

© Сюрин С.А., 2024
УДК 613.6(470.21)02.05.2024

Профессиональная патология горняков подземных рудников Кольского полуострова (14-летнее лонгитудинальное обсервационное исследование)

С.А. Сюрин

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора,
2-я Советская ул., д. 4, г. Санкт-Петербург, 191036, Российская Федерация

Резюме

Введение. Особенности профессиональной патологии горняков подземных рудников различных специальностей остаются недостаточно изученными.

Цель исследования: получение данных о времени развития, нозологии и распространенности профессиональной патологии горняков подземных рудников для ее более эффективной профилактики.

Материалы и методы. Началом исследования послужили данные периодического медицинского осмотра 4502 горняков в 2007 г. Далее у них были отслежены все случаи профессиональной патологии в 2008–2021 гг. Для статистического анализа применены программное обеспечение Microsoft Excel 2016 и EpiInfo, v. 6.04d. Определялись критерии Стьюдента и согласия, относительный риск, 95 % доверительный интервал, коэффициенты корреляции Пирсона и аппроксимации.

Результаты. В 2008–2021 гг. диагностировано 995 заболеваний у 393 из 4502 (8,7 %) горняков. Важнейшими причинами развития патологии были повышенная тяжесть труда (60,1 %) и шум (16,6 %), а преобладали в ее структуре радикулопатия (20,7 %), вибрационная болезнь (20,1 %) и нейросенсорная тугоухость (16,6 %). Минимальный период развития заболеваний отмечался у проходчиков (21,2 ± 0,9 года), максимальное число заболеваний у одного работника – у горнорабочих очистного забоя (3,64 ± 0,26 случая). Наибольшие уровни заболеваемости установлены у бурильщиков (625,0 случая / 10 000 работников), люковых (542,9), горнорабочих очистного забоя (522,6). Наибольшая доля работников, у которых сформировались заболевания, определялась у бурильщиков: 32,5 %. Выявлены значительные различия заболеваемости у горняков разных специальностей (до 34,5 раза) и с одинаковым классом условий труда (до 22,9 раза).

Заключение. Получены новые данные для усовершенствования профилактики профессиональных заболеваний на основе учета специальности горняка, исходного состояния здоровья, вида, интенсивности и длительности действия факторов риска. В настоящее время приоритетом является профилактика болезней костно-мышечной системы у горняков с высоким уровнем заболеваемости (более 400 случаев / 10 000 работников).

Ключевые слова: подземные рудники, условия труда, риски здоровью, профессиональные болезни.

Для цитирования: Сюрин С.А. Профессиональная патология горняков подземных рудников Кольского полуострова (14-летнее лонгитудинальное обсервационное исследование) // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 5. С. 42–52. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-5-42-52

Occupational Diseases in Underground Miners of the Kola Peninsula: A 14-Year Longitudinal Observational Study

Sergei A. Syurin

North-West Public Health Research Center, 4, 2nd Sovetskaya Street, Saint Petersburg, 191036, Russian Federation

Summary

Introduction: Characteristics of occupational diseases in underground miners of various specialties remain poorly studied.

Objective: To collect data on the latency, types, and incidence of occupational diseases in underground miners to improve their prevention.

Materials and methods: In 2007, 4,502 miners passed periodic medical examinations and were then followed up for occupational diseases in 2008–2021. Microsoft Excel 2016 and Epi Info, v. 6.04d were used for statistical analyses, including Student's *t* and χ^2 tests, calculations of relative risks, 95 % confidence intervals, Pearson correlation and approximation coefficients.

Results: In 2008–2021, 995 occupational diseases were first diagnosed in 393 (8.7 %) out of 4,502 underground miners. Increased physical heaviness of work and noise appeared to be the major workplace risk factors accounting for 60.1 % and 16.6 % of all incident cases, among which those of radiculopathy (20.7 %), vibration disease (20.1 %), and sensorineural hearing loss (16.6 %) prevailed. The shortest latency period of an occupational disease was noted in tunnellers (21.2 ± 0.9 years) while the maximum number of diseases per worker was registered among breakage face miners (3.64 ± 0.26 cases). The highest occupational disease incidence rates were found in drillers (625.0), ore loaders (542.9), and breakage face miners (522.6 cases per 10,000 workers). The largest proportion of workers who developed a work-related disease (32.5 %) was noted among the drillers. Significant differences in incidence rates were established among miners of different specialties (up to 34.5 times) and those with the same class of working conditions (up to 22.9 times).

Conclusion: New data have been obtained to improve occupational disease prevention based on the miner's job, pre-employment health status, type, intensity and duration of exposure to risk factors. Currently, prevention of musculoskeletal disorders in miners with high incidence rates of these diseases (> 400 cases per 10,000 workers) is a priority.

Keywords: underground mines, working conditions, health risks, occupational diseases

Cite as: Syurin SA. Occupational diseases in underground miners of the Kola Peninsula: A 14-year longitudinal observational study. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(5):42–52. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-5-42-52

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-5-42-52>
Original Research Article

Введение. Известно, что вредные и опасные условия труда при подземной добыче рудного сырья создают максимально высокие риски здоровью для занятых в этой отрасли работников [1, 2]. Они обусловлены повышенной тяжестью трудовых процессов, воздействием локальной и общей вибрации, шума, аэрозолей преимущественно фиброгенного действия, химических соединений всех классов опасности, неблагоприятными параметрами микроклимата рабочих мест, а также частым неблагоприятным сочетанием этих факторов [3–5]. Как показывают гигиенические исследования, модернизация технологий добычи рудного сырья, а также средств индивидуальной и коллективной защиты работников уменьшает, но не ликвидирует воздействие вышеуказанных вредных производственных факторов [6]. Потенциал медицинских оздоровительных и профилактических мероприятий также ограничен и не позволяет пока сохранять здоровье горняков в течение их трудовой карьеры. В результате в Российской Федерации уровень профессиональной заболеваемости при подземной добыче рудного сырья стабильно превышает показатели во всех других видах экономической деятельности¹, включая его добычу открытым способом [3].

В Мурманской области добыча апатит-нефелиновых и медно-никелевых руд, осуществляемая в настоящее время преимущественно подземным способом, является важнейшей отраслью экономики. Несмотря на то что в последние годы в ней было занято только 5–7 тысяч работников из около 400 тыс. трудоустроенного населения области², на них ежегодно приходится более половины всех впервые зарегистрированных в регионе случаев профессиональной патологии [7, 8].

Трудности сохранения здоровья горняков, характерные в целом для горнодобывающей отрасли, в Арктике усугубляются действием на организм человека дополнительных вредных климатических факторов. Это длительные периоды низких температур воздуха, напряженность электромагнитного поля ионосферы, резкие изменения атмосферного давления, нарушения сезонной фотопериодичности и др. Оказывая дополнительную нагрузку на эндокринную, дыхательную, сердечно-сосудистую системы организма [9–11], они способны модифицировать действие вредных производственных факторов [12]. Кроме того, на северных рудниках имеют место худшие условия труда по запыленности, параметрам микроклимата и другим факторам, по сравнению с предприятиями, расположенными в более комфортных климатических условиях [13–16]. Такое комбинированное влияние вредных производственных и неблагоприятных климатических факторов может приводить к более раннему

и частому формированию профессиональной патологии, чем в целом в России [17, 18].

В этой связи все более активное освоение природных богатств Арктики повышает требования к мероприятиям по предупреждению профессиональных заболеваний горняков подземных рудников, особенно учитывая увеличивающийся дефицит трудовых ресурсов в регионе [19, 20]. Новизна данного исследования заключается в установлении временных, нозологических и частотных особенностей профессиональной патологии у горняков различных специальностей при воздействии ряда вредных производственных факторов различной интенсивности.

Цель исследования состояла в получении новых данных о времени развития, нозологии и распространенности профессиональной патологии у горняков подземных рудников различных специальностей для ее более эффективной дальнейшей профилактики.

Материалы и методы. Выполнено 14-летнее лонгитудинальное обсервационное исследование, в котором данные периодического медицинского осмотра 4502 горняков подземных рудников в 2007 г. были приняты за исходную точку исследования. Далее отслежены все впервые выявленные профессиональные заболевания за последующие 14 лет (конечная точка исследования – 2021 г.). Сведения об общих и профессиональных заболеваниях горняков получены в Научно-исследовательской лаборатории ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора (является Мурманским областным центром профессиональной патологии). Эта информация была дополнена данными реестра выписок из карт учета профессионального заболевания³.

Условия труда на рудниках определялись по результатам аттестации рабочих мест⁴ (до 2014 года), специальной оценки условий труда⁵ и внутреннего производственного контроля. Для оценки профессиональной заболеваемости были использованы следующие уровни: менее 100, 100–400 и более 400 случаев / 10 000 работников, учитывая, что показатель 100 случаев / 10 000 работников близок к среднему уровню профессиональной заболеваемости при подземной добыче рудных ископаемых в России в 2013–2017 годах [6].

Для статистического анализа полученных результатов были применены программное обеспечение Microsoft Excel 2016 и программа Epi Info, v. 6.04d. Определялись *t*-критерий Стьюдента, относительный риск (ОР) и 95 % доверительный интервал (95 % ДИ), критерий согласия (χ^2), коэффициент корреляции Пирсона (*r*) с оценкой по шкале Чеддока. Соответствие трендовой модели исходным данным считалось при коэффициенте аппроксимации

¹ О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2021 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2022. 340 с.

² Мурманская область в цифрах / Федеральная служба государственной статистики, Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Мурманской области. Мурманск, 2022. 126 с.

³ в соответствии с Приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 28.05.2001 № 176.

⁴ Постановление Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 14 марта 1997 года №12 «О проведении аттестации рабочих мест по условиям труда» (утратил силу по Приказу Минздравсоцразвития РФ от 27.08.2008 № 454Н).

⁵ Федеральный закон № 426-ФЗ от 28 декабря 2013 г. «О специальной оценке условий труда». [Электронный ресурс.] Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156555/ (дата обращения: 15.03.2024).

(R^2) более 0,500. Числовые данные представлены как абсолютные и процентные значения, среднее арифметическое и его стандартная ошибка ($M \pm m$). Значимость нулевой гипотезы была критической при $p < 0,05$.

Результаты. Все горняки, осуществлявшие подземные работы, подвергались воздействию вредных производственных факторов. Итоговый класс вредности на рабочих местах машиниста буровой установки, проходчика, горнорабочего очистного забоя / горнорабочего подземного определялся как 3.3–3.4. У взрывника, дробильщика, машиниста вибропогрузочной установки, крепильщика условия труда соответствовали классу 3.3. У люковой⁶, машиниста подземного электровоза, погрузочно-доставочной, подземной самоходной машины, раздатчика взрывчатого материала, электрогазосварщика, электрослесаря, слесаря-ремонтника, горного мастера, условия труда оценивались как 3.2, а у стволового, ламповщика, машиниста подъемной машины, горнорабочего на геологических и маркшейдерских работах – как 3.1. Наиболее частыми вредными факторами были тяжесть труда, шум, локальная и общая вибрация, вредные химические вещества и их сочетанное действие. Вследствие сходных геологических и микроклиматических условий апатитовых и медно-никелевых подземных рудников, а также использования сходных марок горной техники, условия труда и класс их вредности при добыче двух видов рудного сырья не имели существенных различий. Класс условий труда горняков всех специальностей, определенный в 2007 г., в течение последующих 14 лет не изменялся.

В 2007 г. средний возраст работников составил $38,1 \pm 0,2$ года, а трудовой стаж в горнодобывающей промышленности – $10,5 \pm 0,2$ года. Среди горняков было 4002 (89,3 %) мужчины и 478 (10,7 %) женщин. Медицинский осмотр прошли 907 (20,1 %) слесарей (электрослесарей), 338 (7,5 %) машинистов подземного электровоза, 274 (6,1 %) взрывника, 253 (5,6 %) проходчика, 245 (5,5 %) электрогазосварщиков, 225 (5,0 %) машинистов погрузочно-доставочной машины, 212 (4,7 %) горнорабочих подземных, 163 (3,6 %) крепильщика, 145 (4,1 %) горных мастеров и еще 1740 работников других специальностей.

По итогам осмотра практически здоровыми были признаны 675 (15,0 %) работников, а у 3827 (85,0 %) горняков были выявлены 11 289 случаев хронических непрофессиональных заболеваний. Их число варьировало у одного работника от одного до тринадцати, составляя $2,95 \pm 0,04$ заболевания. Между возрастом и числом заболеваний существовала умеренная корреляция ($r = 0,430$), между стажем работы на предприятии и числом заболеваний – средняя ($r = 0,504$). Высокая степень корреляции ($r = 0,754$) между возрастом горняков и стажем работы на предприятии позволяла связывать изменения их здоровья именно с условиями труда при добыче рудного сырья.

Выявленные нарушения здоровья распределены по пятнадцати классам МКБ 10. Те восемь из них, которые могли бы влиять на формирование профессиональной патологии, представлены в табл. 1. Наиболее часто диагностировались болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани. Болезни системы кровообращения, органов дыхания, эндокринной системы выявлялись в 2–6 раз реже. Доли болезней нервной системы, кожи, уха, новообразований были менее 5 % каждая.

Наиболее распространенными нозологическими формами непрофессиональных заболеваний, имевших потенциальную связь с развитием профессиональной патологии, были остеохондроз позвоночника ($n = 551$), остеоартроз ($n = 381$), ожирение ($n = 307$), люмбагия ($n = 303$), варикозная болезнь нижних конечностей ($n = 287$), артралгия ($n = 282$), искривление перегородки носа с нарушением функции дыхания ($n = 277$).

В 2008–2021 гг. у 393 (8,7 %) из 4502 горняков, прошедших медицинский осмотр в 2007 г., были впервые диагностированы 995 профессиональных заболеваний, или $2,53 \pm 0,05$ случая у одного работника. В число этих горняков вошли 390 (99,2 %) мужчин и 3 (0,8 %) женщины. Их средний возраст был $52,1 \pm 0,3$ года, а трудовой стаж на руднике – $25,3 \pm 0,4$ года. Средний годовой показатель профессиональной заболеваемости горняков составил 157,9 на 10 000 работников.

Ежегодное число впервые диагностированных профессиональных заболеваний колебалось в широких границах от 36 (2020 г.) до 132 случаев (2012 г.), а число работников с установленной

Таблица 1. Структура непрофессиональной патологии горняков подземных рудников, случаи (%)

Table 1. The structure of non-occupational diseases in the underground miners, cases (%)

Класс болезней / Disease category	Число и доля (%) / Cases, n (%)
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани / Diseases of the musculoskeletal system and connective tissue	3545 (31,4)
Болезни системы кровообращения / Diseases of the circulatory system	1389 (12,3)
Болезни органов дыхания / Diseases of the respiratory system	971 (8,6)
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ / Endocrine, nutritional and metabolic diseases	564 (5,0)
Болезни нервной системы / Diseases of the nervous system	384 (3,4)
Болезни кожи и подкожной клетчатки / Diseases of the skin and subcutaneous tissue	327 (2,9)
Болезни уха и сосцевидного отростка / Diseases of the ear and mastoid process	294 (2,6)
Новообразования / Neoplasms	271 (2,4)

⁶ Люковой – это рабочий, осуществляющий погрузку горной массы из люков и ее перемещение на различных этапах производственного процесса (операции: дробление негабаритов, ликвидация зависаний в выпускных окнах и др.). Подвергается воздействию повышенной тяжести труда, шума, локальной вибрации, химических веществ [3].

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-5-42-52>
Original Research Article

профессиональной патологией – от 13 (2020 г.) до 42 (2010 г.) человек (рис. 1). В течение 14 лет наиболее высокие значения обоих показателей отмечались в 2012–2014 гг. Они имели тенденцию к снижению (то есть $R^2 < 0,5000$), более выраженную для числа работников с профессиональной патологией ($R^2 = 0,3972$), чем числа профессиональных заболеваний ($R^2 = 0,2434$).

Ежегодные показатели профессиональной заболеваемости горняков, рассчитанные с учетом уменьшения численности когортной группы, варьировали от 140,6 (2020 г.) до 347,4 (2012 г.) на 10 000 работников, в целом в течение четырнадцати лет они не демонстрировали тенденции ни к снижению, ни к повышению ($R^2 = 0,0447$).

В 60,1 % случаев формирование профессиональных заболеваний было обусловлено повышенной тяжестью трудовых процессов. Значимыми этиологическими факторами (10,9–13,8 %) также были шум, общая и локальная вибрация. Удельный вес химических соединений и аэрозолей фиброгенного действия не превышал 5 %. Важнейшим обстоятельством возникновения профессиональных заболеваний (почти две трети случаев) являлось несовершенство

технологических процессов. Меньшее значение имели несовершенство рабочих мест и конструктивные недостатки различного оборудования. Несοвершенство санитарно-технических установок, отступление от технологического регламента и нарушения правил техники безопасности признавались обстоятельствами развития профессиональной патологии только в единичных случаях.

Изучены особенности влияния отдельных вредных производственных факторов на формирование профессиональной патологии. Повышенная тяжесть трудовых процессов вызывала преимущественно (76,0 %) нарушения костно-мышечной системы. Наиболее распространенными из них были радикулит (n = 189) и остеоартроз суставов (n = 158). Остальные 24,0 % приходились на долю болезней нервной системы, а именно – моно- и полинейропатии (n = 144). Экспозиция к шуму (n = 138) была причиной нейросенсорной тугоухости, а к аэрозолям фиброгенного действия (n = 4) – хронического бронхита. Общая и локальная вибрация главным образом (85,6 %) обуславливала развитие вибрационной болезни (n = 201) и значительно реже – болезнью нервной и костно-мышечной систем (по 7,2 %). Аэрозоли

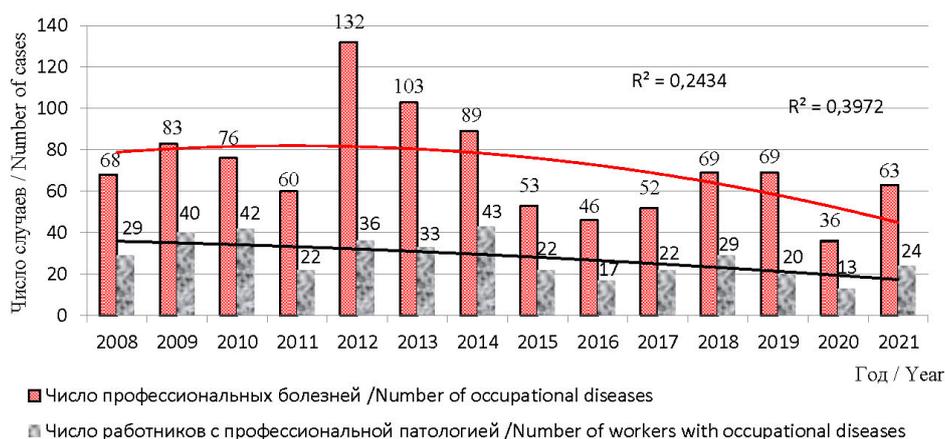


Рис. 1. Ежегодное число впервые установленных профессиональных заболеваний и работников с профессиональной патологией в 2008–2021 гг.

Fig. 1. Annual numbers of incident occupational diseases and workers with occupational diseases in 2008–2021

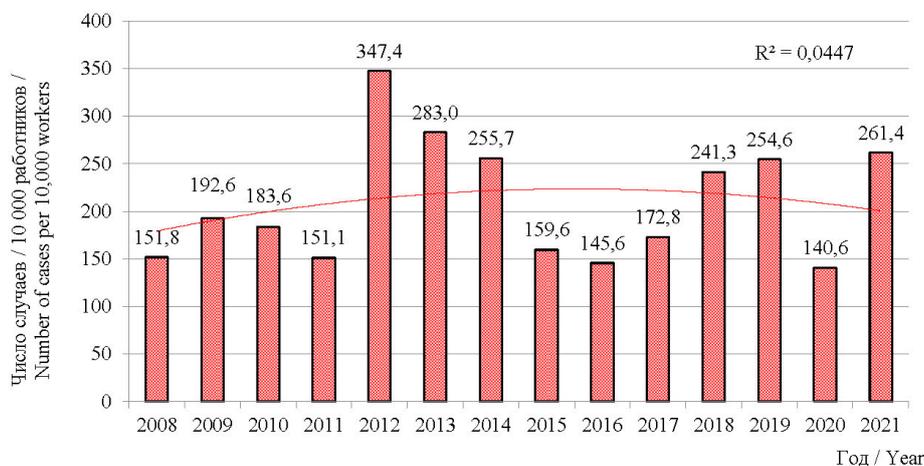


Рис. 2. Ежегодная профессиональная заболеваемость в 2008–2021 гг. с учетом изменения численности наблюдаемой группы

Fig. 2. Annual occupational disease rates in 2008–2021 given changes in the size of the observed cohort

вредных химических веществ в 72,7 % случаев вызывали болезни органов дыхания, среди которых были хронический бронхит ($n = 10$), бронхиальная астма ($n = 4$) и хронический ринофарингит ($n = 2$). В 6 (27,3 %) случаях при экспозиции к химическим факторам диагностировалась острая (оксид или диоксид углерода) или хроническая (марганец и его соединения) формы интоксикации.

В 63 % случаев профессиональные заболевания горняков формировались при классе действующего вредного фактора 3.2. В 3,2 раза реже патология развивалась при классе 3.3, в 6,8 раза – при классе 3.1 и в 9,8 раза реже – при классе 3.4. В экстремальных условиях труда к развитию нарушений здоровья в девяти случаях приводила локальная вибрация (более 12 дБ), в двух – шум (более 35 дБА) и в двух – острые отравления окисью углерода.

Заболевания костно-мышечной системы были наиболее распространенным классом профессиональной патологии, на который приходилась почти половина выявленных болезней. В 2,5 раза реже диагностировались заболевания, относимые к классу «Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин», ведущим фактором развития которых была промышленная вибрация. В 3 раза реже выявлялись болезни нервной системы, в 4,5 раза реже – болезни уха и в отдельных случаях – болезни органов дыхания. В 2 (0,2 %) случаях выявлялись хронические отравления вредными веществами. Один из них был обусловлен диоксидом азота, а второй – соединениями марганца, содержащимися в сварочных аэрозолях. В структуре нозологических форм профессиональной патологии наибольшие доли

Таблица 2. Условия развития профессиональной патологии и ее структура в 2008–2021 гг.

Table 2. Conditions for the development of occupational diseases and ranking of the latter for 2008–2021

Показатель / Indicator	Число и доля (%) / n, %
Вредные производственные факторы / Occupational hazards	
Повышенная тяжесть труда / Increased physical heaviness of work	598 (60,1)
Шум / Noise	137 (13,8)
Общая вибрация / Whole-body vibration	125 (12,6)
Локальная вибрация / Hand-arm vibration	108 (10,9)
Химические вещества I–IV классов опасности / Chemicals of hazard classes I–IV	22 (2,2)
Аэрозоли фиброгенного действия / Fibrogenic aerosols	5 (0,4)
Обстоятельства / Circumstances	
Несовершенство технологических процессов / Imperfection of technological processes	609 (61,2)
Несовершенство рабочих мест / Imperfection of workplaces	244 (24,5)
Конструктивные недостатки машин, механизмов, инструментов и другого оборудования / Design flaws of machines, mechanisms, and equipment	123 (12,4)
Несовершенство санитарно-технических установок / Imperfection of sanitary installations	9 (0,9)
Отступление от технологического регламента / Breach of technological production regimes	6 (0,6)
Нарушение правил техники безопасности / Violation of safety regulations	4 (0,4)
Класс условий труда / Class of working conditions	
3.1	92 (9,3)
3.2	629 (63,2)
3.3	197 (19,8)
3.4	64 (6,4)
4	13 (1,3)
Класс профессиональных болезней / Occupational disease category	
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани / Diseases of the musculoskeletal system and connective tissue	451 (45,3)
Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин / Injury, poisoning and certain other consequences of external causes	207 (20,8)
Болезни уха и сосцевидного отростка / Diseases of the ear and mastoid process	159 (16,0)
Болезни нервной системы / Diseases of the nervous system	158 (15,9)
Болезни органов дыхания / Diseases of the respiratory system	20 (2,0)
Профессиональные болезни, случаи (%) / Occupational diseases, cases (%)	
Радикулопатия / Radiculopathy	206 (20,7)
Вибрационная болезнь / Vibration disease	200 (20,1)
Нейросенсорная тугоухость / Sensorineural hearing loss	160 (16,1)
Деформирующий остеоартроз / Deforming osteoarthritis	138 (13,9)
Моно- и полиневропатия / Mono- and polyneuropathy	134 (13,5)
Эпикондилит плечевых костей / Epicondylitis humeri	56 (5,6)
Миофиброз предплечий / Myofibrosis of the forearm	42 (4,2)
Прочие болезни / Other diseases	59 (5,9)

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-5-42-52>
Original Research Article

занимали радикулопатия, вибрационная болезнь, нейросенсорная тугоухость, остеоартроз, моно- и полиневропатия, на которые приходилось 84,2 % нарушений здоровья (табл. 2).

Ретроспективный анализ связи случаев профессиональной патологии с результатами периодического медицинского осмотра 2007 года показал, что при ранее выявленной артралгии повышался риск формирования артроза суставов верхних и нижних конечностей ($OR = 4,01$; 95 % ДИ 3,26–4,91; $p < 0,001$) и вибрационной болезни ($OR = 3,05$; 95 % ДИ 1,00–9,31; $p = 0,032$). Риск возникновения радикулопатии возрастал при наличии остеохондроза позвоночника в сочетании с вертеброгенной цервикалгией ($OR = 4,60$; 95 % ДИ 2,82–7,50; $p < 0,001$) и вертеброгенной люмбалгией ($OR = 3,15$; 95 % ДИ 2,39–4,15; $p < 0,001$). У лиц с признаками неблагоприятного воздействия производственного шума на внутреннее ухо (Z57.0) увеличивалась вероятность профессиональной нейросенсорной тугоухости ($OR = 2,69$; 95 % ДИ 1,85–3,91; $p < 0,001$). Алиментарное ожирение повышало риск формирования артрозов и радикулопатии ($OR = 1,85$; 95 % ДИ 1,10–3,10; $p = 0,024$). Существенно увеличивался риск развития профессиональной патологии у работников в возрасте 50 лет и старше по сравнению с лицами более молодого возраста ($OR = 2,34$; 95 % ДИ 1,93–2,84; $p < 0,001$). У курящих лиц с экспозицией к табачному дыму ≥ 10 пачка / лет возрастала вероятность возникновения профессионального хронического бронхита ($OR = 4,85$; 95 % ДИ 1,01–23,27; $p = 0,029$).

В течение 14 лет профессиональные заболевания были впервые диагностированы у работников 29 специальностей, прежде всего непосредственно занятых добычей и транспортировкой рудного сырья в условиях труда классов 3.2–3.4. Не было установлено заболеваний в ряде таких распространенных специальностей, как горнорабочий на геологических и маркшейдерских работах, оператор по приготовлению взрывчатых материалов, ствольной, ламповщик и других, имеющих условия труда класса 3.1–3.2. Особенности развития профессиональной патологии проанализированы у работников 16 специальностей, имевших не менее 10 случаев заболеваний каждая. Изучены такие показатели, как итоговая оценка класса условий труда, число и доля заболевших работников, стаж на момент первичного установления заболевания, число нозологических форм заболеваний общее и у одного работника, уровень профессиональной заболеваемости.

При оценке уровней профессиональной заболеваемости обратила на себя внимание выраженная вариабельность этого важнейшего показателя: от 18,1 случая / 10 000 слесарей-ремонтников до 625,0 случая / 10 000 машинистов буровой установки, или 34,5 раза. Тем не менее при большом разбросе данных можно было четко выделить три группы специалистов. В первой ($n = 42$) заболеваемость не превышала 100 случаев / 10 000 работников, во второй ($n = 152$) находилась в пределах 100–400 случаев / 10 000 работников и в третьей ($n = 152$)

была выше 400 случаев / 10 000 работников. Далее был проведен анализ трех выделенных групп по классу условий труда, специальности работников, числу и доле заболевших лиц от их общей численности, числу профессиональных заболеваний у одного работника.

Установлено, что в третью группу наиболее подверженных развитию профессиональной патологии горняков вошли бурильщики, люковые, горнорабочие очистного забоя, взрывники и машинисты самоходных подземных машин, имевших итоговые условия труда классов 3.3–3.4. У этих специалистов заболеваемость превышала 400 случаев / 10 000 работников, а профессиональные заболевания за 14 лет возникли у более, чем 20 % здоровых в 2007 году горняков (или более чем у 1,5 % работников ежегодно). Вторую группу по распространенности профессиональной патологии составили машинисты погрузочно-доставочной машины, вибропогрузочной установки и электровоза, а также проходчики, крепильщики и дробильщики. По итоговым классам условий труда (3.2–3.4) они не отличались от горняков первой группы, но имели уровень профессиональной заболеваемости в диапазоне 100–400 случаев / 10 000 работников, а долю заболевших в течение 14 лет – от 10 до 20 % (или 0,3–1,5 % работников ежегодно). Условно низкая распространенность профессиональной патологии в первой группе (ниже 100 случаев / 10 000 работников) отмечалась у водителей автомобиля, горных мастеров, горнорабочих подземных, электрогазосварщиков и слесарей, у которых доля заболевших в 2008–2021 гг. горняков была меньше 10 % (или меньше 0,3 % ежегодно). Условия труда у них были более благоприятными, чем в первой и второй группах (класс вредности 3.2–3.3).

Риск развития профессиональной патологии в третьей группе специалистов был выше, чем во второй ($OR = 1,48$; 95 % ДИ 1,22–1,80; $p < 0,001$) и в первой ($OR = 9,37$; 95 % ДИ 6,75–13,03; $p < 0,001$), а во второй – выше, чем в первой ($OR = 6,32$; 95 % ДИ 4,55–8,77). Кроме того, в третьей группе риск возникновения профессиональной патологии у бурильщиков превосходил его уровень у горнорабочих очистного забоя ($OR = 1,56$; 95 % ДИ 1,05–2,32; $p = 0,029$) и у взрывников ($OR = 1,46$; ДИ 1,04–2,05; $p = 0,032$). В группе со средним уровнем заболеваемости различий между специалистами не отмечалось, а в группе с условно низкой заболеваемостью риск развития профессиональной патологии у водителей автомобиля, электрогазосварщиков, горнорабочих подземных и горных мастеров был выше, чем у слесарей: $OR = 3,29$; 95 % ДИ 1,18–9,16; $p = 0,017$; $OR = 10,9$; 95 % ДИ 5,85–20,7; $p < 0,001$; $OR = 3,21$; 95 % ДИ 1,37–7,52; $p = 0,005$ и $OR = 3,13$; 95 % ДИ 1,19–8,20; $p = 0,015$ соответственно.

Число нозологических форм профессиональных заболеваний у одного работника в третьей группе было больше, чем во второй ($2,98 \pm 0,11$ и $2,31 \pm 0,09$ случая, $t = 4,71$; $p < 0,001$) и в первой группах ($2,98 \pm 0,11$ и $2,05 \pm 0,17$ случая, $t = 4,59$; $p < 0,001$). Существенных различий по этому показателю между

второй и первой группами не отмечалось ($2,31 \pm 0,09$ и $2,05 \pm 0,17$ случая, $t = 1,35$; $p = 0,178$).

Продолжительность трудового стажа, при которой впервые диагностировалась профессиональная патология, каких-либо закономерных изменений в трех группах не демонстрировала. Она была ниже во второй группе по сравнению с третьей ($26,0 \pm 0,5$ и $27,7 \pm 0,6$ года, $t = 2,18$; $p = 0,030$), но каких-либо других значимых различий не отмечалось (табл. 3).

В структуре профессиональной патологии в трех группах с разными уровнями заболеваемости имелись значимые различия. В третьей группе, по сравнению со второй были больше доли болезней костно-мышечной ($\chi^2 = 20,7$; $p < 0,001$) и нервной ($\chi^2 = 14,5$; $p < 0,001$) систем, а меньше – вибрационной болезни ($\chi^2 = 45,6$; $p < 0,001$). В третьей группе по сравнению с первой также была больше доля болезней костно-мышечной системы ($\chi^2 = 16,0$; $p < 0,001$) и меньше – вибрационной болезни ($\chi^2 = 6,28$; $p < 0,001$). Отличительной чертой первой группы явилась большая доля болезней органов дыхания, превышавшая показатели в третьей ($\chi^2 = 42,3$; $p < 0,001$) и второй ($\chi^2 = 21,9$; $p < 0,001$) группах (табл. 4).

Обсуждение. Проведенное исследование позволило установить ряд фактов, заслуживающих анализа и обсуждения. Прежде всего обращает на себя внимание уровень профессиональной заболеваемости изученной группы горняков Кольского полуострова ($157,9 / 10\,000$ работников), превысивший в 1,5–1,7 раза средние российские показатели при добыче полезных ископаемых подземным способом [21]. Вероятно, этот факт можно объяснить, во-первых, худшими условиями труда на северных рудниках по сравнению с предприятиями, расположенными в более комфортных климатических условиях [13–16]. Во-вторых, это климатические условия Арктики, способные модифицировать действие вредных производственных факторов [12], приводя к более раннему и частому формированию профессиональной патологии, чем в целом в России [17, 18].

Требуют объяснения значительные различия в уровнях профессиональной заболеваемости горняков различных специальностей (до 34,5 раза), осуществляющих трудовую деятельность при условиях труда классов 3.2–3.4. В ряд специалистов с более высокой заболеваемостью (более 400 случаев / 10 000 работников) вошли буровики, люковые,

Таблица 3. Ранжирование горняков по уровню профессиональной заболеваемости

Table 3. Ranking of the miners by occupational disease rates

Специальность / Job title	Итоговый класс условий труда / Class of working conditions	Общее число работников / Total number of workers	Число и доля (%) работников с профессиональной патологией / Workers with occupational diseases, n (%)	Число профессиональных заболеваний, случаи / Cases of occupational diseases, n	Число профессиональных заболеваний у одного работника, случаи, работник / Occupational diseases per worker, cases/worker	Стаж при установлении профессионального заболевания / Duration of employment by the time of diagnosis	Профессиональная заболеваемость, случаи / 10,000 работников / Occupational disease rate, per 10,000 workers
<i>Первая группа / Group 1</i>							
Слесарь / Repairman	3.2	907	12 (1,3)	23	$1,92 \pm 0,32$	$29,7 \pm 1,6$	18,1
Мастер горный / Mining foreman	3.2	145	6 (4,1)	10	$1,67 \pm 0,49$	$28,3 \pm 2,7$	49,3
Горнорабочий подземный / Underground miner	3.2	212	9 (4,2)	19	$2,11 \pm 0,42$	$25,4 \pm 2,4$	64,0
Электрогазосварщик / Welder	3.3	245	10 (4,1)	15	$1,50 \pm 0,40$	$29,7 \pm 1,6$	72,4
Водитель автомобиля / Truck driver	3.2	115	5 (4,3)	14	$2,80 \pm 0,54$	$23,4 \pm 2,6$	87,0
<i>Вторая группа / Group 2</i>							
Машинист вибропогрузочной установки / Vibration loading machine operator	3.3	44	6 (13,6)	10	$1,67 \pm 0,46$	$26,7 \pm 1,3$	162,3
Машинист электровоза / Locomotive driver	3.2	338	55 (16,3)	106	$1,93 \pm 0,20$	$26,8 \pm 1,1$	224,0
Машинист погрузочно-доставочной машины / Loading and delivery machine operator	3.2	225	38 (16,9)	84	$2,21 \pm 0,18$	$26,2 \pm 0,9$	266,7
Дробильщик / Crusher	3.2	48	5 (10,4)	18	$3,60 \pm 0,40$	$26,2 \pm 2,4$	267,9
Проходчик / Tunneller	3.4	253	45 (17,8)	108	$2,40 \pm 0,15$	$21,2 \pm 0,9$	304,9
Крепильщик / Timberman	3.2	163	26 (16,0)	79	$3,04 \pm 0,25$	$26,0 \pm 1,4$	346,2
<i>Третья группа / Group 3</i>							
Машинист подземной самоходной машины / Operators of underground self-propelled machine	3.2	50	12 (24,0)	29	$2,42 \pm 0,29$	$25,1 \pm 1,83$	414,3
Взрывник / Blaster	3.3	274	61 (22,3)	180	$2,95 \pm 0,18$	$29,6 \pm 0,9$	469,2
Горнорабочий очистного забоя / Breakage face miner	3.3	158	33 (20,9)	120	$3,64 \pm 0,26$	$29,1 \pm 1,0$	522,6
Люковой / Ore loader	3.3	25	7 (28,0)	19	$2,71 \pm 0,63$	$31,2 \pm 1,8$	542,9
Машинист буровой установки / Driller	3.4	120	39 (32,5)	105	$2,69 \pm 0,23$	$23,8 \pm 1,0$	625,0

Таблица 4. Структура профессиональной патологии у горняков с разным уровнем заболеваемости, случаев (%)**Table 4. Distribution of occupational diseases in the miners by incidence rates, cases (%)**

Класс болезней / Disease category	Заболеваемость, случаи / 10 000 работников / Incidence, cases per 10,000 workers (%)		
	> 400	100–400	< 100
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани / Diseases of the musculoskeletal system and connective tissue	319 (70,9)	230 (56,0) ¹	42 (48,8) ²
Вибрационная болезнь / Vibration disease	35 (7,8)	101 (24,6) ¹	14 (16,3) ²
Нейросенсорная тугоухость / Sensorineural hearing loss	62 (13,8)	66 (16,1)	18 (20,9)
Болезни нервной системы / Diseases of the nervous system	32 (7,1)	7 (1,7) ¹	2 (2,3)
Болезни органов дыхания / Diseases of the respiratory system	2 (0,4)	7 (1,7)	10 (11,6) ^{2,3}

Примечание: ¹ – различия ($p < 0,05$) между первой и второй группами; ² – различия ($p < 0,05$) между первой и третьей группами; ³ – различия ($p < 0,05$) между второй и третьей группами.

Notes: differences between ¹ the first and second groups; ² the first and third groups; ³ the second and third groups ($p < 0.05$).

горнорабочие очистного забоя, взрывники и машинисты подземных самоходных машин. Важно, что у них отмечается не только высокое число профессиональных заболеваний у одного работника, но и большая доля горняков (более 1,5 % ежегодно) с впервые диагностированной профессиональной патологией. Также для этих специалистов характерна максимальная доля заболеваний костно-мышечной системы и меньшая доля вибрационной болезни в структуре профессиональной патологии.

Привлекают внимание значительные отличия уровней заболеваемости у специалистов, имеющих одинаковый итоговый класс условий труда. Так, при классе 3.4 это различие составляет 2,05 раза (между бурильщиками и проходчиками), при классе 3.3 – 7,50 раза (между люковыми и электрогазосварщиками), при классе 3.2 – 22,89 раза (между машинистами подземных самоходных машин и слесарями). Полученные данные показывают, что итоговый класс условий труда, используемый для определения уровней риска развития профессиональных заболеваний⁷ [22], не всегда может служить таким критерием. С этой целью, вероятно, предпочтительнее ориентироваться на уровень профессиональной заболеваемости горняков той или иной специальности, для каждой из которых характерны свои конкретные изменяющиеся комбинации видов и интенсивности воздействия вредных производственных факторов. Кроме того, использование реального уровня заболеваемости для определения риска развития профессиональной патологии в будущем позволяет избежать влияния методических недостатков, характерных для специальной оценки условий труда [23].

Нужно отметить значительные различия в структуре нозологических форм профессиональной патологии у обследованной группы горняков и горняков подземных рудников России в 2010–2019 гг. Так, у горняков Кольского полуострова доля вибрационной болезни составила 20,1 %, а в среднем в России – 37,5 % [1, 4], что пока не имеет убедительного объяснения. Еще более существенные различия отмечаются в долях болезней бронхолегочной системы:

0,4 % у горняков подземных рудников Кольского полуострова и 20,2–30,1 % у горняков России [1, 4]. Высокая влажность микроклимата подземных рудников Кольского полуострова, являющаяся естественной системой пылеподавления, может, по крайней мере частично, служить объяснением данного феномена [24]. Также обращают на себя внимание различия в определении причин развития профессиональных заболеваний у горняков, занятых подземной добычей рудного сырья. На месторождениях Кольского полуострова основная причина – повышенная тяжесть трудового процесса (60,1 % случаев), а в других регионах России – вибрация, шум и аэрозоли преимущественно фиброгенного действия [1, 4, 6], что свидетельствует о методических трудностях решения этой задачи.

Нами установлены резкие ежегодные изменения показателей профессиональной заболеваемости горняков. В частности, непонятны причины регистрации в 2012–2014 гг. наибольшего числа профессиональных заболеваний. Такая динамика показателей может быть обусловлена многими причинами. Это недостаточное качество медицинских осмотров, неполное и позднее выявление патологии, различные трактовки врачами установленных нарушений здоровья, административное вмешательство в результаты медицинских и экспертных заключений [21].

Представляется недооцененной роль охлаждающего микроклимата подземных рудников Кольского полуострова, так как с его воздействием не было связано ни одного случая профессиональных заболеваний. Вероятно, это следствие, как недостатков методики оценки, так и неполного представления экспертов-профпатологов о негативном действии локального и общего охлаждения на организм человека, в том числе костно-мышечную систему [25, 26]. Кроме того, это и особенность национального перечня профессиональных заболеваний, который был в 2012 году сокращен как раз по данному разделу.

Ограничения исследования. В качестве ограничений выполненного исследования можно отметить невозможность исключения случаев выхода из группы

⁷ Р 2.2.2006–05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда». М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2005. 142 с.

наблюдения работников в связи с ухудшением самочувствия до наступления пенсионного возраста. Не все из них хотят и могут доказать связь состояния их здоровья с влиянием вредных производственных факторов. В таких случаях увольнение происходит «по собственному желанию», а медицинская причина этого желания остается неизвестной.

Заключение. Установлены новые данные об особенностях развития, нозологии и распространенности профессиональной патологии у горняков различных специальностей подземных рудников Кольского полуострова. Практическое применение полученных данных позволит повысить эффективность мер профилактики профессиональных заболеваний, построенных с учетом специальности горняка, исходного состояния его здоровья, вида, интенсивности и длительности действия факторов риска.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бухтияров И.В., Чеботарев А.Г., Курьеров Н.Н., Сокур О.В. Актуальные вопросы улучшения условий труда и сохранения здоровья работников горнорудных предприятий // Медицина труда и промышленная экология. 2019. Т. 1. № 7. С. 424–429. doi: 10.31089/1026-9428-2019-59-7-424-429
2. Чеботарев А.Г., Лескина Л.М., Головкина Н.Л. Условия труда и профессиональный риск нарушения здоровья рабочих рудных карьеров // Горная промышленность. 2020. № 5. С. 115–119. doi: 10.30686/1609-9192-2020-5-115-119
3. Скрипаль Б.А. Состояние здоровья и заболеваемость рабочих подземных рудников горнохимического комплекса Арктической зоны Российской Федерации // Медицина труда и промышленная экология. 2016. № 6. С. 22–26.
4. Чеботарев А.Г., Семенцова Д.Д. Комплексная оценка условий труда и состояния профессиональной заболеваемости работников горно-металлургических предприятий // Горная промышленность. 2021. № 1. С. 114–119. doi: 10.30686/1609-9192-2021-1-114-119
5. Rabiei H, Malakoutikhah M, Vaziri MH, Sahlabadi AS. The prevalence of musculoskeletal disorders among miners around the world: A systematic review and meta-analysis. *Iran J Public Health*. 2021;50(4):676-688. doi: 10.18502/ijph.v50i4.5992
6. Чеботарев А.Г. Состояние условий труда и профессиональной заболеваемости работников горнодобывающих предприятий // Горная промышленность. 2018. Т. 137. № 1. С. 92–95. doi: 10.30686/1609-9192-2018-1-137-92-95
7. Дударев А.А., Талыкова Л.В. Профессиональная заболеваемость и производственный травматизм в России (с акцентом на регионы Крайнего Севера, 1980–2010) // Биосфера. 2012. Т. 4. № 3. С. 343–363.
8. Сюрин С.А., Ковшов А.А. Условия труда и профессиональная заболеваемость на предприятиях горнодобывающей и металлургической промышленности Мурманской области // Здоровье населения и среда обитания. 2020. Т. 322. № 1. С. 34–38. doi: 10.35627/2219-5238/2020-322-1-34-38
9. Хаснулин В.И., Хаснулин П.В. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах // Экология человека. 2012. № 1. С. 4–11. doi: 10.17816/humeco17512
10. Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р. Медико-физиологические аспекты жизнедеятельности в Арктике // Арктика: экология и экономика. 2015. Т. 17. № 1. С. 70–75.
11. Donaldson S, Adlard B, Odland JØ. Overview of human health in the Arctic: Conclusions and recommendations. *Int J Circumpolar Health*. 2016;75:33807. doi: 10.3402/ijch.v75.33807
12. Чашин В.П., Гудков А.Б., Попова О.Н., Одланд Ю.О., Ковшов А.А. Характеристика основных факторов риска нарушений здоровья населения, проживающего на территориях активного природопользования в Арктике // Экология человека. 2014. Т. 21. № 1. С. 3–12. doi: 10.17816/humeco17269
13. Бухтияров И.В. Проблемы медицины труда на горнодобывающих предприятиях Сибири и Крайнего Севера // Горная промышленность. 2013. Т. 110. № 4. С. 77–80.
14. Чеботарев А.Г. Риски развития профессиональных заболеваний пылевой этиологии у работников горнорудных предприятия // Горная промышленность. 2018. Т. 139. № 3. С. 66–70. doi: 10.30686/1609-9192-2018-3-139-66-70.
15. Gendler SG, Rudakov ML, Falova ES. Analysis of the risk structure of injuries and occupational diseases in the mining industry of the Far North of the Russian Federation. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2020;(3):81-85. doi: 10.33271/nvngu/2020-3/081
16. Горяев Д.В., Фадеев А.Г., Шур П.З., Фокин В.А., Зайцева Н.В. Гигиеническая оценка условий труда и профессиональной заболеваемости работников горнодобывающей промышленности в Арктической зоне Норильского промышленного района // Анализ риска здоровью. 2023. № 2. С. 88–94. doi: 10.21668/health.risk/2023.2.08
17. Сюрин С.А., Ковшов А.А. Условия труда и риск профессиональной патологии на предприятиях Арктической зоны Российской Федерации // Экология человека. 2019. № 10. С. 15–23. doi: 10.33396/1728-0869-2019-10-15-23
18. Syurin SA, Kovshov AA, Odland JØ, Talykova LV. Retrospective assessment of occupational disease trends in Russian Arctic apatite miners. *Int J Circumpolar Health*. 2022;81(1):2059175. doi: 10.1080/22423982.2022.2059175
19. Говорова Н.В. Человеческий капитал – ключевой актив хозяйственного освоения арктических территорий // Арктика и Север. 2018. № 31. С. 52–61. doi: 10.17238/issn2221-2698.2018.31.52
20. Каранатова Л.Г., Кулев А.Ю. Социально-экономическое развитие Арктики: современные вызовы и приоритеты // Управленческое консультирование. 2022. № 2. С. 49–62. doi: 10.22394/1726-1139-2022-2-49-62
21. Бухтияров И.В., Чеботарев А.Г. Гигиенические проблемы улучшения условий труда на горнодобывающих предприятиях // Горная промышленность. 2018. Т. 141. № 5. С. 33–35. doi: 10.30686/1609-9192-2018-5-141-33-35
22. Отарбаева М.Б., Сакиев К.З., Гребенева О.В. Профессиональный риск – оценка и управление // Гигиена труда и медицинская экология. 2016. Т. 52. № 3. С. 19–30.
23. Чеботарев А.Г. Специальная оценка условий труда работников горнодобывающих предприятий // Горная промышленность. 2019. Т. 143. № 1. С. 42–44. doi: 10.30686/1609-9192-2019-1-143-42-44
24. Горбанев С.А., Сюрин С.А. Особенности формирования нарушений здоровья у горняков подземных рудников

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-5-42-52>
Original Research Article

- Кольского Заполярья // Профилактическая и клиническая медицина. 2017. № 4. С. 12–18.
25. Anttonen H, Pekkarinen A, Niskanen J. Safety at work in cold environments and prevention of cold stress. *Ind Health*. 2009;47(3):254-261. doi: 10.2486/indhealth.47.254
26. Farbu EH, Skandfer M, Nielsen C, Brenn T, Stubhaug A, Höper AC. Working in a cold environment, feeling cold at work and chronic pain: A cross-sectional analysis of the Tromsø Study. *BMJ Open*. 2019;9(11):e031248. doi: 10.1136/bmjopen-2019-031248

REFERENCES

- Bukhtiyarov IV, Chebotarev AG, Courierov NN, Sokur OV. Topical issues of improving working conditions and preserving the health of employees of mining enterprises. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2019;59(7):424-429. (In Russ.) doi: 10.31089/1026-9428-2019-59-7-424-429
- Chebotarev AG, Leskina LM, Golovkova NL. Working conditions and occupational health risks of workers in open-pit ore mines. *Gornaya Promyshlennost'*. 2020;(5):115-119. (In Russ.) doi: 10.30686/1609-9192-2020-5-115-119
- Skripal' BA. Health state and morbidity of underground mines in mining chemical enterprise in Arctic area of Russian Federation. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2016;(6):22-26. (In Russ.)
- Chebotarev AG, Sementsova DD. Comprehensive assessment of working conditions and occupational disease rates at mining and metallurgical enterprises. *Gornaya Promyshlennost'*. 2021;(1):114-119. (In Russ.) doi: 10.30686/1609-9192-2021-1-114-119
- Rabiei H, Malakoutikhah M, Vaziri MH, Sahlabadi AS. The prevalence of musculoskeletal disorders among miners around the world: A systematic review and meta-analysis. *Iran J Public Health*. 2021;50(4):676-688. doi: 10.18502/ijph.v50i4.5992
- Chebotarev AG. [The state of working conditions and occupational disease rates in miners.] *Gornaya Promyshlennost'*. 2018;(1(137)):92-95. (In Russ.) doi: 10.30686/1609-9192-2018-1-137-92-95
- Dudarev AA, Talykova LV. Occupational morbidity and occupational accidents in Russia with emphasis on Arctic regions, 1980–2010. *Biosfera*. 2012;4(3):343–363. (In Russ.)
- Syurin SA, Kovshov AA. Working conditions and occupational morbidity at mining and metallurgical enterprises of the Murmansk Region. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2020;(1(322)):34-38. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2020-322-1-34-38
- Hasnulin VI, Hasnulin PV. Modern concepts of the mechanisms forming northern stress in humans in high latitudes. *Ekologiya Cheloveka (Human Ecology)*. 2012;(1):3-11. (In Russ.)
- Solonin YuG, Boyko ER. Medical and physiological aspects of vital activity in the Arctic. *Arktika: Ekologiya i Ekonomika*. 2015;(1(17)):70-75. (In Russ.)
- Donaldson S, Adlard B, Odland JØ. Overview of human health in the Arctic: Conclusions and recommendations. *Int J Circumpolar Health*. 2016;75:33807. doi: 10.3402/ijch.v75.33807
- ChashchinVP, Gudkov AB, Popova ON, Odland JØ, Kovshov AA. Description of main health deterioration risk factors for population living on territories of active natural management in the Arctic. *Ekologiya Cheloveka (Human Ecology)*. 2014;21(1):3-12. (In Russ.) doi: 10.17816/humeco17269
- Bukhtiyarov IV, Chebotarev AG. [Problems of occupational medicine at mining enterprises in Siberia and the Far North.] *Gornaya Promyshlennost'*. 2013;(5(111)):77-82. (In Russ.)
- Chebotarev AG. [Risks of developing occupational dust diseases in miners.] *Gornaya Promyshlennost'*. 2018;(3(139)):66-70. (In Russ.) doi: 10.30686/1609-9192-2018-3-139-66-70
- Gendler SG, Rudakov ML, Falova ES. Analysis of the risk structure of injuries and occupational diseases in the mining industry of the Far North of the Russian Federation. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2020;(3):81-85. doi: 10.33271/nvngu/2020-3/081
- Goryaev DV, Fadeev AG, Shur PZ, Fokin VA, Zaitseva NV. Hygienic assessment of working conditions and occupational incidence among mining workers in the Arctic Zone of the Norilsk industrial area. *Health Risk Analysis*. 2023;(2):88–94. doi: 10.21668/health.risk/2023.2.08.eng
- Syurin SA, Kovshov AA. Labor conditions and risk of occupational pathology at the enterprises of the Arctic Zone of the Russian Federation. *Ekologiya Cheloveka (Human Ecology)*. 2019;(10):15-23. (In Russ.) doi: 10.33396/1728-0869-2019-10-15-23
- Syurin SA, Kovshov AA, Odland JØ, Talykova LV. Retrospective assessment of occupational disease trends in Russian Arctic apatite miners. *Int J Circumpolar Health*. 2022;81(1):2059175. doi: 10.1080/22423982.2022.2059175
- Govorova NV. Human capital – a key factor of the Arctic economic development. *Arktika i Sever*. 2018;(31):52-61. (In Russ.) doi: 10.17238/issn2221-2698.2018.31.52
- Karanatova LG, Kulev AYU. Socio-economic development of the Arctic: Modern challenges and priorities. *Upravlencheskoe Konsul'tirovanie*. 2022;(2(158)):49-62. (In Russ.) doi: 10.22394/1726-1139-2022-2-49-62
- Bukhtiyarov IV, Chebotarev AG. [Hygienic problems of improving working conditions at mining enterprises.] *Gornaya Promyshlennost'*. 2018;(5(141)):33-35. (In Russ.) doi: 10.30686/1609-9192-2018-5-141-33-35
- Otarbaeva MB, Sakiev KZ, Grebeneva OV. [Occupational risk – Assessment and management.] *Gigiena Truda i Meditsinskaya Ekologiya*. 2016;(3(52)):19-30. (In Russ.)
- Chebotarev AG. [Special assessment of miners' working conditions.] *Gornaya Promyshlennost'*. 2019;(1(143)):42-44. (In Russ.) doi: 10.30686/1609-9192-2019-1-143-42-44
- Gorbanyov SA, Syurin SA. Formation of health conditions in underground miners in the polar regions of the Kola Peninsula. *Profilakticheskaya i Klinicheskaya Meditsina*. 2017;(4(65)):12-19. (In Russ.)
- Anttonen H, Pekkarinen A, Niskanen J. Safety at work in cold environments and prevention of cold stress. *Ind Health*. 2009;47(3):254-261. doi: 10.2486/indhealth.47.254
- Farbu EH, Skandfer M, Nielsen C, Brenn T, Stubhaug A, Höper AC. Working in a cold environment, feeling cold at work and chronic pain: A cross-sectional analysis of the Tromsø Study. *BMJ Open*. 2019;9(11):e031248. doi: 10.1136/bmjopen-2019-031248

Сведения об авторе:

✉ Сюрин Сергей Алексеевич – д.м.н., главный научный сотрудник отдела социально-гигиенического анализа и мониторинга; e-mail: kola.reslab@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0275-0553>.

Информация о вкладе автора: автор подтверждает единоличную ответственность за концепцию и дизайн исследования, сбор и анализ данных, интерпретацию результатов, а также подготовку рукописи.

Соблюдение этических стандартов: данное исследование не требует представления заключения комитета по био-медицинской этике или иных документов.

Финансирование: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Статья получена: 04.03.24 / Принята к публикации: 08.05.24 / Опубликована: 31.05.24

Author information:

✉ Sergei A. Syurin, Dr. Sci. (Med.), Chief Researcher, Department of Public Health Analysis and Monitoring; e-mail: kola.reslab@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0275-0553>.

Author contribution: The author confirms sole responsibility for the study conception and design, data collection, analysis and interpretation of results, and manuscript preparation.

Compliance with ethical standards: Not applicable.

Funding: This research received no external funding.

Conflict of interest: The author has no conflicts of interest to declare.

Received: March 4, 2024 / Accepted: May 8, 2024 / Published: May 31, 2024