DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-12-781-786>

УДК 613.632+616.8-009.836:577.1+616.8

© Коллектив авторов, 2021

Лахман О.Л.¹, Салагай О.О.², Катаманова Е.В.¹, Кудяева И.В.¹, Журба О.М.¹, Кодинец И.Н.¹, Бухтияров И.В.³**Опыт изучения состояния здоровья ликвидаторов по устранению загрязнения окружающей среды, связанного с производством химической продукции**¹ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», 12-а микрорайон, 3, а/я 1170, Ангарск, Россия, 665826;²Министерство здравоохранения Российской Федерации, Рахмановский пер., 3, Москва, Россия, 127994;³ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», пр-т Будённого, 31, Москва, Россия, 105275

Введение. Сохранение здоровья и достижение профессионального долголетия являются приоритетной задачей медицинского обеспечения специалистов силовых и гражданских структур России. Особенно важно учитывать воздействие нескольких факторов трудового процесса, как, например, в работе по ликвидации загрязнения окружающей среды от предприятий, производящих химическую продукцию, в частности, в цехе ртутного электролиза.

Цель исследования — изучить состояние здоровья работников силовых структур и гражданского персонала, задействованных в ликвидации загрязнения окружающей среды на территории г. Усолье-Сибирское Иркутской области в результате экономической деятельности, связанной с производством химической продукции.

Материалы и методы. В ходе исследования обследованы 370 человек. Средний возраст которых составил 28,4±5,5 года, средний стаж работы — 6,0±1,05 года. Использован метод клинических наблюдений, проведён анализ результатов углублённого медицинского осмотра в условиях профцентра клиники «Восточно-Сибирского института медико-экологических исследований». Изучены уровень, структура заболеваемости по основным классам хронических заболеваний.

Результаты. В результате анализа данных проведённого периодического медицинского осмотра структурный состав нозологических форм заболеваний был представлен следующим образом: заболевания сердечно-сосудистой системы — 10%, офтальмологические заболевания — 5%, эндокринологические заболевания — 5%, заболевания ЛОР-органов — 10%, практически здоровые лица — 70%. Уровни ртути были определены на нулевых значениях за исключением 4 проб, в которых содержание ртути в исследуемых образцах мочи не превышало установленного ВОЗ допустимого уровня (10 мкг/л), в пробах волос уровни ртути не превышали биологически допустимого уровня (0,0–2,0 мкг/г).

Заключение. Данное исследование показало значимость проведения медицинских осмотров с применением расширенных методов обследования и необходимость осуществления мониторинга состояния здоровья ликвидаторов, так как безопасность проводимых работ зависит и от качества здоровья работников.

Ключевые слова: периодический медицинский осмотр; углублённый медицинский осмотр; нозологические формы; состояние здоровья; ликвидаторы; биосреды; ртуть; атомно-абсорбционная спектрометрия

Для цитирования: Лахман О.Л., Салагай О.О., Катаманова Е.В., Кудяева И.В., Журба О.М., Кодинец И.Н., Бухтияров И.В. Опыт изучения состояния здоровья ликвидаторов по устранению загрязнения окружающей среды, связанного с производством химической продукции. *Мед. труда и пром. экол.* 2021; 61(12): 781–786. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-12-781-786>

Для корреспонденции: Катаманова Елена Владимировна, главный врач клиники ФГБНУ ВСИМЭИ, д-р мед. наук, доцент. E-mail: katananova_e_v@mail.ru

Финансирование. Финансирование осуществлялось в рамках выполнения Государственного задания в соответствии с распоряжением Правительства РФ от 29.10.2020г. № 2819-р утверждённого плана мероприятий («дорожная карта») по предупреждению и устранению загрязнения окружающей среды на территории городского округа г. Усолье-Сибирское Иркутской области в результате экономической деятельности, связанной с производством химической продукции.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 29.11.2021 / *Дата принятия к печати:* 01.12.2021 / *Дата публикации:* 25.12.2021

Oleg L. Lakhman¹, Oleg O. Salagai², Elena V. Katamanova¹, Irina V. Kudaeva¹, Olga M. Zhurba¹, Irina N. Kodinets¹, Igor V. Bukhtiyarov³**The experience in studying the health status of liquidators to eliminate environmental pollution associated with the production of chemical products**¹East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, 3, 12-a Mikrorayon St., Angarsk, Russia, 665826;²Ministry of Health of Russian Federation, Rakhmanovskiy Ln., 3, Moscow, Russia, 127994;³Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budyonnogo Ave., Moscow, Russia, 105275

Introduction. Maintaining health and achieving professional longevity is a priority task of medical support for specialists in the power and civil structures of Russia. It is especially important to take into account the impact of several factors of the labour process, as, for example, in the work to eliminate environmental pollution from enterprises producing chemical products, in particular, in the shop of mercury electrolysis.

The study aims to explore the health status of employees of law enforcement agencies and civilian personnel involved in the elimination of environmental pollution in the city of Ussolye-Sibirskoye, Irkutsk region as a result of economic activities associated with the production of chemical products.

Material and methods. The study examined 370 people, whose average age was 28.4±5.5 years, with an average work experience of 6.0±1.05 years. The method of clinical observations was used, the analysis of the results of an in-depth medical examination was carried out in the conditions of the professional center of the clinic of the Federal State Budgetary Scientific Institution VSIMEI. The level and structure of morbidity by the main classes of chronic diseases have been studied.

Results. As a result of the analysis of the data of the periodic medical examination, the structural composition of nosological forms of diseases was presented as follows: diseases of the cardiovascular system — 10%, ophthalmological diseases — 5%, endocrinological diseases — 5%, diseases of ENT organs — 10%, practically healthy persons — 70%. The mercury levels

were determined at zero values, with the exception of 4 samples, in which the mercury content in the studied urine samples did not exceed the permissible level established by WHO (10 µg / L), the mercury levels in hair samples did not exceed the biologically permissible level (0.0–2,0 µg/g).

Conclusion. *This study showed the importance of medical examinations using extended examination methods and the need to monitor the health status of liquidators, since the safety of the work carried out also depends on the quality of workers' health.*

Keywords: *periodic medical examination; in-depth medical examination; nosological forms; health status; liquidators; biological media; mercury; atomic absorption spectrometry*

For citation: Lakhman O.L., Salagai O.O., Katamanova E.V., Kudaeva I.V., Zhurba O.M., Kodinets I.N., Bukhtiyarov I.V. The experience in studying the health status of liquidators to eliminate environmental pollution associated with the production of chemical products. *Med. truda i prom. ekol.* 2021; 61(12): 781–786. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-12-781-786> (in Russian)

For correspondence: *Elena V. Katamanova*, Chief Physician of the Clinic of East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Dr. of Sci. (Med.). E-mail: katamanova_e_v@mail.ru

Funding. Funding was carried out within the framework of the implementation of the State task in accordance with the order of the Government of the Russian Federation of October 29, 2020. No. 2819-r of the approved action plan ("Road Map") for the prevention and elimination of environmental pollution in the urban district of Ussolye-Sibirskoye, Irkutsk region as a result of economic activities related to the production of chemical products.

Conflict of interests. The authors declare no conflicts of interest.

Received: 29.11.2021 / Accepted: 01.12.2021 / Published: 25.12.2021

Введение. Сохранение здоровья и достижение профессионального долголетия являются приоритетной задачей медицинского обеспечения специалистов силовых и гражданских структур России. Это связано с тем, что ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС) осуществляется в условиях, представляющих непосредственную угрозу для здоровья и жизни этих специалистов, предполагает повышенную физическую и психологическую нагрузку, а также прямое агрессивное воздействие химических и физических факторов [1, 2]. Деятельность сотрудников МЧС требует решения сложных задач и быстрого принятия ответственных решений, а также работу в условиях дефицита времени и информации с повышенной ответственностью за конечный результат [3, 4]. Сохраняется актуальность последствий воздействия соединений ртути на организм человека, несмотря на повсеместные попытки сокращения применения токсиканта в технологическом процессе. Примером является проблема экологической безопасности вследствие загрязнения окружающей среды от деятельности ООО «Усольехимпром», где на площади 610 гектаров находятся десятки тысяч тонн вредных веществ, в том числе металлическая ртуть. Суммарные потери ртути — более 1327 тонн. [5]. Сведений о состоянии здоровья военнослужащих и гражданского персонала, устранивших последствия загрязнения окружающей среды на территории г. Усолье-Сибирское Иркутской области, в литературе не найдено.

В то же время известно, что при хроническом воздействии паров ртути, в первую очередь, наблюдаются изменения со стороны нервной системы. Данный факт подтверждают как результаты самооценки здоровья рабочих, контактирующих с ртутью, так и данные их клинического обследования, которые показали, что в структуре заболеваний у этих лиц преобладают болезни нервно-психической сферы. Учитывая данные многолетних исследований о клинических особенностях интоксикации ртутью, сделан вывод о преобладании у лиц, контактирующих с токсикантом, ранних психопатологических изменений над неврологической симптоматикой [6, 7]. Все вышеизложенное приводит к необходимости проведения пула исследований, направленных на раннее выявление изменений со стороны нервно-психической сферы у ликвидаторов. Ранее доказано, что экспозиция ртутью может увеличивать риск развития сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), в частности, атеросклероза и артериальной гипертензии. Разработаны подходы, позволяющие прогнозировать из-

менение ряда факторов риска развития ССЗ у работников, контактирующих с ртутью. В частности, установлено, что максимальная выраженность изменений показателей липидного обмена в динамике обследования при хроническом воздействии ртути отмечается в начальный его период. На сегодняшний день определены целевые уровни около 10 основных факторов риска развития ССЗ, в число которых входят показатели липидного обмена. При контакте с ртутью отмечалось увеличение индекса атерогенности более чем на 40% от нормативных значений, а степень изменения обмена холестерина проатерогенной направленности была максимально выражена в начальном периоде контакта с токсикантом [8]. Все вышеказанное обуславливает необходимость проведения дополнительных исследований, направленных на оценку состояния сердечно-сосудистой системы и риска развития ССЗ.

Существует несколько путей поступления ртути в организм человека — с водой, пищей, а также вдыханием загрязнённого воздуха [9]. Токсичность ртути зависит от химической формы, в которой она попадает в организм. Так, элементная ртуть очень хорошо резорбируется в респираторном тракте, а органические соединения ртути всасываются в желудочно-кишечном тракте практически полностью. В результате способности к испарению ртути, поступающая на поверхность почвы из источников антропогенного или природного характера, легко улетучивается и переносится на большие расстояния [10].

Содержание ртути в моче больше 10 мкг/л свидетельствует о возможной опасности хронического отравления, а 50 мкг/л, при наличии соответствующей клинической симптоматики, служит подтверждением меркуриализма [11].

По данным литературы, уровень ртути в крови отражает экспозицию путём потребления загрязнённой рыбы и морепродуктов [12], питьевой воды, вдыхания паров элементарной ртути в воздухе, допустимое содержание ртути в крови составляет до 5 мкг/л. Волосы представляют идеальный объект исследования и являются одной из информативных тканевых структур человека. Любой ксенобиотик и его метаболиты могут быть включены в матрицу растущих волос, образуя временный профиль [13]. Критерием неблагополучия региона принято считать содержание ртути в волосах свыше 5 мкг/г ртути, фоновый уровень ртути в волосах от 0,5 до 1,0 мкг/г. Биологически допустимый уровень в волосах (БДУ) находится в пределах 0,0–2,0 мкг/г [11]. Верхний предел содержания рту-

ти в волосах, предложенный ВОЗ, составляет 2,5 мкг/г. В исследованиях по токсическому воздействию низких уровней ртути на развитие нервной системы, проводилась оценка ещё более низкого нормативного значения на уровне 0,58 мкг/г волос [11].

Цель исследования — изучить состояние здоровья работников силовых структур и гражданского персонала, задействованных в ликвидации загрязнения окружающей среды, на территории г. Усолье-Сибирское Иркутской области в результате экономической деятельности, связанной с производством химической продукции.

Материалы и методы. Обследованы 370 человек. Средний возраст которых составил $28,4 \pm 5,5$ года, со средним стажем работы — $6,0 \pm 1,05$ года.

Согласно Регламенту взаимодействия сил и средств, принимающих участие в медико-биологическом обеспечении работников, осуществляющих работы по устранению загрязнения окружающей среды на территории промышленной площадки г. Усолье-Сибирское Иркутской области, структурный состав был представлен следующим образом: сотрудники МЧС России по Иркутской области в количестве 213 человек, работники национальной гвардии Российской Федерации по Иркутской области — 129 человек, работники Федерального экологического оператора, привлечённые непосредственно к выполнению работ на промышленной площадке — 28 человек.

Ввиду малочисленности женщин среди личного состава, на данном этапе проанализировали результаты обследования только мужчин. Состояние здоровья работников указанных структур оценивалось по данным периодических медицинских осмотров с проведением дополнительных методов исследований и осмотров специалистов, данных предсменных и послесменных медицинских осмотров. Перечень диагностических исследований, необходимых для проведения углублённого медицинского осмотра работников, контактирующих с вредными (опасными) производственными факторами, составлен согласно Приказу МЗ РФ № 29н от 28.01.2021 г. При подготовке программы обследования учитывались основные вредные факторы при работе сотрудников личного состава МЧС России, Росгвардии и Федерального экологического оператора, осуществляющих работы по устранению загрязнения окружающей среды на территории г. Усолье-Сибирское Иркутской области. Такие, как: п. 1.20 Приложение 1 — Ртуть и её соединения: ртуть; металлоорганические соединения (ртуть неорганические соединения и прочие); органические соединения ртути; п. 1.47.1 Приложение 1 — Хлорорганические соединения; п. 5.1 Тяжесть трудового процесса: подъем, перемещение, удержание груза вручную, стереотипные рабочие движения, а также виды работ п. 17: работы, выполняемые непосредственно с применением средств индивидуальной защиты органов дыхания изолирующих и средств индивидуальной защиты органов дыхания фильтрующих с полной лицевой частью и п. 14: работы, выполняемые аварийно-спасательной службой, аварийно-спасательными формированиями, спасателями, а также работы, выполняемые пожарной охраной при тушении пожаров.

В рамках исследований были собраны и проанализированы биопробы на содержание ртути (кровь, моча, волосы) у работников. Всего проанализировано 370 проб крови и мочи, 303 пробы волос. Определение ртути в биосредах проводили в соответствии с методическими

документами^{1,2}. В исследование для определения тяжёлого металла (ртуть) использовали атомно-абсорбционный метод (ААС) «способ холодного пара». Количественное определение проводили методом абсолютной градуировки по стандартным смесям ионов металлов в 1 М азотной кислоте, приготовленных из ГСО ионов металлов. Перед измерением выполняли предварительную автоклавную минерализацию проб. Отбор проб мочи производили в стерильные полипропиленовые контейнеры на 100 мл с винтовой крышкой. Волосы для исследования срезали с затылочной части головы 0,1–0,2 г, где их рост наиболее интенсивен. Отобранные образцы проб волос помещали в отдельные конверты с соответствующей маркировкой.

При условии проведения медицинского осмотра на базе профпатологического центра, предусматривалось проведение углублённого медицинского осмотра (с проведением ультразвукового исследования внутренних органов, рентгенографии, электрофизиологических методов, психологического тестирования, исследования показателей крови и мочи) для выявления и профилактики развития патологии при воздействии вышеуказанных факторов. При этом наличие специалистов таких как: уролог, аллерголог, кардиолог, эндокринолог необходимо для диагностики наиболее часто выявляемых заболеваний. Дополнительные диагностические исследования необходимы для более точной верификации диагноза заболеваний, риск развития которых увеличивается при контакте с ртутью и другими токсическими веществами. Также при проведении предсменного и послесменного медицинского осмотра, дополнительно проводится забор крови у работников — ликвидаторов загрязнения окружающей среды до поступления на рабочую смену и после, для определения показателей обмена железа, белкового обмена, маркеров острого воспаления, липидного профиля, работы ферментов печени, поджелудочной железы. Изменение данных показателей может косвенно указать на формирование токсического воздействия вредных химических факторов.

Обследование пациентов проходило в соответствии с этическим стандартом Хельсинкской декларации всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека», с поправками 2000 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утверждёнными Приказом Минздрава РФ № 266 от 19.06.2003 г. Все обследуемые подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Результаты. В результате анализа медицинских заключений по результатам проведённого периодического медицинского осмотра, структурный состав нозологических форм заболеваний был представлен следующим образом: заболевания сердечно-сосудистой системы — 10%, офтальмологические заболевания — 5%, эндокринологические заболевания — 5%, заболевания лор-органов — 10%, практически здоровые лица — 70%. При этом сердечно-сосудистые заболевания были представлены в виде артериальной гипертензии; офтальмологические заболевания в виде гиперметропии, миопии; эндокринологические заболевания: нарушение гликемии натощак, сахарный диабет; заболевания лор-органов в виде переднего сухого ринита,

¹ МУ 4.4.–99. Атомно-абсорбционный анализ микроэлементов в биосредах и метрологические основы контроля аналитических работ. Иркутск, 1999.

² МУК 4.1.1898–04. Атомно-абсорбционное измерение массовой концентрации ртути в моче. Москва, 2004.

атрофического ринита, вазомоторных расстройств функции носа, начальных проявлений нейросенсорной тугоухости. При этом отсутствовали заболевания пищеварительной системы и болезни мочеполовой системы. Анализ распространённости хронических заболеваний характерен как для сотрудников младше 40 лет, так и для сотрудников более старшего возраста. Эндокринологические заболевания взяты на динамический учёт, проведено лечение.

При анализе гематологических показателей, повышенный уровень эритроцитов зафиксирован у 3,7%, гемоглобина — у 5,0%, лейкоцитов — у 3,0%, у 88,3% обследованных — изменений в показателях крови не выявлено. Изменение относительного количества фракций лейкоцитов зафиксировано в следующем соотношении: повышение уровня лейкоцитов встречалось у 8,0%, лимфоцитов — у 5,0%, эозинофилов — у 3,0%; снижение сегментоядерных нейтрофилов отмечено у 2,0%.

При анализе биохимических показателей существенных отклонений от нормы не наблюдалось, у 59,0% выявлены повышенные значения креатинина в сыворотке крови, повышенный уровень мочевины установлен у 56,2%, у 2,5% из выборки зафиксирован повышенный уровень глюкозы крови, повышенный уровень холестерина крови — у 18,5% работников.

По результатам исследования показателей обмена железа, белкового обмена, маркеров острого воспаления, липидного профиля, работы ферментов печени, поджелудочной железы, референтных отклонений от нормы у обследуемых лиц не наблюдалось до и после начала рабочей смены.

По результатам специфической алергодиагностики: максимальное количество отклонений от референсных значений установлено в отношении концентрации общего иммуноглобулина Е — у 25,0% встречались повышенные уровни.

Результаты анализа содержания ртути в биологических средах ликвидаторов представлены в **таблице**.

Как видно из результатов таблицы уровни ртути в крови определены на нулевых значениях за исключением 4 проб у сотрудников Федерального экологического оператора, непосредственно осуществляющих работы по ликвидации загрязнения окружающей среды на территории промышленной площадки. Содержание ртути в исследуемых образцах мочи не превышало установленного ВОЗ допустимого уровня (10 мкг/л), в пробах волос уровни

ртути не превышали биологически допустимого уровня (0,0–2,0 мкг/г).

Обсуждение. Некачественное проведение периодического медицинского осмотра приводит в дальнейшем к резкому и значительному росту профессиональных заболеваний и (или) отравлений, а также к увеличению количества заболеваний, препятствующих выполнению трудовых обязанностей. Несвоевременная и плохая диагностика заболеваний, отсутствие адекватной терапии пациентов с выявленными патологиями ведёт к снижению продолжительности жизни, к снижению трудовых ресурсов, и как следствие некачественной профессиональной деятельности. Важным разделом является проведение именно углублённых медицинских осмотров в условиях профпатологического центра, позволяющее определить группу состояния здоровья работающего и разработать и применить индивидуальный план лечебно-профилактических мероприятий.

Результаты проведённых исследований подтверждают выдвинутую ранее гипотезу о более высоком риске развития проатерогенных нарушений у лиц, контактирующих с химическими веществами [14, 15]. Данный процесс осложняется тем, что токсиканты, обладая способностью аккумулировать в организме (прежде всего, в жировой ткани), могут длительное время высвобождаться из депо, вызывая модификацию липидной структуры мембран, и, как следствие, к нарушению связывания амилоида $A\beta$ в ЦНС и приводить к увеличению риска развития нейродегенеративной патологии [16]. В исследованиях *Sanderson J.* показано, что все липиды на основе сложных эфиров в клеточных мембранах имеют высокую чувствительность к лизису, и эта реакционная способность усиливается присутствием в организме органических молекул [17]. Таким образом, метаболические нарушения, возникающие на фоне экспозиции токсическими веществами, могут усиливать риск развития нарушений в нервной системе.

Подтверждением большой химической нагрузки на организм обследованных является высокая частота встречаемости значительного уровня общего IgE , косвенно отражающего склонность к развитию аллергических реакций немедленного типа. Рядом авторов была установлена ассоциация данного типа реакций с повышенными химическими нагрузками [18, 19]. Установленный факт требует дальнейшего изучения с целью определения этиологии данного нарушения.

Таблица / Table

Содержание ртути в различных биологических пробах у обследованных групп, Me (Q25–Q75), Min–Max
Mercury content in various biological samples in the surveyed groups, Me (Q25–Q75), Min–Max

Организация	Кровь, мкг/л	Моча, мкг/л	Волосы, мкг/г
МЧС России по Иркутской области	<i>n</i> =213	<i>n</i> =213	<i>n</i> =155
	0	0,60 (0,00–1,20) 0,00–3,90	0,09 (0,059–0,153) 0,016–0,510
Национальная гвардия России по Иркутской области	<i>n</i> =129	<i>n</i> =129	<i>n</i> =120
	0	0,00 (0,00–0,90) 0,00–4,10	0,120 (0,042–0,190) 0,017–0,220
Федеральный экологический оператор	<i>n</i> =28	<i>n</i> =28	<i>n</i> =28
	0,00 (0,00–0,00) 0,00–1,50	0,83 (0,00–1,20) 0,00–2,10	0,041 (0,000–0,070) 0,000–0,098

В результатах проведённых исследований обращает на себя факт наличия более чем у 50% обследованных нарушений в биохимических показателях, отражающих детоксикационную способность организма на гепаторенальном уровне (повышение концентрации креатинина и мочевины). В настоящее время одним из перспективных в области токсикологии является направление, посвящённое изучению ассоциации между загрязнением воздуха и повреждением или заболеванием почек. Установлено значительное количество токсикантов, обладающих нефротоксическим действием, в том числе, тяжёлые металлы [20]. В систематическом обзоре Miller S. с соавторами показали, что хроническое воздействие ртути оказывает пагубное воздействие на клубочки и приводит к развитию гломерулярных заболеваний, включая мембранозную нефропатию, болезнь минимальных изменений, очаговый сегментарный

гломерулосклероз и хронический пролиферативный гломерулонефрит [21]. Следовательно, для ранней профилактики нефротических нарушений необходимо регулярно проводить мониторинг данных показателей.

Заключение. Таким образом, проведённые исследования позволили выявить имеющиеся нарушения состояния здоровья у работников силовых структур и гражданского персонала, задействованных в ликвидации загрязнения окружающей среды на территории г. Усолье-Сибирское Иркутской области в результате экономической деятельности, связанной с производством химической продукции. Данное исследование показало значимость проведения медицинских осмотров с применением расширенных методов обследования и необходимость осуществления мониторинга состояния здоровья ликвидаторов, так как безопасность проводимых работ зависит и от качества здоровья работников.

Список литературы

1. Рыбников В.Ю., Санников М.В., Роголев К.К., Жернакова С.Г. Оценка состояния здоровья и профилактика заболеваний у руководящего состава МЧС России. *Мед.-биол. и соц.-психол. проблемы безопасности в экстрем. ситуациях.* 2016; 4: 67–71.
2. Евдокимов В.И., Григорьев С.Г., Сивашенко П.П. Обобщённые показатели заболеваемости личного состава Вооружённых сил (2003–2016 гг.). *Мед.-биол. и соц.-психол. проблемы безопасности в экстрем. ситуациях.* 2017; 3: 47–64.
3. Санников М.В. Медико-информационное сопровождение профессиональной деятельности пожарных и спасателей МЧС России (медицинский регистр). *Мед.-биол. и соц.-психол. проблемы безопасности в экстрем. ситуациях.* 2014; 3: 58–62.
4. Санников М.В., Астафьев О.М., Мухина Н.А., Макарова Н.В. Опыт изучения состояния здоровья личного состава спасательных воинских формирований МЧС России. *Мед.-биол. и соц.-психол. проблемы безопасности в экстрем. ситуациях.* 2018; 4: 40–6.
5. «Усольехимпром»: от экологической катастрофы — к зелёному производству. <https://newizv.ru/article/general/29-12-2020/usoliehimprom-otekologicheskoyakatastrofy-k-zelenomu-proizvodstvu> Дата обращения 02.11.2021.
6. Рукавишников В.С., Лахман О.А., Соседова Л.М., Шаяхметов С.Ф., Бодяенкова Г.М., Кудалева И.В. и др. Профессиональные нейроинтоксикации: закономерности и механизмы формирования. *Мед. труда и пром. экол.* 2014; 4: 1–6.
7. Катаманова Е.В., Шевченко О.И., Лахман О.А. Некоторые итоги изучения нейropsychологических особенностей лиц, подвергавшихся хроническому воздействию ртути в условиях химического производства. *Медицина труда и промышленная экология.* 2010; 1: 19–23.
8. Катаманова Е.В., Корчуганова Е.Н., Сливницына Н.В., Кудалева И.В., Лахман О.А. Взаимосвязь нейрофизиологических, психологических и биохимических показателей у пациентов с профессиональной хронической ртутной интоксикацией, страдающих инсомнией. *Медицина труда и промышленная экология.* 2020; 60(12): 904–10.
9. Горбачев А.А. Ртуть как приоритетный загрязнитель окружающей среды: уровень ртути и других токсичных элементов в организме аборигенных жителей Северо-Востока России. *Микроэлементы в медицине.* 2016; 17(2): 3–9.
10. Семенова Ю.С., Хасанова И.Н., Суюндуков Р.Ф., Кутляхметов А.Н. Содержание ртути в волосах населения геохимической провинции. *Гигиена и санитария.* 2019; 98(12): 1349–54.
11. Биомониторинг человека: факты и цифры. Копенгаген: Европейское региональное бюро ВОЗ, 2015. Available at: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/164589/WHO-EURO-2015-3209-42967-60041-rus.pdf?sequence=3&isAllowed=y> (дата обращения: 02.11.2021).
12. Nguyen T.T.N., Volkova I.V. Mercury content in bivalves at the estuary area of the red river (Vietnam). *Journal of Agriculture and Environment.* 2021; 1: 17.
13. Bencko V. Use of human hair as a biomarker in the assessment of exposure to pollutants in occupational and environmental settings. *Toxicology.* 1995; 101: 29–39.
14. Кудалева И.В., Бударина Л.А. Биохимические критерии развития профессионально обусловленных заболеваний у пожарных. *Мед. труда и пром. экол.* 2007; 6: 12–8.
15. Кудалева И.В., Бударина Л.А. Изменение биохимических показателей при воздействии паров металлической ртути. *Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук.* 2012; 6(88): 24–7.
16. Penke B., Paragi G., Gera J., Berkecz R., Kovács Z., Crul T., Vigh L. The Role of Lipids and Membranes in the Pathogenesis of Alzheimer's Disease: A Comprehensive View. *Curr Alzheimer Res.* 2018; 15(13): 1191–212. <https://doi.org/10.2174/1567205015666180911151716>
17. Sanderson J.M. Far from Inert: Membrane Lipids Possess Intrinsic Reactivity That Has Consequences for Cell Biology. *Bioessays.* 2020; 42(3): e1900147. <https://doi.org/10.1002/bies.201900147>
18. Золотникова Г.П., Гегерь Э.В. Распространённость аллергопатологии среди населения в техногенно загрязнённых районах. *Вестник Брянского государственного университета.* 2011; 4: 138–42.
19. Козулина И.Е., Курбачева О.М., Ильина Н.И. Аллергия сегодня. Анализ новых эпидемиологических данных. *Российский аллергологический журнал.* 2014; 3: 3–10.
20. Xu X., Nie S., Ding H., Hou F.F. Environmental pollution and kidney diseases. *Nat Rev Nephrol.* 2018; 14(5): 313–324. <https://doi.org/10.1038/nrneph.2018.11>
21. Miller S., Pallan S., Gangji A. S., Lukic D., Clase C. M. Mercury-associated nephrotic syndrome: a case report and systematic review of the literature. *Am. J. Kidney Dis.* 2013; 62: 135–8.

References

- Rybnikov V.Yu., Sannikov M.V., Rogalev K.K., Zhernakova S.G. Assessment of the state of health and prevention of diseases among the leadership of the Ministry of Emergency Situations of Russia. *Med.-biol. i sots.-psikhol. problemy bezopasnosti v chrezv. situatsiyakh*. 2016; 4: 67–71 (in Russian).
- Evdokimov V.I., Grigoriev S.G., Sivashchenko P.P. Generalized indicators of the incidence of the personnel of the Armed Forces (2003–2016). *Med.-biol. i sots.-psikhol. problemy bezopasnosti v chrezv. situatsiyakh*. 2017; 3: 47–64 (in Russian).
- Sannikov M.V. Medical and informational support of the professional activities of firefighters and rescuers of the Russian Emergencies Ministry (medical register). *Med.-biol. i sots.-psikhol. problemy bezopasnosti v chrezv. situatsiyakh*. 2014; 3: 58–62. (in Russian).
- Sannikov M.V., Astafiev O.M., Mukhina N.A., Makarova N.V. The experience of studying the state of health of the personal staff of the rescue military units of the EMERCOM of Russia. *Med.-biol. i sots.-psikhol. problemy bezopasnosti v chrezv. situatsiyakh*. 2018; 4: 40–6.
- "Usoliekhimprom": from environmental disaster to green production. <https://newizv.ru/article/general/29-12-2020/usoliekhimprom-otekologicheskoy-katastrofy-k-zelenomu-proizvodstvu>. Accessed: 11.02.2021 (in Russian).
- Rukavishnikov V.S., Lakhman O.L., Sosedova L.M., Shayakhmetov S.F., Bodienkova G.M., Kudaeva I.V. et al. Professional neurointoxication: patterns and mechanisms of formation. *Med. truda i prom. ecol.* 2014; 4: 1–6 (in Russian).
- Katamanova E.V., Shevchenko O.I., Lakhman O.L. Some results of the study of neuropsychological characteristics of persons exposed to chronic exposure to mercury in chemical production. *Med. truda i prom. ecol.* 2010; 1: 19–23 (in Russian).
- Katamanova E.V., Korchuganova E.N., Slivnitsyna N.V., Kudaeva I.V., Lakhman O.L. Interrelation of neurophysiological, psychological and biochemical parameters in patients with occupational chronic mercury intoxication suffering from insomnia. *Med. truda i prom. ecol.* 2020; 60(12): 904–10 (in Russian).
- Gorbachev A.L. Mercury as a priority environmental pollutant: the level of mercury and other toxic elements in the body of aboriginal inhabitants of the North-East of Russia. *Mikroehlementy v meditsine*. 2016; 17 (2): 3–9 (in Russian).
- Semenova Yu.S., Khasanova I.N., Suyundukov R.F., Kutliakhmetov A.N. The content of mercury in the hair of the population of the geochemical province. *Gigiena i sanitariya*. 2019; 98(12): 1349–54 (in Russian).
- Human biomonitoring: facts and figures. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2015. Available at: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/164589/WHO-EURO-2015-3209-42967-60041-rus.pdf?sequence=3&isAllowed=y> (date accessed: 02.11.2021) (in Russian).
- Nguyen T.T.N., Volkova I.V. Mercury content in bivalves at the estuary area of the red river (Vietnam). *Journal of Agriculture and Environment*. 2021; 1: 17.
- Bencko V. Use of human hair as a biomarker in the assessment of exposure to pollutants in occupational and environmental settings. *Toksikologiya*. 1995; 101: 29–39.
- Kudaeva I.V., Budarina L.A. Biochemical criteria of occupationally related diseases formation in firemen. *Med. truda i prom. ecol.* 2007; 6: 12–8 (in Russian).
- Kudaeva I.V., Budarina L.A. Biochemical indexes modification at exposure of metallic mercury vapours. *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra Sibirskogo otdeleniya Rossijskoj akademii meditsinskikh nauk*. 2012; 6(88): 24–27 (in Russian).
- Penke B., Paragi G., Gera J., Berkecz R., Kovács Z., Crul T., Vlgh L. The Role of Lipids and Membranes in the Pathogenesis of Alzheimer's Disease: A Comprehensive View. *Curr Alzheimer Res*. 2018; 15(13): 1191–212. <https://doi.org/10.2174/1567205015666180911151716>
- Sanderson J.M. Far from Inert: Membrane Lipids Possess Intrinsic Reactivity That Has Consequences for Cell Biology. *Bioessays*. 2020; 42(3): e1900147. <https://doi.org/10.1002/bies.201900147>
- Zolotnikova G.P., Geger' E.V. The prevalence of allergic pathology among the population in technogenically contaminated areas. *Vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2011; 4: 138–42 (in Russian).
- Kozulina I.E., Kurbacheva O.M., Ilna N.I. Allergy today. Analysis of new epidemiological data. *Russian Journal of Allergy*. 2014; 3: 3–10 (in Russian).
- Xu X., Nie S., Ding H., Hou F.F. Environmental pollution and kidney diseases. *Nat Rev Nephrol*. 2018; 14(5): 313–24. <https://doi.org/10.1038/nrneph.2018.11>
- Miller S., Pallan S., Gangji A. S., Lukic D., Clase C.M. Mercury-associated nephrotic syndrome: a case report and systematic review of the literature. *Am. J. Kidney Dis*. 2013; 62: 135–8.