

# ОЦЕНКА И УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ В МЕДИЦИНЕ ТРУДА

УДК 622.87

DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.10

Читать  
онлайн



## ОЦЕНКА РИСКА РАЗВИТИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ ПАТОЛОГИИ У ШАХТЕРОВ, ЗАНЯТЫХ ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧЕЙ ХРОМОВОЙ РУДЫ

О.Ю. Устинова<sup>1</sup>, Е.М. Власова<sup>2</sup>, А.Е. Носов<sup>1,2</sup>, В.Г. Костарев<sup>3</sup>, Т.М. Лебедева<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Пермский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 614990, г. Пермь, Букирева, 15

<sup>2</sup>Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, Россия, 614045, г. Пермь, ул. Монастырская, 82

<sup>3</sup>Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю, Россия, 614016, г. Пермь, ул. Куйбышева, 50

<sup>4</sup>Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера, Россия, 614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, 26

*Широкое распространение в России шахтной добычи полезных ископаемых обуславливает высокую актуальность вопроса сохранения трудовых ресурсов в этой отрасли. В ходе производственной деятельности работники, занятые добычей хромовой руды, подвергаются сочетанному воздействию неблагоприятных факторов трудового процесса, как общих для всех видов шахтной добычи, так и связанных с природой полезных ископаемых. Неблагоприятные условия труда увеличивают риск развития у шахтеров не только профессиональных, но и производственно-обусловленных заболеваний. Выполнена комплексная гигиеническая оценка условий труда при подземной добыче хромовой руды. Установлено, что условия труда шахтеров связаны с сочетанным негативным воздействием физических и химических факторов трудового процесса и характеризуются как «вредные», 3–4-й степени. Проведено клинико-функциональное обследование 135 работников хромовой шахты. Группу наблюдения составили 88 шахтеров. В группу сравнения вошли 47 работников шахты, не имеющих производственного контакта с вредными факторами, связанными с добычей хромовой руды. Все обследованные – лица мужского пола в возрасте 30–49 лет; стаж работы – от 10 до 25 лет. Установлено, что у половины шахтеров, имеющих стаж работы менее 10 лет, определяется ранняя несостоятельность функциональной активности эндотелия, а относительный риск ее развития до 8 раз превышает аналогичный у работников, не связанных с подземными условиями труда. У 10 % шахтеров, имеющих стаж более 10 лет, наблюдается существенное снижение функциональных резервов кардиореспираторной системы. Относительный риск развития атеросклеротических изменений сосудистой стенки, морфологической перестройки миокарда и клапанного аппарата у шахтеров от 3,5 до 12 раз превышает аналогичный у персонала, не связанного с добычей хромовой руды. Установлена прямая связь снижения функциональной активности эндотелия и адаптационных резервов кардиореспираторной системы с повышенным содержанием хрома в крови шахтеров. Для снижения уровня заболеваемости шахтеров хромовых шахт сердечно-сосудистой патологией и своевременной реализации комплекса профилактических мероприятий программы периодических осмотров работников должны включать комплекс функциональных и морфологических методов исследования сердечно-сосудистой системы.*

**Ключевые слова:** оценка риска, добыча хрома, производственно-обусловленные заболевания, морфофункциональные изменения сосудов, миокарда и клапанного аппарата сердца.

Согласно прогнозу Минэкономразвития, в Российской Федерации к 2020 г. численность трудоспособного населения сократится на 3 млн человек,

в связи с чем одной из первоочередных задач здравоохранения является разработка системы мер, направленных на сохранение здоровья и профессио-

© Устинова О.Ю., Власова Е.М., Носов А.Е., Костарев В.Г., Лебедева Т.М., 2018

**Устинова Ольга Юрьевна** – доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой экологии человека и безопасности жизнедеятельности (e-mail: [ustinova@fcrisk.ru](mailto:ustinova@fcrisk.ru); тел.: 8 (342) 236-32-64).

**Власова Елена Михайловна** – кандидат медицинских наук, заведующий профцентром (e-mail: [vlasovaem@fcrisk.ru](mailto:vlasovaem@fcrisk.ru); тел.: 8 (342) 236-87-60).

**Носов Александр Евгеньевич** – кандидат медицинских наук, заведующий стационаром (отделение профпатологии терапевтического профиля) (e-mail: [nosov@fcrisk.ru](mailto:nosov@fcrisk.ru); тел.: 8 (342) 236-87-80).

**Костарев Виталий Геннадьевич** – кандидат медицинских наук, главный государственный санитарный врач по Пермскому краю, руководитель (e-mail: [urpn@59.rosпотребнадзор.ru](mailto:urpn@59.rosпотребнадзор.ru)).

**Лебедева Татьяна Михайловна** – доктор медицинских наук, профессор кафедры общественного здоровья и здравоохранения (e-mail: [rector@psma.ru](mailto:rector@psma.ru); тел.: 8 (342) 217-20-20).

нального долголетия трудящихся [1–3]. В то же время данные многоцентровых исследований свидетельствуют о том, что более 40 % всех случаев нетрудоспособности на производстве обусловлены заболеваниями, связанными с неудовлетворительными условиями труда [1, 4–8].

В Российской Федерации горнодобывающая промышленность является одной из наиболее экономически успешных отраслей производства, где сохранение трудовых ресурсов имеет решающее значение в обеспечении высокой производительности труда, конкурентоспособности и финансовой стабильности предприятий [9–11]. Важнейшим направлением деятельности отрасли является добыча хромовой руды [3, 4, 12, 13]. Хромовые руды в России являются остродефицитным сырьем, добыча которых осуществляется, как правило, подземным способом путем направленных взрывов [12, 13]. Вредные/опасные условия труда, характерные для горнодобывающей промышленности, создают значимый риск для здоровья трудящихся [1, 4, 5, 14]. Во время трудового процесса работники, занятые подземной добычей хромовой руды, подвергаются сочетанному воздействию комплекса неблагоприятных производственных факторов, как общих для всех видов шахтной добычи (нервно-психическое напряжение, чрезмерная мышечная нагрузка, вынужденное положение тела, повышенная запыленность воздуха на рабочем месте, неблагоприятный микроклимат, повышенный радиоактивный фон и электромагнитное излучение, производственный шум, вибрация и т.д.), так и связанных с составом добываемой руды [1, 12–15]. Согласно литературным данным, сочетанное действие производственных факторов, в том числе и химических, приводит к развитию у шахтеров ангиодистонии, нарушений микроциркуляции на фоне гиперкоагуляции, изменению адгезивно-агрегационных свойств тромбоцитов, ухудшению реологических свойств и кислородтранспортной функции крови, формированию циркуляторной гипоксии, активации перекисного окисления липидов и истощению антиоксидантной системы защиты [1, 9, 12–14]. Установлено, что длительная аэрогенная экспозиция соединений хрома является причиной нарушений регуляции сосудистого тонуса и сердечной деятельности, развития патоморфологических и гистохимических изменений стенок сосудов, дистрофии и энергетического дисбаланса кардиомиоцитов [6, 9, 12–14]. Результаты эпидемиологических и клинических исследований свидетельствуют

о том, что сердечно-сосудистая патология у шахтеров развивается в более молодом возрасте, чем в популяции в целом, а частота развития жизнеугрожающих ситуаций и инвалидизации, связанных с этой патологией, – выше [9, 14]. Оценка риска, установление морфофункциональных и патогенетических особенностей развития сердечно-сосудистой патологии у шахтеров, занятых подземной добычей хромовой руды, являются основой разработки целенаправленных программ ранней диагностики и профилактики этой группы заболеваний, реализация которых позволит стабилизировать состав трудовых коллективов и повысить экономическую эффективность отрасли.

**Цель настоящего исследования** – оценка риска и изучение морфофункциональных особенностей развития сердечно-сосудистой патологии у шахтеров, занятых подземной добычей хромовой руды.

**Материалы и методы.** Проведена санитарно-гигиеническая оценка условий труда, а также клинико-функциональное обследование 135 работников хромовой шахты. Группу наблюдения составили 88 шахтеров (горнорабочий, проходчик, машинист буровой установки, крепильщик, машинист скреперной лебедки, бурильщик шпуров, горный мастер), подвергающихся в течение рабочей смены синергетическому воздействию комплекса негативных производственных факторов. В группу сравнения вошли 47 работников шахты, осуществляющих трудовую деятельность на поверхности и не имеющих производственного контакта с вредными факторами, связанными с добычей хромовой руды. Все обследованные – лица мужского пола. Средний возраст работников группы наблюдения –  $43,7 \pm 8,5$  г. (в группе сравнения –  $38,9 \pm 8,4$  г.,  $p > 0,05$ ), средний стаж работы –  $19,6 \pm 6,1$  г. (в группе сравнения –  $17,3 \pm 4,7$  г.,  $p > 0,05$ ). Группы сопоставимы по социально-экономическому положению и основным факторам образа жизни: питание, курение, употребление алкоголя, двигательная активность ( $p > 0,05$ ). Исследование носило проспективный характер (2015–2017 гг.).

Санитарно-гигиеническая оценка условий труда проводилась по результатам анализа актов специальной оценки условий труда (СОУТ) и данных натурных исследований воздуха рабочей зоны в соответствии с действующими нормативными документами<sup>1</sup>.

Отбор пыли для определения фракционного состава производили на фильтры АФА-ВП-20-2. Определение взвешенных веществ выполнялось гравиметрическим методом<sup>2</sup>. Отбор проб для измерения массовой концентрации хрома в воздухе

<sup>1</sup> Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда / утв. главным государственным санитарным врачом РФ 29.07.2005 [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200040973> (дата обращения: 26.06.2018).

<sup>2</sup> МУК 4.1.2468-09. Измерение массовых концентраций пыли в воздухе рабочей зоны предприятий горнорудной и нерудной промышленности 2005 [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/898911988> (дата обращения: 26.06.2018).

рабочей зоны (ВРЗ) осуществляли на фильтры АФА-ХП-20.

Подготовку проб для анализа проводили методом «сухой» минерализации в муфельной печи и последующим растворением образовавшейся золы в азотной кислоте. Содержание хрома в пробах определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии (спектрофотометр AAnalyst-400, Perkin Elmer, США) в пламени «ацетилен – воздух» по стандартной методике<sup>3</sup>. Содержание хрома в крови определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ISP-MS)<sup>4</sup>. Содержание химических элементов измеряли с помощью масс-спектрометра Agilent 7500cx (Agilent Technologies Inc., США).

Оценка априорного профессионального риска для здоровья работников, занятых подземной добычей хромовой руды, осуществлялась на основании санитарно-гигиенической оценки условий труда в соответствии с Р 2.2.1766-03<sup>5</sup>.

В ходе углубленного клинического обследования изучался профессиональный маршрут, данные анамнеза с оценкой факторов образа жизни (наследственность, табакокурение, физическая активность), результаты функционального обследования работников групп наблюдения и сравнения. Объемы клинико-функционального обследования определялись в соответствии с Национальным стандартом РФ ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP)<sup>6</sup>, действующими протоколами и стандартами.

По результатам периодических медицинских осмотров и углубленного клинико-функционального обследования работников сравниваемых групп выполнен сопоставительный анализ распространенности основных классов болезней, в том числе сердечно-сосудистой патологии.

Расчет индекса Скибинской (ИС) проводили по формуле

$$ИС = 0,01 \cdot ЖЕЛ \cdot ЗД / ЧСС,$$

где ЖЕЛ – жизненная емкость легких (мл), определявшаяся на спирографе Schiller SP-10; ЗД –

время задержки дыхания (мин) при проведении пробы; ЧСС – частота сердечных сокращений (в мин), определявшаяся на электрокардиографе Schiller AT-10 plus.

Оценка вазомоторной функции эндотелия плечевой артерии в пробе эндотелийзависимой вазодилатации проводилась по модифицированной методике D.S. Celermajer et al. (1992), а оценка состояния экстракраниальных отделов брахиоцефальных артерий – по стандартной методике J.H. Stein et al. (2008). Оба исследования выполнены на ультразвуковом сканере экспертного класса Vivid q с использованием линейного датчика (4,0–13,0 МГц) [6, 16]. Эходоплерокардиографическое исследование сердца (ЭхоДКГ) проводилось на ультразвуковом сканере экспертного класса Vivid q с использованием секторного фазированного датчика (1,5–3,5 МГц). Измерение структурных и доплерографических параметров сердца выполнялось по стандартной методике [17, 18].

Программа санитарно-гигиенических и клинико-функциональных исследований была одобрена этическим комитетом ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (протокол № 2, 2015). Комплекс медико-биологических исследований проводился с соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинкской декларации (1983). Для проведения социологических, клинико-функциональных и лабораторных исследований у всех обследованных было получено предварительное добровольное информированное согласие.

Анализ информации выполнялся с помощью программы Statistica 6 и специальных программных продуктов с приложениями MS-Office. Проверка на нормальность распределения измеряемых переменных осуществлялась на основе теста Колмогорова – Смирнова. Для количественной характеристики исследуемых показателей использовали значения средней ( $M$ ) и ее ошибки ( $m$ ). Достоверность различий изучаемых показателей в сравниваемых группах ( $Mn \pm mn$  против  $Mk \pm mk$ ) устанавливали по критерию Стьюдента ( $t > 2,0$ ;  $p \leq 0,05$ ) [19, 20].

<sup>3</sup> М-01В/2011. Методика измерения массовой концентрации металлов в выбросах загрязняющих веществ в атмосферу и в воздухе рабочей зоны промышленных предприятий [Электронный ресурс] // МЕГАНОРМ: информационная система. – URL: <http://meganorm.ru/Data2/1/4293754/4293754051.htm> (дата обращения: 26.06.2018).

<sup>4</sup> Определение химических соединений и элементов в биологических средах: сборник методических указаний МУК 4.1.3056-13, 4.1.3057-13 МУК 4.1.3158-4.1.3161-14 МУК 4.1.3230-4.1.3233-14 [Электронный ресурс] / Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – URL: [http://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT\\_ID=5616](http://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=5616) (дата обращения: 26.06.2018); МУК 4.1.3230-14. Измерение массовых концентраций химических элементов в биосредах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой [Электронный ресурс] // МЕГАНОРМ: информационная система. – URL: <http://meganorm.ru/Index2/1/4293757/4293757318.htm> (дата обращения: 26.06.2018).

<sup>5</sup> Р 2.2.1766-03. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки [Электронный ресурс] // Охрана труда в России: информационный портал. – URL: [https://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/norma/246225/](https://ohranatruda.ru/ot_biblio/norma/246225/) (дата обращения: 26.06.2018).

<sup>6</sup> ГОСТ Р 52379-2005. Надлежащая клиническая практика: национальный стандарт Российской Федерации [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200041147> (дата обращения: 26.06.2018).

**Результаты и их обсуждение.** Анализ данных СОУТ группы наблюдения показал, что уровень эквивалентного шума на рабочих местах шахтеров составлял от 65,3–70,9 дБА (горнорабочий, горный мастер – 2-й класс условий труда) до 108,2–114,9 дБА (проходчик, бурильщик шпуров, машинист буровой установки – класс 3.4). Локальная вибрация на рабочих местах проходчика и бурильщика шпуров превышала предельно допустимый уровень (ПДУ–126 дБ) и достигала 135 дБ, а общая вибрация – 127 дБ (ПДУ – 115 дБ – класс 3.3). На рабочем месте машиниста скреперной лебедки уровень локальной вибрации составлял 127 дБ, а уровень общей вибрации – 116 дБ (класс 3.1). На всех рабочих местах шахтеров имела место пониженная температура воздуха (9 °С – класс 3.3). Региональная/общая физическая нагрузка и частое нахождение в неудобной (фиксированной) позе позволили отнести условия труда у проходчика, бурильщика шпуров, машиниста скреперной лебедки к классу 3.3, у горнорабочего, крепильщика, машиниста буровой установки – к классу 3.2, а у горного мастера – к классу 3.1. В целом условия труда на рабочих местах основных шахтерских профессий были квалифицированы как «вредные» и отнесены к классам 3.3–3.4 (табл. 1).

Результаты натурных исследований показали, что содержание взвешенных веществ (пыли) в ВРЗ проходчика, бурильщика шпуров, машиниста буровой установки, машиниста скреперной лебедки соответствовало классу условий труда 3.1, в то

время как запыленность на рабочих местах горнорабочего, крепильщика и горного мастера не превышала класса 2 (табл. 2).

Одновременно содержание хрома на рабочих местах группы наблюдения не превышало 0,002–0,012 мг/м<sup>3</sup> (среднесменная концентрация – менее 0,5 мг/м<sup>3</sup>; ПДУ – 1,0 мг/м<sup>3</sup>), что также соответствовало классу 2 (табл. 2, 3).

Содержание хрома в крови работников группы наблюдения достигало 0,0061 ± 0,0022 мкг/см<sup>3</sup>, в то время как в группе сравнения было существенно ниже и не превышало 0,0003 ± 0,0001 мкг/см<sup>3</sup> ( $p = 0,006$ ). Следует отметить, что содержание хрома в крови в группе наблюдения существенно превышало референтный уровень (0,0001 мкг/см<sup>3</sup>,  $p < 0,001$ ), что может быть связано с кумулирующим эффектом хрома, свойственным большинству металлов [12].

Изучение вклада различных вредных производственных факторов на рабочих местах шахтеров, проведенное согласно действующим нормативным документам<sup>1</sup>, показало ведущую роль физических факторов трудового процесса (производственный шум, вибрация в сочетании с пониженной температурой воздуха и тяжестью трудового процесса). На рабочих местах проходчика, бурильщика шпуров, машинистов буровой установки и скреперной лебедки дополнительным вредным фактором трудового процесса является воздействие пыли в сочетании с соединениями хрома, обладающих эффектом суммации негативных эффектов на уровне органов-мишеней.

Таблица 1

Общая оценка условий труда работников основных профессий, занятых шахтной добычей хромовой руды

Профессия	Класс условий труда по степени вредности и (или) опасности							
	химический фактор	шум ( $L_{экв}$ )	вибрация (общ.)	вибрация (лок.)	микро-климат	тяжесть труда	напряженность труда	общая оценка
Горнорабочий	2	2	–	–	3,3	3,2	1	3.3
Проходчик	2	3,4	3,2	3,3	3,3	3,3	1	3.4
Крепильщик	2	3,2	–	2	3,3	3,2	1	3.3
Бурильщик шпуров	2	3,4	3,2	3,3	3,3	3,3	1	3.4
Горный мастер	–	2	–	–	3,3	3,1	2	3.3
Машинист скреперной лебедки	2	3,3	3,1	3,1	3,3	3,3	1	3.4
Машинист буровой установки	2	3,4	2	2	3,3	3,2	1	3.4

Таблица 2

Результаты натурных исследований содержания взвешенных веществ и хрома в воздухе рабочей зоны работников основных профессий, занятых шахтной добычей хромовой руды

Точка отбора	Взвешенные вещества, мг/м <sup>3</sup>	Хром, мг/м <sup>3</sup>	Примечание
Рабочее место бурильщика шпуров, проходчика, машиниста скреперной лебедки, машиниста буровой установки	4,007 ± 0,962	< 0,0015	Измерения проводились после выполнения основных производственных операций: бурения, проходки, скреперования
Рабочее место горнорабочего	2,016 ± 0,484	0,012 ± 0,003	Измерения проводились после загрузки вагонов
Рабочее место крепильщика	0,704 ± 0,169	0,0034 ± 0,0008	Измерения проводились при выполнении основных производственных операций
Рабочее место горного мастера	0,443 ± 0,106	0,0020 ± 0,0005	Измерения проводились при выполнении основных производственных операций

Таблица 3

Оценка класса условий труда по степени вредности и (или) опасности химического фактора работников основных профессий, занятых шахтной добычей хромовой руды

Профессия	Среднесменные концентрации хрома на рабочих местах, мг/м <sup>3</sup>	ПДУ	Общая оценка класса условий труда по степени вредности и (или) опасности химического фактора
Горнорабочий	Менее 0,5	1,0	2
Проходчик	Менее 0,5	1,0	2
Крепильщик	Менее 0,5	1,0	2
Бурильщик шпуров	Менее 0,5	1,0	2
Горный мастер	–	1,0	1
Машинист скреперной лебедки	Менее 0,5	1,0	2
Машинист буровой установки	Менее 0,5	1,0	2

На всех рабочих местах представителей группы сравнения условия труда являлись допустимыми и соответствовали классу 2.

В ходе динамического анализа структуры заболеваемости работников изучаемых групп было установлено, что относительный риск развития у шахтеров болезней нервной системы (МКБ10: G00–G99), органа слуха (МКБ-10: H60–H95), верхних дыхательных путей (J30–J84) и эндокринной патологии (МКБ-10: E00–E07) в 2,8–5,0 раза превышал показатели группы сравнения ( $p < 0,001–0,02$ ), а диагностированные заболевания имели преимущественно высокую/очень высокую (53–72 %) или почти полную (>80 %) степень производственной обусловленности (табл. 4).

Особое место в структуре заболеваемости шахтеров занимали болезни сердечно-сосудистой системы (МКБ-10: I00–I99), диагностированные в течение 2015–2017 гг. у 66 работников группы наблюдения, что потребовало их трудоустройства на поверхности. Взамен трудоустроенных шахтеров на подземные работы были приняты молодые специалисты с минимальным стажем трудовой деятельности, чем объясняется снижение вновь выявленных случаев заболеваний сердечно-сосудистой системы: с 28,7 % в 2015 г. до 18,9 % в 2017 г. ( $p = 0,05$ ). В то же время относительный риск развития болезней сердечно-сосудистой системы у шахтеров основных специальностей в 2015–2016 гг. в два раза превышал показатель группы сравнения ( $p < 0,001$ ), а производственная обусловленность диагностированных заболеваний достигала 48–49 % (средняя степень) (табл. 4).

Для изучения особенностей формирования сердечно-сосудистой патологии у шахтеров, занятых добычей хромовой руды, проанализированы результаты функционального обследования. Расчет индекса Скибинской показал, что в группе наблюдения физиологический уровень интегрального показателя функционального состояния сердечно-сосудистой и дыхательной системы (30–60 усл. ед. и более) имели только 86,5 % обследованных, в то время как в группе сравнения – 100 % ( $p = 0,01$ ); у 13,5 % шахтеров этот показатель не превышал  $21,8 \pm 2,6$  усл. ед. ( $p = 0,03$  к физиологической норме), что свидетельствовало о существенном снижении функциональных

резервов кардиореспираторной системы. Сравнительный анализ индекса Скибинской у шахтеров, имеющих различный стаж работы, позволил установить, что у работников, занятых подземной добычей хромовой руды менее 10 лет, только в единичных случаях (2,4 %) его значение было ниже физиологического ( $26,3 \pm 2,8$  усл. ед.;  $p = 0,05$ ); в то время как у стажированных шахтеров выявлялось у каждого десятого (11,1 %), а его величина не превышала  $17,3 \pm 3,1$  усл. ед. ( $p = 0,02$  к группе со стажем менее 10 лет). В ходе исследования установлена зависимость снижения индекса Скибинской от концентрации хрома в крови ( $b_0 = -1,89$ ,  $b_1 = 1402,55$ ;  $R^2 = 0,55$ ;  $p \leq 0,001$ ).

В ходе ультразвукового исследования функционального состояния эндотелия сосудов было установлено, что в группе наблюдения количество шахтеров с низкой вазодилатацией периферических артерий более чем в 5 раз превышало соответствующий показатель группы сравнения (54,8 против 10,5 %,  $p < 0,001$ ), при этом среднегрупповой прирост диаметра плечевой артерии был на 25 % меньше ( $9,9 \pm 1,7$  % против  $13,7 \pm 1,3$  %,  $p = 0,001$ ), а коэффициент чувствительности артерий имел в 2,5 раза более низкие значения ( $0,08 \pm 0,02$  усл. ед. против  $0,20 \pm 0,06$  усл. ед. соответственно,  $p < 0,001$ ) (табл. 5).

При сопоставлении результатов оценки функционального состояния эндотелия у шахтеров, имеющих различный стаж работы, выявленные тенденции сохранялись: в группе наблюдения число лиц с неудовлетворительными результатами пробы при любом стаже работы было больше (48,3 и 69,2 % против 8,7 и 13,3 %;  $p = 0,002–0,003$ ), а степень функциональной несостоятельности эндотелия – выше ( $p = 0,004–0,01$ ) (табл. 6). Кроме того, обращал на себя внимание тот факт, что в группе наблюдения число лиц, имеющих неудовлетворительный показатель вазодилатации, при увеличении стажа работы возрастало более чем на 20 % (48,3 % – до 10 лет и 69,2 % – более 10 лет,  $p = 0,02$ ), а в группе сравнения – менее чем на 5 % (8,7 % – до 10 лет и 13,3 % – более 10 лет,  $p = 0,22$ ). В целом относительный риск развития функциональной несостоятельности эндотелия у шахтеров, имеющих стаж менее 10 лет, был более чем в 8 раз

Таблица 4

## Анализ распространенности основных классов болезней у работников сравниваемых групп

Класс заболевания (МКБ-10)	Период наблюдения	Группа		Относительный риск развития патологии у работников группы наблюдения ( $p \leq 0,05$ )	DI	Степень производственной обусловленности патологии у работников группы наблюдения		Достоверность различий частоты регистрации патологии в сравниваемых группах ( $p < 0,05$ )
		наблюдения (%)	сравнения (%)			EF %	качественная оценка	
Болезни нервной системы (G00–G99)	2015	19,5	10,6	1,84	0,61–5,52	45	Средняя	<0,001
	2016	28,7	10,6	2,70	1,11–6,60	62	Высокая	
	2017	54,0	14,8	3,63	1,99–6,60	72	Очень высокая	
	2015–2017	34,1 ± 4,4	12,0 ± 6,0	2,72 ± 2,22	2,91–7,14	59,2 ± 33,9	–	
Болезни сердечно-сосудистой системы (I00–I99)	2015	28,7	14,8	1,93	0,85–4,36	48	Средняя	<0,001
	2016	37,9	19,1	1,98	1,03–3,82	49	Средняя	
	2017	18,9	13,6	0,72	0,26–1,95	47	Средняя	
	2015–2017	28,5 ± 9,5	15,8 ± 7,2	1,54 ± 0,71	1,20–2,18	48,0 ± 2,5	Средняя	
Болезни опорно-двигательного аппарата (M00–M99)	2015	13,7	10,6	1,30	0,17–9,8	22	Малая	0,18
	2016	16,0	10,4	1,51	0,40–5,79	33	Средняя	
	2017	19,5	10,5	1,84	0,61–5,52	45	Средняя	
	2015–2017	16,4 ± 7,3	10,5 ± 0,3	1,55 ± 0,68	0,95–2,51	33,3 ± 11,5	–	
Болезни органов слуха (H90)	2015	13,7	6,3	2,16	0,49–9,62	53	Высокая	0,015
	2016	12,6	2,1	5,94	0,78–45,43	83	Почти полная	
	2017	16,1	2,1	7,56	1,21–47,44	86	Почти полная	
	2015–2017	14,1 ± 4,5	3,5 ± 2,4	5,22 ± 2,77	1,88–8,53	74,0 ± 45,3	–	
Эндокринные болезни (E00–E07)	2015	13,6	4,4	2,97	0,55–6,22	66	Высокая	0,020
	2016	14,9	4,2	3,51	0,74–16,53	71	Очень высокая	
	2017	13,4	4,1	3,11	0,68–15,18	69	Очень высокая	
	2015–2017	14,0 ± 2,0	4,2 ± 0,4	3,20 ± 0,70	1,44–9,21	68,7 ± 6,3	Очень высокая	
Болезни ВДП (J30–J84)	2015	8,0	6,3	1,27	0,34–4,62	62	Высокая	0,024
	2016	12,6	2,1	5,94	0,79–44,62	83	Почти полная	
	2017	6,8	2,1	3,24	0,40–26,13	69	Очень высокая	
	2015–2017	9,1 ± 3,1	3,5 ± 2,4	3,48 ± 2,35	1,11–6,60	71,3 ± 26,6	–	

Таблица 5

## Результаты исследования эндотелийзависимой вазодилатации у работников сравниваемых групп

Реакция плечевой артерии	Группа		Достоверность различий ( $p < 0,05$ )
	наблюдения	сравнения	
Прирост диаметра $\geq 10$ %	45,24	89,47	<0,001
Прирост диаметра $< 10$ %	54,76	10,53	0,001
Относительный прирост диаметра плечевой артерии, %	9,9 ± 1,7	13,7 ± 1,3	0,001
Коэффициент чувствительности плечевой артерии, усл. ед.	0,08 ± 0,02	0,20 ± 0,06	<0,001

Таблица 6

## Результаты исследования эндотелийзависимой вазодилатации у работников сравниваемых групп, имеющих различный стаж работы

Реакция плечевой артерии	Стаж менее 10 лет		Достоверность различий между группами ( $p<0,05$ )	Стаж более 10 лет		Достоверность различий между группами ( $p<0,05$ )
	группа			группа		
	наблюдения	сравнения		наблюдения	сравнения	
Прирост диаметра $\geq 10$ %	51,7	91,3	<b>0,002</b>	30,8	86,7	<b>0,003</b>
Прирост диаметра $< 10$ %	48,3	8,7	<b>0,002</b>	69,2	13,3	<b>0,003</b>
Относительный прирост диаметра плечевой артерии, %	$10,7 \pm 2,0$	$14,9 \pm 1,7$	<b>0,002</b>	$8,2 \pm 3,2$	$11,9 \pm 1,8$	<b>0,04</b>
Коэффициент чувствительности плечевой артерии, усл. ед.	$0,10 \pm 0,02$	$0,20 \pm 0,07$	<b>0,01</b>	$0,06 \pm 0,04$	$0,22 \pm 0,10$	<b>0,004</b>

выше, чем в аналогичной группе сравнения ( $OR = 8,6$ ;  $DI = 4,69-11,32$ ;  $p = 0,02$ ); при увеличении стажа подземной работы более 10 лет – он увеличивался практически еще в два раза ( $OR = 14,7$ ;  $DI = 8,13-21,71$ ;  $p = 0,04$ ). Установлена зависимость снижения показателей функциональной активности эндотелия – от концентрации в крови хрома ( $b_0 = 2,67-4,16$ ;  $b_1 = 894,33-1129,87$ ;  $R^2 = 0,47-0,53$ ;  $p \leq 0,001$ ).

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о более выраженном снижении активности эндотелийзависимых механизмов регуляции сосудистого тонуса у  $\frac{2}{3}$  шахтеров уже через 10 лет работы по специальности и являются основанием для неблагоприятного прогноза раннего ремоделирования сосудистой стенки и последующего развития сердечно-сосудистой патологии [16, 21].

По данным ультразвукового исследования экстракраниальных брахиоцефальных артерий установлено, что атеросклеротические изменения сосудистой стенки у работников группы наблюдения регистрировались в два раза чаще, чем в группе сравнения (46,5 % против 23,7,  $p = 0,03$ ), а толщина комплекса интима-медиа была достоверно больше ( $0,74 \pm 0,05$  мм против  $0,63 \pm 0,05$ ,  $p = 0,003$ ) (табл. 7).

Следует отметить, что относительный риск развития атеросклеротических изменений сосудистой стенки у шахтеров, имеющих различный стаж работы, 3,5–3,8 раза превышал аналогичный в группе сравнения ( $OR = 3,5-3,8$ ;  $DI = 1,44-9,89$ ;  $p = 0,002-0,03$ ) (табл. 8).

В ходе анализа результатов ЭхоДКГ сердца установлено, что патологические изменения сердечной мышцы и клапанного аппарата регистрировались у шахтеров в 2,3 раза чаще, чем в группе сравнения (88,0 % против 38,9;  $p < 0,001$ ) и проявлялись в виде уплотнения створок аортального и митрального клапанов (60,0 % против 27,8;  $p < 0,001$ ), гипертрофии межжелудочковой перегородки (54,0 % против 22,2;  $p < 0,001$ ) и эксцентрической гипертрофии левого желудочка (40,0 % против 16,7;  $p = 0,01$ ) (табл. 9). В целом риск морфологической перестройки миокарда и клапанного аппарата был у работников группы наблюдения почти в 12 раз выше, чем в группе сравнения ( $OR = 11,7$ ;  $DI = 5,39-18,72$ ;  $p = 0,02$ ). Следует отметить, что возраст шахтеров с установленными признаками изменений сердечной мышцы и клапанного аппарата составлял  $40,6 \pm 2,7$  г., в то время как в группе сравнения был достоверно больше –  $48,9 \pm 1,4$  г. ( $p < 0,001$ ).

Таблица 7

Результаты ультразвукового исследования экстракраниальных брахиоцефальных артерий у работников сравниваемых групп

Состояние экстракраниальных брахиоцефальных артерий	Группа		Достоверность различий ( $p < 0,05$ )
	наблюдения	сравнения	
Отсутствие признаков атеросклероза, %	53,5	76,3	<b>0,03</b>
Признаки атеросклероза, %	46,5	23,7	<b>0,03</b>
Толщина комплекса интима-медиа, мм	$0,74 \pm 0,05$	$0,63 \pm 0,05$	<b>0,003</b>

Таблица 8

Результаты ультразвукового исследования экстракраниальных брахиоцефальных артерий у шахтеров, имеющих различный стаж работы

Состояние экстракраниальных брахиоцефальных артерий	Стаж менее 10 лет		Достоверность различий между группами ( <i>p</i> <0,05)	Стаж более 10 лет		Достоверность различий между группами ( <i>p</i> <0,05)
	группа			группа		
	наблюдения	сравнения		наблюдения	сравнения	
Отсутствие признаков атеросклероза, %	54,8	82,6	<b>0,004</b>	48,8	76,7	<b>0,04</b>
Признаки атеросклеро- за, %	45,2	17,4	<b>0,02</b>	51,2	23,3	<b>0,04</b>
Толщина комплекса ин- тима-медиа, мм	0,75 ± 0,06	0,59 ± 0,04	<b>&lt;0,001</b>	0,79 ± 0,09	0,61 ± 0,09	<b>0,01</b>

Таблица 9

Результаты эходоплерокардиографического исследования сердца у работников сравниваемых групп

Данные исследования	Группа		Достоверность различий между группами ( $p < 0,05$ )
	наблюдения	сравнения	
УЗ-признаков патологии не выявлено, %	12,0	61,1	<b>&lt;0,001</b>
Выявлены УЗ-признаки патологических изменений сердца, %	88,0	38,9	<b>&lt;0,001</b>
Уплотнение створок аортального и митрального клапанов, %	60,0	27,8	<b>&lt;0,001</b>
Гипертрофия межжелудочковой перегородки, %	54,0	22,2	<b>&lt;0,001</b>
Эксцентрическая гипертрофия левого желудочка, %	40,0	16,7	<b>0,01</b>
Мышечная масса левого желудочка, г	$227,1 \pm 15,3$	$189,7 \pm 23,6$	<b>0,01</b>
Индекс массы миокарда ЛЖ, г/м <sup>2</sup>	$113,7 \pm 7,2$	$100,1 \pm 9,9$	<b>0,03</b>

Результаты ЭхоДКГ свидетельствуют о том, что у шахтеров, занятых подземной добычей хромовых руд, сопряженной с сочетанным воздействием неблагоприятных физических и химических производственных факторов, достоверно чаще развиваются морфологические изменения миокарда и клапанного аппарата, определяющие неблагоприятный прогноз вероятности раннего развития сердечно-сосудистой патологии.

#### Выводы:

1. Существующие подходы к оценке условий труда работников, занятых подземной добычей хромовой руды, основаны преимущественно на изучении комплекса физических факторов трудового процесса и мало учитывают химическое воздействие.

2. У половины шахтеров, имеющих стаж работы по добыче хромовой руды менее 10 лет, определяется ранняя несостоятельность функциональной активности эндотелия, одного из ведущих промоторов сердечно-сосудистой патологии, а относительный риск ее развития до 8 раз превышает аналогичный у работников, не связанных с подземными условиями труда. У 10 % шахтеров, занятых подземной добычей хромовой руды и имеющих стаж профессиональной деятельности более 10 лет, наблюдается существенное снижение функциональных резервов кардиореспираторной системы.

3. Установлена прямая связь снижения функциональной активности эндотелия и адаптационных резервов кардиореспираторной системы с повышенным содержанием в крови шахтеров хрома.

4. Относительный риск развития атеросклеротических изменений сосудистой стенки, морфологической перестройки миокарда и клапанного аппарата у шахтеров, занятых подземной добычей хромовой руды, от 3,5 до 12,0 раза превышает аналогичный у персонала, не связанного с подземными условиями труда.

5. Для снижения уровня заболеваемости шахтеров хромовых шахт сердечно-сосудистой патологией и своевременной реализации комплекса профилактических мероприятий программы периодических осмотров работников должны включать: у шахтеров, имеющих стаж работы по специальности более 5 лет, оценку вазомоторной функции эндотелия плечевой артерии и расчет индекса Скибинской; при стаже более 10 лет – доплерографию брахиоцефальных артерий и ЭхоДКГ сердца.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Список литературы

1. Афанасова О.Е., Потеряева Е.Л., Верещагина Г.Н. Влияние условий труда на формирование артериальной гипертензии у работающих в условиях высокого профессионального риска // Медицина труда и промышленная экология. – 2010. – № 8. – С. 19–22.
2. Global strategy on Occupational health for all. The way to health at work: Recommendation of the Second Meeting of the WHO Collaborating Centres in Occupational Health. – Geneva, 1995. – 72 p.
3. Use of Carotid Ultrasound to Identify Subclinical Vascular Disease and Evaluate Cardiovascular Disease Risk: A Consensus Statement from the American Society of Echocardiography Carotid Intima-Media Thickness Task Force Endorsed by the Society for Vascular Medicine / J.H. Stein, C.E. Korcarz, R.T. Hurst, E. Lonn, C.B. Kendall, E.R. Mohler, S.S. Najjar, C.M. Rembold, W.S. Post // Journal of the American Society of Echocardiography. – 2008. – Vol. 21, № 3. – P. 93–111. DOI: 10.1016/j.echo.2007.11.011
4. Клинико-гигиенические аспекты риска развития и прогрессирования пылевой бронхолегочной патологии у работников различных отраслей экономики под воздействием производственных факторов риска / А.Б. Бакиров, С.Р. Мингазова, Л.К. Каримова [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 3. – С. 83–91. DOI: 10.21668/health.risk/2017.3.10
5. Проблема оценки нервно-психических перегрузок и перенапряжения в медицине труда / И.В. Бухтияров, О.И. Юшкова, С.А. Калинина, А.Г. Меркулова // Здоровье и безопасность на рабочем месте: материалы II Международного научного форума. – 2018. – С. 45–48.
6. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., Землянова М.А. Гигиеническая индикация последствий для здоровья при внешнесредовой экспозиции химических элементов. – Пермь: Книжный формат, 2011. – 532 с.
7. Научно-методические аспекты обеспечения гигиенической безопасности населения в условиях воздействия химических факторов / Г.Г. Онищенко, Ю.А. Рахманин, Н.В. Зайцева, М.А. Землянова [и др.]. – М.: МИГ «Медицинская книга», 2004. – 368 с.
8. Синода В.А. Гигиеническая оценка профиля и уровня профессионального риска у рабочих основных профессий вагоностроительного производства // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 2. – С. 52–61. DOI: 10.21668/health.risk/2015.2.07
9. Частота заболеваний сердечно-сосудистой системы у работников угольной промышленности / Н.И. Панев, О.Ю. Коротенко, В.В. Захаренков, Г.М. Шавцова, О.В. Матвеева, Е.В. Попова, Н.Я. Панева, Н.А. Евсеева, Р.Н. Панев // Медицина труда и промышленная экология. – 2016. – № 5. – С. 16–20.
10. Профессиональная патология: национальное руководство / под ред. Н.Ф. Измерова. – М.: ГОЭТАР-Медиа, 2011. – С. 345–346.
11. Труд и здоровье / Н.Ф. Измеров, И.В. Бухтияров, Л.В. Прокопенко [и др.]. – М.: Литература, 2014. – 416 с.
12. Мамырбаев А.А. Токсикология хрома и его соединений. – Актобе, 2012. – 284 с.
13. Оценка опасности воздействия на людей соединений хрома при добыче хромосодержащих руд и получении феррохрома / А.А. Узбеков, Е.Ж. Мамырбаев, С.А. Отаров, С.А. Ибраев, Н.З. Перепичко // Медицина и экология. – 2014. – Т. 70, № 1. – С. 24–27.
14. Митьковская Н.П., Радкевич Ж.И. Новый взгляд на причины развития сердечно-сосудистой патологии у шахтеров // Российские медицинские вести. – 2007. – Т. 12, № 3. – С. 19–28.
15. Титова Е.Я., Голубь С.А. Современные проблемы охраны здоровья работников крупного промышленного предприятия, работающих в условиях профессиональных вредностей // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 4. – С. 83–90. DOI: 10.21668/health.risk/2017.4.09
16. Лелюк В.Г., Лелюк С.Э. Ультразвуковая ангиология: практическое пособие. – 3-е изд., доп. и перераб. – М.: Реальное время, 2007. – 398 с.

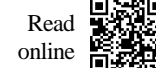


17. Васюк Ю.А., Копеева М.В., Корнеева О.Н. Рекомендации по количественной оценке структуры и функции камер сердца // Российский кардиологический журнал. – 2012. – Т. 17, № 3. – С. 1–28.
18. Фейгенбаум Х. Эхокардиография: пер. с англ. / под ред. В.В. Митькова. – 5-е изд. – М.: Видар, 1999. – 123 с.
19. Гланц С. Медико-биологическая статистика: пер. с англ. – М.: Практика, 1998. – 459 с.
20. Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. – М.: Статистика, 1977. – 356 с.
21. Евсеева Я.В., Курильская Т.Е., Рунович А.А. Ультразвуковое исследование вазодилатационных реакций эндотелия у больных сахарным диабетом 2-го типа, ассоциированным с ишемической болезнью сердца и артериальной гипертензией // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2005. – Т. 4, № 6–2. – С. 87–91.

*Оценка риска развития сердечно-сосудистой патологии у шахтеров, занятых подземной добычей хромовой руды / О.Ю. Устинова, Е.М. Власова, А.Е. Носов, В.Г. Костарев, Т.М. Лебедева // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 3. – С. 94–103. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.10*

UDC 622.87

DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.10.eng



## ASSESSMENT OF CARDIOVASCULAR PATHOLOGY RISK IN MINERS EMPLOYED AT DEEP CHROME MINES

**O.Yu. Ustinova<sup>1</sup>, E.M. Vlasova<sup>2</sup>, A.E. Nosov<sup>1,2</sup>, V.G. Kostarev<sup>3</sup>, T.M. Lebedeva<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Perm State University, 15 Bukireva Str., Perm, 614990, Russian Federation

<sup>2</sup>Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, 82 Monastyrskaya Str., Perm, 614045, Russian Federation

<sup>3</sup>Federal Service for Surveillance over Consumer Rights protection and Human Well-being, Perm regional office, 50 Kuybyshcheva Str., Perm, 614016, Russian Federation

<sup>4</sup>Perm State Medical University named after E.A. Wagner, 26 Petropavlovskaya Str., Perm, 614990, Russian Federation

*Deep mining is widely spread in Russia; therefore, preservation of labor resources employed in the sphere is a vital task. Workers who are employed at deep chrome mines are exposed to combined effects exerted by adverse occupational factors. These factors can either be common for deep mining, or they can be related to specific natural resources. Adverse risk factors cause higher risks that not only occupational, but also production-related diseases can emerge in miners. The authors performed a complex hygienic assessment of working conditions which exist in deep chrome mines. We detected that working conditions in mines could be characterized as "hazardous" and they belonged to 3–4 hazard category due to combined negative effects exerted by physical and chemical factors of the labor process. We also performed clinical and functional examination of 135 workers employed at a chrome mine. Our focus group was made up of 88 miners; the reference group included 47 workers employed at this mine who weren't exposed to adverse factors related to chrome ores mining. All the examined workers were males, aged 30–49, with their working experience ranging from 10 to 25 years. We revealed a failure in functional activity of the endothelium in half of miners whose working experience was shorter than 10 years; and relative risk of such failure was almost 8 times higher than for workers who didn't deal with deep chrome mining. 10 % miners who had been working at the mine for more than 10 years had a substantial decrease in functional reserves of their cardio-respiratory system. Relative risk of atherosclerotic changes in vascular walls, morphological changes in the cardiac muscle and the valve apparatus was from 3.5 to 12 times higher for miners than for workers who didn't deal with deep chrome mining. We detected a direct correlation between a decrease in functional activity of the endothelium and adaptation reserves of the cardio-respiratory system and increased chrome contents in miners' blood. Periodical medical examinations of workers should include functional and morphologic research performed on the cardiovascular system as it will help to reduce morbidity with cardiovascular-pathology among miners employed at deep chrome mines and to properly implement an overall set of preventive measures.*

**Key words:** risk assessment, chrome mining, production-related diseases, morphofunctional changes in the vessels, the cardiac muscle and the valve apparatus of the heart.

© Ustinova O.Yu., Vlasova E.M., Nosov A.E., Kostarev V.G., Lebedeva T.M., 2018

**Olga Yu. Ustinova** – Doctor of Medicine, Associate Professor, Head of Human Ecology and Life Safety Department (e-mail: [ustinova@fcrisk.ru](mailto:ustinova@fcrisk.ru); tel.: +7 (342) 236-32-64).

**Elena M. Vlasova** – Candidate of Medical Sciences, Head of Prevention Center (e-mail: [vlasovaem@fcrisk.ru](mailto:vlasovaem@fcrisk.ru); tel.: +7 (342) 236-87-60).

**Aleksandr E. Nosov** – Candidate of Medical Sciences, Head of In-patient hospital (Therapeutic Occupational pathology Department) (e-mail: [nosov@fcrisk.ru](mailto:nosov@fcrisk.ru); tel.: +7 (342) 236-87-80).

**Vitalii G. Kostarev** – Candidate of Medical Sciences, Chief State Sanitary inspector in Perm region, Head of Rospotrebnadzor office in Perm region (e-mail: [urpn@59.rospotrebnadzor.ru](mailto:urpn@59.rospotrebnadzor.ru); tel.: +7 (342) 239–35–63).

**Tatyana M. Lebedeva** – Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Public Health and Healthcare (e-mail: [rector@psma.ru](mailto:rector@psma.ru); tel.: +7 (342) 217-20-20).

## References

1. Afanasova O.E., Poteryaeva E.L., Vereshchagina G.N. Vliyaniye uslovii truda na formirovaniye arterial'noi gipertenzii u rabotayushchikh v usloviyakh vysokogo professional'nogo riska [Influence of work conditions on arterial hypertension formation in workers under high occupational risk]. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2007, no. 1, pp. 16–22 (in Russian).
2. Global strategy on Occupational health for all. The way to health at work: Recommendation of the Second Meeting of the WHO Collaborating Centres in Occupational Health. Geneva, 1995, 72 p.
3. Stein J.H., Korcarz C.E., Hurst R.T., Lonn E., Kendall C.B., Mohler E.R., Najjar S.S., Rembold C.M., Post W.S. Use of Carotid Ultrasound to Identify Subclinical Vascular Disease and Evaluate Cardiovascular Disease Risk: A Consensus Statement from the American Society of Echocardiography Carotid Intima-Media Thickness Task Force Endorsed by the Society for Vascular Medicine. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 2008, vol. 21, no. 3, pp. 93–111. DOI: 10.1016/j.echo.2007.11.011
4. Bakirov A.B., Mingazova S.R., Karimova L.K., Serebryakov P.V., Mukhammadieva G.F. Risk of dust bronchopulmonary pathology development in workers employed in various economic branches under impacts exerted by occupational risk factors: clinical and hygienic aspects. *Health Risk Analysis*, 2017, no. 3, pp. 83–91. DOI: 10.21668/health.risk/2017.3.10.eng (in Russian).
5. Bukhtiyarov I.V., Yushkova O.I., Kalinina S.A., Merkulova A.G. Problema otsenki nervno-psikhicheskikh peregruzok i perenapryazheniya v meditsine truda [The problem of evaluation of neuropsychic overloads and overstrain in occupational health]. *Zdorov'e i bezopasnost' na rabochem meste: materialy II Mezhdunarodnogo nauchnogo foruma*, 2018, pp. 45–48 (in Russian).
6. Onishchenko G.G., Zaitseva N.V., Zemlyanova M.A. Gigienicheskaya indikatsiya posledstviy dlya zdorov'ya pri vneshnesredovoi ekspozitsii khimicheskikh elementov [Hygienic indication of consequences for health under exposure to chemicals contained in the environment]. Perm', Knizhnyi format Publ., 2011, 532 pp. (in Russian).
7. Onishchenko G.G., Rakhmanin Yu.A., N Zaitseva V., Zemlyanova M.A. [et al.]. Nauchno-metodicheskie aspekty obespecheniya gigienicheskoi bezopasnosti naseleniya v usloviyakh vozdeistviya khimicheskikh faktorov [Scientific and methodological aspects related to providing hygienic safety for population under exposure to chemical factors]. Moscow, MIG «Meditsinskaya kniga», 2004, 368 p. (in Russian).
8. Synoda V.A. Hygienic estimation of the structure and level of the professional risk of main professions in production of railway coaches. *Health Risk Analysis*, 2015, no. 2, pp. 52–61. DOI: 10.21668/health.risk/2015.2.07.eng (in Russian).
9. Panev N.I., Korotenko O.Yu., Zakharenkov V.V., Shavtsova G.M., Matveeva O.V., Popova E.V., Paneva N.Ya., Evseeva N.A., Panev R.N. Chastota zabolevaniy serdechno-sosudistoi sistemy u rabotnikov ugol'noi promyshlennosti [Frequency of cardiovascular diseases in the workers of the coal industry]. *Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya po problemam gigeny, meditsiny truda, ekologii cheloveka: materialy 51-i nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem*. Novokuznetsk, FGBNU «Nauchno-issledovatel'skii institut kompleksnykh problem gigeny i professional'nykh zabolevaniy» Publ., 2016, pp. 108–112 (in Russian).
10. Professional'naya patologiya: natsional'noe rukovodstvo [Occupational pathology: national guide]. In: N.F. Izmerov ed. Moscow, GOETAR-Media, 2011, pp. 345–346 (in Russian).
11. Izmerov N.F., Bukhtiyarov I.V., Prokopenko L.V. [et al.]. Trud i zdorov'e [Labor and health]. Moscow, Literatura Publ., 2014, 416 p. (in Russian).
12. Mamyrbayev A.A. Toksikologiya khroma i ego soedinenii [Toxicology of chrome and its compounds]. Aktobe, 2012, 284 p. (in Russian).
13. Uzbekov A.A., Mamyrbayev E.Zh., Otarov S.A., Ibraev S.A., Perepichko N.Z. Otsenka opasnosti vozdeistviya na lyudei soedinenii khroma pri dobyche khromsoderzhashchikh rud i poluchenii ferrokhroma [Assessment of risk of exposure to human of the chromium compounds during chromium ore mining and ferrochromium gaining]. *Meditsina i ekologiya*, 2014, vol. 70, no. 1, pp. 24–27 (in Russian).
14. Mit'kovskaya N.P., Radkevich Zh.I. Novyi vzglyad na prichiny razvitiya serdechno-sosudistoi patologii u shakhterov [The new concept of cardio-vascular pathology at miners]. *Rossiiskie Meditsinskie Vesti*, 2007, vol. 12, no. 3, pp. 19–28 (in Russian).
15. Titova E.Ya., Golub' S.A. Contemporary problems of health protection for workers employed at a large industrial enterprise and working under occupational hazards. *Health Risk Analysis*, 2017, no. 4, pp. 83–90. DOI: 10.21668/health.risk/2017.4.09.eng (in Russian).
16. Lelyuk V.G., Lelyuk S.E. Ul'trazvukovaya angiologiya. Prakticheskoe posobie [Ultrasound angiology. Practical guide]. The third edition. Moscow, Real'noe vremya Publ., 2007, 398 p. (in Russian).
17. Vasyuk Yu.A., Kopeeva M.V., Korneeva O.N. Rekomendatsii po kolichestvennoi otsenke struktury i funktsii kamer serdtsa [Recommendations on quantitative assessment of heart chambers structure and functions]. *Rossiiskii kardiologicheskii zhurnal*, 2012, vol. 17, no. 3, pp. 1–28 (in Russian).
18. Feigenbaum Kh. Ekhokardiografiya [Cardiac ultrasound]. In: V.V. Mit'kova ed. Moscow, Vidar Publ., 1999, 123 p. (in Russian).
19. Glants S. Mediko-biologicheskaya statistika [Medical and biological statistics]. Moscow, Praktika Publ., 1998, 459 p. (in Russian).
20. Chetyrkin E.M. Statisticheskie metody prognozirovaniya [Statistical prediction techniques]. Moscow, Statistika Publ., 1977, 356 p. (in Russian).
21. Evseeva Ya.V., Kuril'skaya T.E., Runovich A.A. Ul'trazvukovoe issledovanie vazodilatsionnykh reaktsii endoteliya u bol'nykh sakharnym diabetom 2 tipa, assotsirovannym s ishemiceskoi boleznyu serdtsa i arterial'noi gipertoniei [Ultrasound assessment of vasodilatory endothelial reactions in patients with Type 2 diabetes mellitus, associated with coronary heart disease and arterial hypertension]. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*, 2005, vol. 4, no. 6–2, pp. 87–91 (in Russian).

Ustinova O.Yu., Vlasova E.M., Nosov A.E., Kostarev V.G., Lebedeva T.M. Assessment of cardiovascular pathology risk in miners employed at deep chrome mines. *Health Risk Analysis*, 2018, no. 3, pp. 94–103. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.10.eng

Получена: 25.08.2018

Принята: 28.08.2018

Опубликована: 30.09.2018