonomicheskogo Universiteta*, 2005. Vol. 34, No. 2. Pp. 85–96. (rus). EDN: JXUHFP.
6. Yanin E.P. *Osnovnye sposoby remediatsii zagryaznennykh rtut'yu pochv i gruntov (zarubezhnyy opyt)* [Main methods of remediation of soils and grounds contaminated with mercury (foreign experience)]. *Problemy okruzhayushchey sredy i prirodnykh resursov*, 2011. No. 5. Pp. 16–22. (rus). EDN: OZNHJV.
7. Yanin E.P. *Opyt remediatsii zagryaznennoy rtut'yu territorii (gorod Marktredvits, Germaniya)* [Experience in remediation of a mercury-contaminated territory (Marktredwitz, Germany)]. *Problemy okruzhayushchey sredy i prirodnykh resursov*, 2009. No. 9. Pp. 70–95. (rus). EDN: MWAHVH.
8. Kalieva A.A., Ermienko A.V. *K voprosu o rtutnom zagryaznenii territorii Pavlodarskogo khimzavoda* [On the issue of mercury contamination in the territory of Pavlodar Chemical Plant]. *Interexpo Geo-Siberia*, 2016. Vol. 4., No. 2. Pp. 116–120. (rus). EDN: WAKEDF.
9. Efimova N.V., Matorova N.I., Koval' P.V. et al. *Opasnost' rtutnogo zagryazneniya i printsipy zdorovogo, bezopasnogo pitaniya na territo-riyakh s povyshennoy rtutnoy nagruzkoj (Priangar'e)* [The danger of mercury pollution and the principles of healthy, safe nutrition on territories with increased mercury load (Priangarye)]: manual. Irkutsk: Angarsk: Scientific Center for Reconstructive and

- Restorative Surgery of the East Siberian Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences, 2004. 47 p. (rus)
10. Bilibina Z.Yu., Tselykh E.D., Evseeva G.P., Kozlov M.V., Tsukanov A.E. Inversii biokhimicheskikh pokazateley syvorotki krovi kak prediktor urovnya zaboлеваemosti podrostkov, prozhivayushchikh v usloviyakh tekhnogenogo zagryazneniya sredi Khabarovskogo kraya [Inversions of blood serum biochemical indicators as the factor determine the adolescent's morbidity rate changes of Khabarovsk Krai technogenic environmental pollution]. *Uchenye zapiski of Zabaikalsky State Humanitarizan Pedagogical University named after N.G. Chernyshevsky. Series Natural Sciences*, 2011. No. 1 (36). Pp. 22–30. (rus). EDN: NDIIXT.
 11. Litvin Yu.M., Mironov R.A., Tselykh E.D. Vliyanie merkurizatsii vodnykh istochnikov na kumul'yatsiyu rtuti v shersti ovets [Influence of mercurization of water sources on mercury cumulation in sheep wool]. *Proc. 57th annual scientific-practical stud. conf.* Khabarovsk: Far Eastern State University, 2009. Pp. 73–77. (rus)
 12. Litvin Yu.M., Tselykh E.D., Kozlov V.K. Aktivnost' endokrinnoy sistemy i kharakteristiki polovogo i fizicheskogo razvitiya podrostkov Khabarovskogo kraya [The Khabarovsk Krai adolescents' endocrine system activity and the characteristics of sexual and physical development]. *Uchenye zapiski of Zabaikalsky State Humanitarizan Pedagogical University named after N.G. Chernyshevsky. Series Natural Sciences*, 2011. No. 1 (36). Pp. 95–101. (rus). EDN: NDIJBZ
 13. Tselykh E.D., Litvin Yu.M., Bilibina Z.Yu, et al. Osobennosti biokhimicheskogo, endokrinnoy i metallo-ligandnogo statusa organizma podrostkov, prozhivayushchikh v usloviyakh tekhnogenogo zagryazneniya territorii g. Amurska Khabarovskogo kraya [Features of biochemical, endocrine and metal-ligand status of the organism of adolescents living in the conditions of technogenic pollution of the territory of Amursk, Khabarovsk Krai]. *Proc. scientific-practical. conf. «Health status of children and adolescents at the present stage», October, 2011.* Khabarovsk: Arno, 2011. Pp. 172–175. (rus)
 14. Matyukhin V.A., Razumov A.N. *Ekologicheskaya fiziologiya cheloveka i vosstanovitel'naya meditsina* [Human ecological physiology and restorative medicine]. Moscow: GEOTAR MEDITsINA, 1999. Pp. 32–35. (rus)
 15. Skal'nyy A.V., Rudakov I.A. Bioelementy v meditsine [Bioelements in medicine]. Moscow: Oniks 21 v.: Mir, 2004. 272 p. (rus)