



Особенности профессиональной патологии при добыче углеводородного сырья в Арктике

С.А. Сюрин, А.Н. Кизеев

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

Резюме

Введение. В литературе представлены достаточно противоречивые данные о состоянии здоровья работников нефтегазодобывающих предприятий в Арктике, что обуславливает необходимость дополнительных исследований.

Цель исследования: оценка причин и обстоятельств развития, числа и структуры профессиональных заболеваний при добыче углеводородного сырья в Арктике.

Материалы и методы. Изучены данные социально-гигиенического мониторинга «Условия труда и профессиональная заболеваемость» и регистра выписок из карт учета профессионального заболевания (Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 28.05.2001 № 176). Полученные результаты обработаны статистически с использованием программного обеспечения Microsoft Excel 2016 и программы Epi Info, v. 6.04d.

Результаты. В Российской Арктике в 2007–2021 годах выявлен выраженный контраст в условиях труда и числе профессиональных заболеваний между шахтерами углеводобывающих предприятий Республики Коми (г. Воркута) и Чукотского АО, с одной стороны, и работниками нефтегазодобывающих предприятий Ненецкого и Ямало-Ненецкого АО, с другой. Так, на объектах крайне неудовлетворительного санитарно-эпидемиологического благополучия были трудоустроены 85,1 % шахтеров и только 3,1 % работников газодобывающих предприятий. У шахтеров выявлялись 98,2 % всех профессиональных болезней работников, занятых в добыче топливно-энергетических ресурсов, а уровень профессиональной заболеваемости (201,71 / 10 000 работников) в 492 раза превышал этот показатель при добыче нефти и газа (0,41/10 000 работников). В структуре патологии у шахтеров наибольшие доли имели хронический бронхит (21,3 %), радикулопатия (21,0 %) и моно- и полинейропатия (10,3 %), а у работников нефтегазодобывающих предприятий – нейросенсорная тугоухость (46,3 %), радикулопатия (18,5 %) и вибрационная болезнь (16,7 %).

Заключение. Полученные новые данные подтверждают высокий уровень здоровья работников нефтегазодобывающих предприятий, тогда как шахтеры-угольщики Арктики нуждаются в приоритетных мерах по улучшению условий труда и совершенствованию всех видов профилактики профессиональной патологии.

Ключевые слова: добыча углеводородного сырья, риски здоровью, профессиональная патология, Арктика.

Для цитирования: Сюрин С.А., Кизеев А.Н. Особенности профессиональной патологии при добыче углеводородного сырья в Арктике // Здоровье населения и среда обитания. 2023. Т. 31. № 5. С. 85–94. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-5-85-94>

Occupational Diseases in Workers Engaged in Hydrocarbon Extraction in the Arctic

Sergei A. Syurin, Aleksei N. Kizeev

Northwest Public Health Research Center, 4, 2nd Sovetskaya Street, Saint Petersburg, 191036, Russian Federation

Summary

Introduction: Literary sources present rather contradictory data on the health of oil and gas industry workers in the Russian Arctic, which requires additional research.

Objective: To assess causes and circumstances, structure and number of occupational diseases among employees engaged in hydrocarbon extraction in the Arctic.

Materials and methods: We studied data of the public health monitoring on working conditions and occupational diseases in the Russian Arctic and the registry of extracts from occupational disease records (Order 176 of the Russian Ministry of Health dated May 28, 2001). The retrieved data were analyzed in Microsoft Excel 2016 and Epi Info statistical software, version 6.04d.

Results: We have revealed a pronounced contrast in working conditions and the number of occupational diseases between coal miners in the Komi Republic (city of Vorkuta) and Chukotka Autonomous Area, on the one hand, and oil and gas production workers of the Nenets and Yamalo-Nenets Autonomous Areas, on the other, in the years 2007–2021. We estimated that 85.1 % of miners and only 3.1 % of gas and oil workers were employed at facilities characterized by extreme sanitary and epidemiological ill-being. Miners were diagnosed with 98.2 % of all occupational diseases registered in workers employed in the extraction of hydrocarbon resources, and the occupational disease incidence in them (201.71 per 10,000 workers) was 492 times higher than that in oil and gas workers (0.41 per 10,000). The most prevalent occupational diseases in the miners were chronic bronchitis (21.3 %), radiculopathy (21.0 %), and mono- and polyneuropathy (10.3 %) while workers of oil and gas companies mainly suffered from sensorineural hearing loss (46.3 %), radiculopathy (18.5 %), and vibration disease (16.7 %).

Conclusion: Our findings confirm good health of oil and gas workers and necessitate urgent priority measures aimed at improvement of working conditions and all types of prevention of occupational conditions in coal miners working in the Arctic.

Keywords: extraction of hydrocarbons, health risks, occupational disease, Arctic.

For citation: Syurin SA, Kizeev AN. Occupational diseases in workers engaged in hydrocarbon extraction in the Arctic. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2023;31(5):85–94. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2023-31-5-85-94>

Введение. Энергетический кризис 2021–2023 годов показал несостоятельность расчетов на стабильное развитие глобальной экономики, базирующейся главным образом на возобновляемой или «зеленой» энергии. Это привело к восстановлению значимости традиционного углеводородного сырья, включая даже экологически небезопасный уголь [1, 2]. Такие изменения трендов в мировом предложении и потреблении углеводородов напрямую затрагивают российскую Арктику – крупного производителя природного газа, нефти, газового конденсата и угля [3].

Согласно данным многих исследований, добыча углеводородного сырья осуществляется во вредных условиях труда, повышающих риски развития как профессиональных, так и производственно-обусловленных заболеваний. Особенно это касается работников угледобывающих предприятий [4–6], но также и лиц, осуществляющих добычу нефти и газа [7–9]. В арктических условиях вероятности развития и прогрессирования профессиональных заболеваний возрастают во всех видах экономической деятельности [10, 11]. Данный феномен является следствием многих причин, но прежде всего – сочетанного влияния вредных климатических и производственных факторов. К числу первых относятся длительные периоды низкой температуры воздуха, резкие суточные перепады атмосферного давления, напряженный электромагнитный режим ионосферы, нарушения световой периодичности и другие [12–14]. Наиболее значимыми вредными производственными факторами при добыче полезных ископаемых являются повышенная тяжесть труда, шум, общая и локальная вибрация, вредные химические вещества и фиброгенные аэрозоли [15–17]. На нефтегазодобывающих предприятиях специфическое негативное воздействие на организм работников оказывают входящие в состав нефти и газа серосодержащие соединения (серный ангидрид, сернистый ангидрид, сероводород, сероуглерод и другие), классифицируемые по своим токсическим свойствам как вещества второго-четвертого классов опасности [18, 19]. Наибольшую угрозу здоровью шахтеров угледобывающих предприятий представляют угольная пыль в виде аэрозолей преимущественно фиброгенного действия и повышенная тяжесть трудовых процессов [20, 21], в том числе в условиях Арктики [22].

В Российской Арктике при добыче нефти и газа широко применяется вахтовый метод труда с привлечением работников из других климатических зон страны. Считается, что такая организация производства сопровождается дополнительным отрицательным воздействием на адаптационные механизмы организма вахтовиков из-за быстрой смены климатических, производственных и бытовых условий мест постоянного проживания и временной работы. Это приводит к повышению риска формирования заболеваний нервной и костно-мышечной систем, системы кровообращения и др. [23–25]. Однако в последние годы появились данные о существенно более высоком уровне здоровья работников нефтегазодобывающих предприятий по сравнению с лицами, занятыми в других видах

экономической деятельности в Арктике, и особенно шахтерами-угольщиками [26, 27]. Убедительного научного объяснения этим фактам пока нет.

Таким образом, нерешенные вопросы охраны здоровья работников ресурсодобывающих предприятий в Арктике показывают важность новых знаний о причинах возникновения, структуре, распространенности и возможностях профилактики профессиональных заболеваний. Они будут направлены на поддержание трудового потенциала населения, а следовательно – на успешное развитие топливно-энергетической базы Российской Арктики.

Цель исследования заключалась в оценке причин и обстоятельств развития, числа и структуры профессиональных заболеваний при добыче углеводородного сырья в Арктике.

Материалы и методы. Выполнен анализ данных социально-гигиенического мониторинга по разделу «Условия труда и профессиональная заболеваемость» и Регистра выписок из карт учета профессионального заболевания (отравления) (Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 28.05.2001 № 176 «О совершенствовании системы расследования и учета профессиональных заболеваний в Российской Федерации», Приложение № 5) в 2007–2021 годах.

Условия труда и профессиональная патология при добыче нефти и газа проанализированы по данным вышеуказанных документов у работников предприятий Ямало-Ненецкого и Ненецкого АО, а при добыче угля – у лиц, занятых на предприятиях Республики Коми (в г. Воркуте – единственном месте постоянной добычи угля в 2007–2021 гг.) и в Чукотском АО. Они образовали первую и вторую основные группы, критерием включения в которые было осуществление добычи углеводородного сырья. Две группы сравнения составили работники этих же регионов, критерием включения в которые было осуществление всех видов экономической деятельности помимо добычи полезных ископаемых. Полученные результаты обработаны статистически с использованием программного обеспечения Microsoft Excel 2016 и программы Epi Info, v. 6.04d. Предварительно выборки проверялись на соответствие закону нормального распределения величин при помощи одновыборного теста Колмогорова – Смирнова. В связи с отсутствием нормального распределения ($p < 0,05$) в дальнейшем применялся критерий Манна – Уитни. Рассчитывались относительный риск (ОР) и 95 % доверительный интервал (ДИ), при анализе четырехпольных таблиц использовался критерий согласия χ^2 . Числовые данные представлены как абсолютные и процентные значения, среднее арифметическое и его стандартная ошибка ($M \pm m$). Уровень значимости нулевой гипотезы считался критическим при $p < 0,05$.

Результаты исследования. Гигиеническая оценка условий труда выявила существенные различия в структуре вредных производственных факторов при добыче различных видов углеводородного сырья в Арктике. При добыче нефти и газа более трети работников подвергались воздействию шума, а доли более 5 % имели неионизирующие электромагнитные поля и излучения, охлаждающий микроклимат

и вредные химические вещества. Удельный вес этих четырех факторов превышал соответствующие показатели у шахтеров. У работников двух групп сравнения шум также занимал наибольшую долю в структуре вредных воздействий.

При добыче угля наибольшее значение имели аэрозоли преимущественно фиброгенного действия, неудовлетворительные параметры освещенности и тяжесть трудовых процессов. Также шахтеры чаще подвергались сочетанному действию нескольких вредных факторов по сравнению с работниками нефтегазодобывающих предприятий (табл. 1).

Комплексная оценка условий труда проведена по числу рабочих мест и их средней годовой доле на объектах трех групп санитарно-эпидемиологического благополучия. Было показано, что среди угледобывающих предприятий отсутствовали объекты надзора первой группы санитарно-эпидемиологического благополучия (рабочие места с удовлетворительными условиями). Они чаще, чем лица занятые добычей газа и нефти, работали в неудовлетворительных условиях ($p < 0,001$), а более 85 % шахтеров трудоустроены на объектах надзора третьей группы с крайне неудовлетворительными условиями труда.

В отличие от шахтеров-угольщиков более 96 % работников нефтегазодобывающей промышленности почти в равном соотношении были заняты на объектах надзора первой и второй групп. Крайне неудовлетворительные условия труда имели только немногим более 3 % работников. Условия труда

работников двух групп сравнения занимали промежуточное положение между условиями труда шахтеров и работников нефтегазодобывающих предприятий (табл. 2).

Оценка условий труда (табл. 1) и данные об общей численности четырех групп наблюдения (табл. 2) показали, что при добыче газа и нефти у одного работника отмечается 0,48 случая экспозиции к вредным производственным факторам, а при добыче угля – 1,79, то есть в 3,73 раза чаще. Величина этого показателя, по которой можно судить об интенсивности воздействия вредных условий труда на работника, в группах сравнения был близким к группе работников нефтегазодобывающих предприятий: 0,52 и 0,90. Следовательно, оценка условий труда как по отдельным факторам, так и по их комплексному воздействию выявила худшие показатели у шахтеров-угольщиков по сравнению с работниками нефтегазодобывающих предприятий и других видов экономической деятельности.

В 2007–2021 годах у 2394 работников, осуществлявших добычу углеводородного сырья, было впервые диагностировано 3016 профессиональных болезней (табл. 3). Подавляющее большинство работников (97,9 %) являлись горняками угольных предприятий, среди которых 96,4 % составляли мужчины. Среди работников нефтегазодобывающих предприятий были только мужчины.

Средний возраст и продолжительность стажа шахтеров на момент установления профессионального заболевания были меньше, чем у лиц, заня-

Таблица 1. Среднее годовое число и доля (%) работников, имеющих контакт с вредными производственными факторами

Table 1. The average annual number and proportion (%) of workers exposed to occupational risk factors

Вредный производственный фактор / Occupational risk factor	Ненецкий и Ямало-Ненецкий АО / Nenets and Yamalo-Nenets Autonomous Areas		Город Воркута и Чукотский АО / City of Vorkuta and Chukotka Autonomous Area	
	Добыча газа и нефти / Gas and oil extraction	Все другие ВЭД / Other economic activities	Добыча угля / Coal mining	Все другие ВЭД / Other economic activities
Шум / Noise	15 276 (36,1)	12 069 (22,7)2	828 (2,5)1	1806 (12,5) 2
Неионизирующие электромагнитные поля и излучения / Non-ionizing electromagnetic fields and radiation	7580 (17,9)	6333 (11,9) 2	304 (1,7) 1	1232 (8,5) 2
Микроклимат (охлаждающий) / Cold environment	6228 (14,7)	5917 (11,1)2	410 (2,3) 1	1376 (9,5) 2
Химические вещества I–IV классов опасности и канцерогены / Chemicals of hazard classes I–IV and carcinogens	2219 (5,3)	4181 (7,9)2	63 (0,4) 1	1426 (9,9) 2
Вибрация общая / Whole-body vibration	1819 (4,3)	4948 (9,3) 2	542 (3,1)	772 (5,3)2
Тяжесть труда / Labor severity	1713 (4,1)	3246 (6,1)2	1656 (9,5) 1	1125 (7,8) 2
Напряженность труда / Labor intensity	769 (1,8)	1189 (2,2)	441 (1,3)	848 (5,9)2
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия / Fibrous aerosols	626 (1,5)	928 (1,7)	3632 (20,7) 1	305 (2,1) 2
Ионизирующее излучение / Ionizing radiation	587 (1,4)	335 (0,6)	11 (0,1)	106 (0,7)
Освещенность / Illumination	607 (1,4)	1444 (2,7)	2490 (14,2) 1	946 (6,5) 2
Инфразвук / Infrasound	463 (1,1)	701 (1,3)	152 (0,9)	43 (0,3)
Вибрация локальная / Hand-arm vibration	316 (0,7)	655 (1,2)	226 (1,3)	536 (3,7)
Биологические факторы / Biological factors	295 (0,7)	1571 (3,0) 2	0	446 (3,1)
Сочетанное действие двух и более факторов / Combined exposure to two or more factors	11 176 (26,4)	9946 (18,7) 2	6762 (38,6) 1	3504 (24,2) 2
Всего / Total	42 258	53 193	17 517	14 471

Примечание для таблиц 1–5: ¹ – различия ($p < 0,05$) между работниками нефтегазо- и угледобывающих предприятий; ² – различия ($p < 0,05$) между основными и группами сравнения; ВЭД – вид экономической деятельности.

Notes for tables 1–5: ¹ – differences ($p < 0.05$) between employees of oil and gas extraction and coal mining facilities; ² – differences ($p < 0.05$) between the main and control cohorts.

Таблица 2. Среднее годовое число и доля (%) работников на объектах санитарно-эпидемиологического благополучия при добыче углеводородного сырья**Table 2. The average annual number and proportion (%) of employees at the facilities of sanitary and epidemiological wellbeing in the extraction of hydrocarbon raw materials**

Группа объектов санитарно-эпидемиологического благополучия / Group of objects of sanitary and epidemiological wellbeing	Ненецкий и Ямало-Ненецкий АО / Nenets and Yamalo-Nenets Autonomous Areas		Город Воркута и Чукотский АО / City of Vorkuta and Chukotka Autonomous Area	
	Добыча газа и нефти / Gas and oil extraction	Все другие ВЭД / Other economic activities	Добыча угля / Coal mining	Все другие ВЭД / Other economic activities
Первая (удовлетворительные условия) / First (satisfactory conditions)	40 736 (46,4)	39 520 (39,0) ²	0 ¹	5426 (33,9) ²
Вторая (неудовлетворительные условия) / Second (unsatisfactory conditions)	44 315 (50,5)	48 811 (48,1) ²	1461 (14,9) ¹	7035 (44,1) ²
Третья (крайне неудовлетворительные условия) / Third (extremely unsatisfactory conditions)	2693 (3,1)	13132 (12,9) ²	8331 (85,1) ¹	3522 (22,0) ²
Всего / Total	87 744	101 463	9792	15 983

тых добычей природного газа и нефти ($p < 0,001$), а также у работников группы сравнения. Также у шахтеров отмечалась большая доля лиц с двумя и более профессиональными заболеваниями ($p < 0,001$), большее число нозологических форм профессиональных заболеваний у одного работника ($p < 0,001$). Риск развития профессионального заболевания у шахтеров был выше, чем у работников нефтегазодобывающих предприятий: ОР = 441,3; ДИ 164,0–1187,3; $p < 0,001$ и работников остальных видов экономической деятельности в г. Воркуте и Чукотском АО: ОР = 50,9; ДИ 20,9–124,0; $p < 0,001$.

У работников нефтегазодобывающих и угледобывающих предприятий профессиональные заболевания вызывали одни и те же 7 вредных производственных факторов, но их структуры по этиологической значимости были совершенно разными. При добыче газа и нефти наибольший удельный вес среди факторов имели шум, тяжесть труда и общая вибрация. У шахтеров основными причинами развития заболеваний были тяжесть труда, аэрозоли фиброгенного действия и локальная вибрация. Статистически значимые различия между двумя группами работников отмечались по 6 из 7 факторов, кроме охлаждающего микроклимата рабочих мест. В группах сравнения 28 профессио-

нальных заболеваний были вызваны биологическими факторами (22 случая COVID-19, 5 случаев туберкулеза органов дыхания у медицинских работников, и один случай эхинококкоза у животного). При добыче нефти и газа значимые различия с группой сравнения отмечались по четырем факторам: шум, тяжесть труда, общая вибрация и биологические факторы. При добыче угля таких факторов было шесть: шум, тяжесть труда, локальная и общая вибрация, аэрозоли преимущественно фиброгенного действия и биологические факторы.

Основным технологическим обстоятельством, делавшим возможным воздействие вредных производственных факторов на работников при добыче как нефти и газа, так и угля, были конструктивные недостатки машин, механизмов и другого оборудования. Причем у шахтеров на это обстоятельство приходилось почти три четверти всех случаев. Несовершенство технологических процессов имело большее значение при добыче нефти и газа, чем угля.

У шахтеров профессиональная патология развивалась преимущественно при условиях труда, соответствовавшим классам вредности 3.2–3.4, а у работников нефтегазодобывающих предприятий – при классах вредности 3.1–3.2. Единичные случаи заболеваний отмечались при допустимых

Таблица 3. Общая характеристика работников с впервые установленной профессиональной патологией в 2007–2021 гг.**Table 3. General characteristics of incident cases of occupational diseases among the workers, 2007–2021**

Показатель / Indicator	Ненецкий и Ямало-Ненецкий АО / Nenets and Yamalo-Nenets Autonomous Areas		Город Воркута и Чукотский АО / City of Vorkuta and Chukotka Autonomous Area	
	Добыча газа и нефти / Gas and oil extraction	Все другие ВЭД / Other economic activities	Добыча угля / Coal mining	Все другие ВЭД / Other economic activities
Число работников / Number of workers	50	308	2344	80
Пол / Sex: мужчины / males (%) женщины / females (%)	50 (100,0) 0	289 (93,8) 19 (6,2)	2260 (96,4) 84 (3,6)	65 (81,3) ² 15 (18,7) ²
Средний возраст, лет / Mean age, years	54,8 ± 0,7	55,1 ± 0,4	50,9 ± 0,3 ¹	55,4 ± 0,82
Средний стаж, лет / Mean job seniority, years	27,4 ± 1,1	28,9 ± 0,5	24,7 ± 0,1 ¹	27,7 ± 0,72
Общее число заболеваний / Total number of diseases	54	310	2962	85
Число и доля работников с двумя и более заболеваниями / Number and proportion of employees with two or more diseases (%)	4 (8,7)	2 (0,6) ²	616 (26,3) ¹	5 (6,3) ²
Число заболеваний у одного работника / 10 000 работников / Number of diseases per worker/10,000 workers	1,08 ± 0,04	1,01 ± 0,01	1,26 ± 0,03 ¹	1,06 ± 0,02 ²

и экстремальных условиях труда. Различия между двумя группами при классах условий труда классов 2, 3.1, 3.2, 3.3 и 3.4 были статистически значимыми (табл. 4).

В структуре профессиональной патологии работников нефтегазодобывающих и угледобывающих предприятий также имелись существенные различия. У лиц, занятых добычей газа и нефти, отмечались большие удельные веса болезней уха (тугоухость) и болезней класса «Травмы, отравления и другие последствия воздействия внешних причин», чем у шахтеров. У последних в структуре патологии были выше доли болезней костно-мышечной и нервной систем, а также органов дыхания. Доли классов заболеваний в соответствующих основных и группах сравнения отличались по большинству позиций, тогда как между группами сравнения различия были минимальными: только по долям болезней костно-мышечной системы ($p < 0,001$) и болезням уха ($p < 0,001$) (табл. 5).

В число наиболее часто выявляемых нозологических форм профессиональных заболеваний

у шахтеров вошли хронический бронхит (21,3 %), радикулопатия (21,0 %) и моно- и полинейропатия (10,3 %), а у работников нефтегазодобывающих предприятий – нейросенсорная тугоухость (46,3 %), радикулопатия (18,5 %) и вибрационная болезнь (16,7 %). В обеих группах сравнения преобладала нейросенсорная тугоухость: 81,9 и 62,4 %.

В 2007–2021 годах динамика числа впервые выявленных профессиональных заболеваний у шахтеров-угольщиков имела значительные особенности (рисунок). Резкий рост (в 1,32 раза) отмечался в 2010–2012 годах, умеренный (1,03 раза) – в 2013–2018 годах, а в 2018–2021 годах произошло существенное (в 1,77 раза) снижение числа заболеваний. За этот же 15-летний период наблюдений у работников нефтегазодобывающих предприятий и других видов экономической деятельности (не включая добычу полезных ископаемых) существенная динамика числа заболеваний отсутствовала (линия тренда параллельна оси абсцисс).

С учетом числа работников, занятых на объектах санитарно-эпидемиологического благополучия

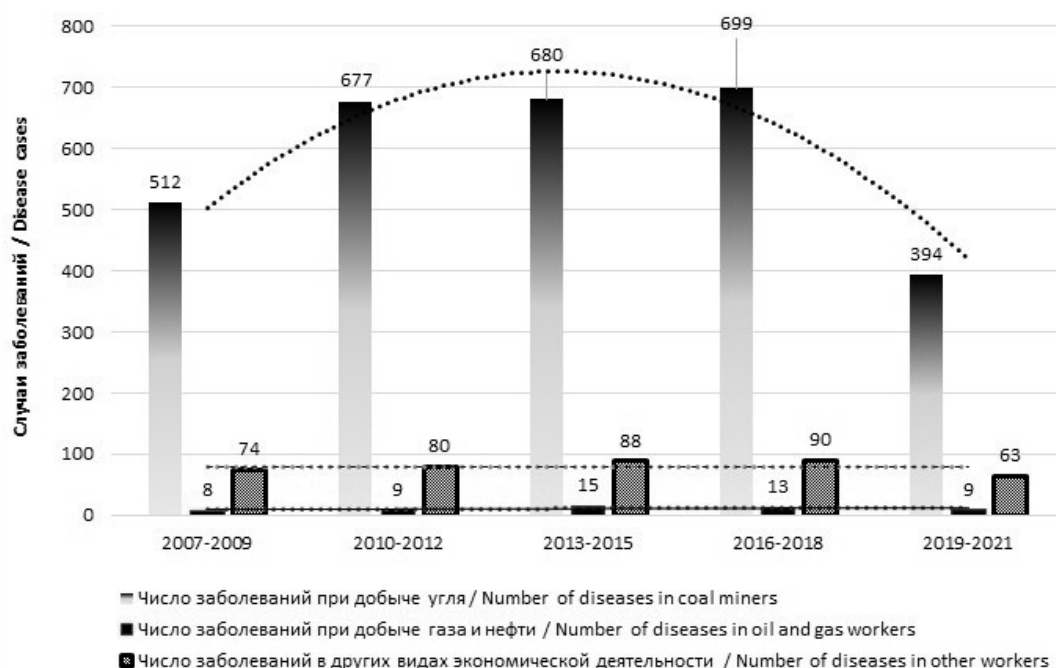
Таблица 4. Число и доля (%) профессиональных заболеваний, возникших при воздействии определенных вредных производственных факторов, обстоятельствах и классах условий труда

Table 4. The number and proportion (%) of occupational diseases related to certain occupational risk factors, circumstances and classes of working conditions

Показатель / Indicator	Ненецкий и Ямало-Ненецкий АО / Nenets and Yamalo-Nenets Autonomous Areas		Город Воркута и Чукотский АО / City of Vorkuta and Chukotka Autonomous Area	
	Добыча газа и нефти / Gas and oil extraction	Все другие ВЗД / Other economic activities	Добыча угля / Coal mining	Все другие ВЗД / Other economic activities
Вредный производственный фактор / Occupational risk factor				
Шум / Noise	26 (48,1)	254 (81,9) ²	244 (8,2) ¹	53 (62,4) ²
Тяжесть труда / Labor severity	13 (24,1)	15 (4,8) ²	1455 (49,1) ¹	14 (16,5) ²
Вибрация общая / Whole-body vibration	9 (16,7)	8 (2,6) ²	30 (1,0) ¹	3 (3,5) ²
Химические вещества I–IV классов опасности и канцерогены / Chemicals of hazard classes I–IV and carcinogens	3 (5,6)	7 (2,3)	7 (0,2) ¹	0
Вибрация локальная / Hand-arm vibration	1 (1,9)	2 (3,8)	461 (15,6) ¹	4 (4,7) ²
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия / Fibrous aerosols	1 (1,9)	1 (1,9)	758 (25,6) ¹	5 (5,9) ²
Микроклимат охлаждающий / Cold environment	1 (1,9)	1 (1,9)	7 (0,2)	0
Биологические факторы / Biological factors	0	22 (7,1) ²	0	6 (7,1) ²
Технологические обстоятельства / Technological circumstances				
Конструктивные недостатки машин, механизмов и другого оборудования / Design flaws of machines, mechanisms and other equipment	26 (48,1)	193 (62,3) ²	2213 (74,7) ¹	56 (65,9)
Несовершенство технологических процессов / Imperfection of technological processes	16 (29,6)	64 (20,6) ²	280 (9,5) ¹	16 (18,8) ²
Несовершенство рабочих мест / Imperfect workplaces	8 (14,8)	12 (3,9) ²	465 (15,7)	3 (3,5) ²
Профессиональный контакт с инфекционным агентом / Occupational exposure to an infectious agent	0	22 (7,1) ²	0	6 (7,1) ²
Неисправность машин, механизмов и другого оборудования / Malfunction of machines, mechanisms and other equipment	0	10 (3,2)	2 (0,1)	3 (3,5) ²
Прочие / Others	0	9 (2,9)	2 (0,1)	1 (1,2)
Класс условий труда / Class of working condition				
2	3 (5,6)	3 (1,0)	5 (0,2) ¹	1 (1,2)
3.1	22 (40,7)	79 (25,5) ²	346 (11,7) ¹	12 (14,1)
3.2	26 (48,1)	183 (57,7) ²	993 (33,5) ¹	55 (64,7) ²
3.3	3 (5,6)	40 (12,9) ²	1029 (34,7) ¹	15 (17,6) ²
3.4	0	5 (1,6)	538 (18,2) ¹	2 (2,4) ²
4	0	0	51 (1,7)	0

Таблица 5. Число и доля (%) профессиональных заболеваний различных классов, возникающих при добыче углеводородного сырья**Table 5. The number and proportion (%) of occupational diseases of various categories related to extraction of hydrocarbon raw materials**

Класс болезней / Disease category	Ненецкий и Ямало-Ненецкий АО / Nenets and Yamalo-Nenets Autonomous Areas		Город Воркута и Чукотский АО / City of Vorkuta and Chukotka Autonomous Area	
	Добыча газа и нефти / Gas and oil extraction	Все другие ВЭД / Other economic activities	Добыча угля / Coal mining	Все другие ВЭД / Other economic activities
Органов дыхания / Diseases of the respiratory system	1 (1,9)	3 (1,0)	806 (27,2) ¹	5 (5,9) ²
Костно-мышечной системы и соединительной ткани / Diseases of the musculoskeletal system and connective tissue	12 (22,2)	16 (5,2) ²	1294 (43,7) ¹	16 (18,8) ²
Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин / Injuries, poisoning and some other consequences of external causes	10 (18,5)	9 (2,9) ²	108 (3,6) ¹	2 (2,4)
Уха и сосцевидного отростка / Diseases of the ear and mastoid process	25 (46,3)	254 (81,9) ²	58 (2,0) ¹	53 (62,4) ²
Нервной системы / Diseases of the nervous system	4 (7,4)	2 (0,6) ²	686 (23,2) ¹	3 (3,5) ²
Новообразования злокачественные / Malignant neoplasms	0	1 (0,3)	7 (0,2)	0
Кожы и подкожной клетчатки / Diseases of the skin and subcutaneous tissue	2 (3,7)	3 (1,0)	0	0
Инфекционные и паразитарные / Infectious and parasitic diseases	0	22 (7,1) ²	0	6 (7,1)
Системы кровообращения / Diseases of the circulatory system	0	0	3 (0,1)	0

**Рисунок. Число впервые выявленных профессиональных заболеваний у работников различных видов экономической деятельности в Арктике****Figure. Incident cases of occupational diseases in workers engaged in various types of economic activity in the Arctic**

в Республике Коми (г. Воркута), Ненецком, Ямало-Ненецком и Чукотском АО, средний годовой показатель профессиональной заболеваемости в 2007–2021 годах при добыче каменного угля составил 201,71 / 10 000 работников, при добыче газа и нефти – 0,41 / 10 000 работников (разница в 492,0 раза). У работников предприятий всех других видов экономической деятельности в г. Воркуте

и Чукотском АО этот показатель был на уровне 3,55 / 10 000 работников, а в Ненецком и Ямало-Ненецком АО – 2,02 / 10 000 работников. Важно отметить, что в группе сравнения по добыче угля профессиональная заболеваемость была в 56,82 раза меньше, чем в основной, тогда как в группе сравнения по добыче газа и нефти – в 4,93 раза выше, чем в основной.

Обсуждение. В результате выполненного исследования установлен ряд фактов, заслуживающих внимания и научного объяснения. Прежде всего, это почти пятисоткратные различия уровней средней годовой профессиональной заболеваемости между шахтерами угольных предприятий Республики Коми (г. Воркута) и Чукотского АО, с одной стороны, и работниками нефтегазодобывающих предприятий в Ямало-Ненецком и Ненецком АО, с другой. Кроме того, необходимо отметить, что в 2007–2021 годах уровень профессиональной заболеваемости шахтеров-угольщиков в 7,74 раза превышал общероссийский показатель в угольной промышленности (26,05 / 10 000 работников) в 2006 году (более поздних данных в открытом доступе обнаружить не удалось). Напротив, заболеваемость работников нефтегазодобывающих предприятий была в 8,14 раза ниже, чем в нефтедобывающей промышленности (3,34 / 10 000 работников) и в 2,68 раза ниже, чем в газовой промышленности России (1,10 / 10 000 работников)¹.

Очевидно, что столь существенные различия только частично могут быть вызваны худшими условиями труда при добыче угля по сравнению с добычей газа и нефти. Также не представляется возможным связать различия профессиональной заболеваемости в двух сравниваемых отраслях промышленности с природно-климатическими условиями Арктики. Они хотя и имеют некоторые особенности в европейской и азиатской частях Арктики, но в целом характеризуются сходным экстремальным воздействием на организм человека во всех четырех изученных регионах [12, 14]. О незначительном влиянии климатических условий говорит то, что различие уровня профессиональной заболеваемости между двумя группами сравнения составило всего 1,76 раза, тогда как между двумя основными группами – 492,0 раза.

Так как исследование проводилось в Арктике, особое внимание уделялось охлаждающему микроклимату рабочих мест и его влиянию на профессиональное здоровье. В научной литературе представлены убедительные данные о том, что хронический холодовой стресс может быть причиной нарушения физической и умственной работоспособности, координации движений, болевого синдрома, производственных травм [28, 29]. В структуре вредных факторов на нефтегазодобывающих предприятиях охлаждающий микроклимат был одним из наиболее распространенных, занимая долю 14,7 %. Однако только в 1,9 % случаях он был признан причиной развития заболеваний. Меньшее значение охлаждающий микроклимат имел у шахтеров, вероятно, вследствие того, что основные объемы сырья добываются шахтным способом при относительно стабильных параметрах температуры, влажности и движения воздуха. Доля охлаждающего микроклимата в структуре вредных факторов шахтеров составила 2,3 %, а как причина развития заболевания он признавался в 0,2 % случаев. Приведенные данные позволяют предполагать недооценку этого

фактора при изучении условий труда и при проведении экспертизы связи заболеваний с профессией.

Для объяснения резких различий в уровнях профессионального здоровья лиц, осуществляющих добычу нефти, газа и угля, помимо вредных производственных и климатических факторов необходимо рассматривать и другие причины, способные оказывать влияние на показатели профессиональной заболеваемости работающего населения Арктики. Среди них могут быть следующие.

1. Широкое применение при добыче нефти и газа вахтового метода труда (в отличие от угледобывающих предприятий), при котором затруднены диагностика и официальная регистрация профессиональных заболеваний, а также велика вероятность низкого качества медицинских осмотров [30]. Кроме того, между регионами страны, где вахтовики временно работают и где они постоянно проживают, отсутствует надлежащий обмен информацией о случаях впервые выявленной профессиональной патологии.

2. Сознательное сокрытие работниками, особенно при вахтовом методе труда, жалоб и других клинических проявлений профессиональных заболеваний для сохранения лучше оплачиваемых рабочих мест в арктических районах [31].

3. Феномен «здорового работника», возникающий вследствие естественного разделения вахтовиков на тех, кто хорошо и плохо переносит резкие изменения производственных, климатических и бытовых условий, связанных с трудовой деятельностью в Арктике. Первая группа с исходно лучшим состоянием здоровья продолжает трудиться в вахтовом режиме, и у них действительно редко формируются профессиональные болезни. Вторая группа в результате «стихийного профотбора» вынуждена отказываться от этого вида трудовой деятельности. При этом медицинские основания для такого решения в большинстве случаев остаются неизвестными и неучтенными. Так формируется феномен «здорового работника», когда ожидаемо худшее состояние здоровья лиц, работающих во вредных условиях, оказывается лучше, чем популяции в целом [32].

4. Использование при добыче угля преимущественно труда местных жителей, длительно проживающих в Арктике, состояние здоровья которых может уже изначально уступать состоянию здоровья вахтовиков – жителей климатически более благоприятных регионов.

С учетом полученных данных заслуживает дополнительного анализа весь спектр влияния вахтового метода организации труда на работников, прибывающих из разных регионов России для осуществления добычи нефти и газа в Арктике. Логично предположить, что отмечаемый у них низкий уровень профессиональной заболеваемости может быть обусловлен не только дефектами выявления и регистрации существующих нарушений здоровья. Нельзя исключить, что, помимо негативного эффекта, есть и положительное влияние этого метода

¹ «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Российской Федерации в 2006 году». Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2007.

выполнения работ. Оно может быть обусловлено тем, что после трудовой вахты в Арктике следует продолжительный период отдыха в привычных климатических и бытовых условиях постоянного места проживания. В течение этого времени прекращается контакт с вредными производственными факторами, не происходит аккумуляции их отрицательных эффектов, создаются условия для восстановления возможных начальных проявлений нарушений здоровья работника. Подтверждение или опровержение данной гипотезы потребует дополнительных исследований.

В качестве ограничения проведенного исследования можно считать привязку полученных результатов и выводов к сравнительно небольшому региону Российской Арктики: Республика Коми (г. Воркута), Ненецкий, Ямало-Ненецкий и Чукотский АО.

Заключение. В Российской Арктике в 2007–2021 годах отмечался выраженный контраст в условиях труда и числе профессиональных заболеваний между шахтерами угледобывающих предприятий в Республике Коми (г. Воркута) и Чукотском АО, с одной стороны, и работниками нефтегазодобывающих предприятий Ненецкого и Ямало-Ненецкого АО, с другой. Так, на объектах крайне неудовлетворительного санитарно-эпидемиологического благополучия были трудоустроены 85,1 % шахтеров и только 3,1 % работников газодобывающих предприятий. У шахтеров выявлялись 98,2 % всех профессиональных болезней работников, занятых в добыче топливно-энергетических ресурсов, а уровень профессиональной заболеваемости (201,71 / 10000 работников) в 492 раза превышал этот показатель при добыче нефти и газа (0,41 / 10000 работников). Полученные новые данные подтверждают более высокий уровень здоровья работников нефтегазодобывающих предприятий по сравнению как с шахтерами-угольщиками, так и лицами, занятыми в других видах экономической деятельности в Арктике. В то же время показано, что шахтеры-угольщики Арктики нуждаются в приоритетных мерах по улучшению условий труда и совершенствованию всех видов профилактики профессиональной патологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шуранова А.А., Петрунин Ю.Ю. Энергетический кризис 2021–2022 гг. в отношениях России и Европейского Союза // Государственное управление. Электронный вестник. 2022. № 90. С. 74–89. doi: 10.24412/2070-1381-2022-90-74-89
2. Соломин Е.В., Юнусов П.А., Ковалёв А.А. и др. Обоснование грядущих глобальных энергетических проблем // Альтернативная энергетика и экология (ISJAE). 2021. № 4-6 (362-364). С. 48–60. doi: 10.15518/is-jaee.2021.04-06.048-060. EDN: UMOYXX
3. Дудин М., Лясников Н., Проценко О., Цветков В. Квантификация и оценка рисков проектов добычи углеводородных ресурсов в Арктике // Экономическая политика. 2017. Т. 12. № 4. С. 168–195. doi: 10.18288/1994-5124-2017-4-07. EDN: ZFJDJN
4. Адилов У.Х. Профессиональная заболеваемость работников, занятых на открытом и подземном способах добычи угля // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2019. № 10. С. 50–57. doi: 10.17513/mjpf.12866. EDN: HWJZBN
5. Мартынова Н.А., Кислицына В.В. Профессиональная заболеваемость шахтеров (обзор литературы) // Здоровье. Медицинская экология. Наука. 2017. № 5(72). С. 46–52. doi: 10.5281/zenodo.1115460
6. Панков В.А., Кулешова М.В. Оценка условий труда и профессионального риска у работников при добыче угля открытым способом // Гигиена и санитария. 2020. Т. 99. № 10. С. 1112–1119. doi: 10.47470/0016-9900-2020-99-10-1112-1119. EDN: XCDCLT
7. Валеева В.Т., Гимранова Г.Г., Шайхлисламова Э.Р. Производственные и непроизводственные факторы риска развития болезней системы кровообращения у работников нефтяной промышленности // Здоровье населения и среда обитания. 2021. № 3 (336). С. 4–8. doi: 10.35627/2219-5238/2021-336-3-4-8. EDN: GFCSVM
8. Гимранова Г.Г., Бакиров А.Б., Шайхлисламова Э.Р., Каримова Л.К., Бейгул Н.А., Маврина Л.Н. Заболевания костно-мышечной и периферической нервной систем у нефтяников в условиях сочетанного воздействия вибрации и тяжести трудового процесса // Гигиена и санитария. 2017. Т. 96. № 6. С. 552–555. doi: 10.18821/0016-9900-2017-96-6-552-555
9. Каримова Л.К., Капцов В.А., Салимгареева Т.М., Маврина Л.Н., Гимаева З.Ф., Бейгул Н.А. Оценка риска нарушения здоровья работников предприятий топливно-энергетического комплекса // Здоровье населения и среда обитания. 2017. № 4 (289). С. 25–30. doi: 10.35627/2219-5238/2017-289-4-25-30. EDN: YLIDCL
10. Antipov S. Occupational health in Siberia and Arctic zones. *Occup Environ Med.* 2018;75(Suppl 2):A247. doi: 10.1136/oemed-2018-ICOHabstracts.706
11. 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. № 1. С. 3–12. doi: 10.17816/humeco17269. EDN: RYIEQP
12. Корчин В.И., Корчина Т.Я., Терникова Е.М., Бикбулатова Л.Н., Лапенко В.В. Влияние климатогеографических факторов Ямало-Ненецкого автономного округа на здоровье населения (обзор) // Журнал медико-биологических исследований. 2021. Т. 9. № 1. С. 77–88. doi: 10.37482/2687-1491-Z046. EDN: JFHWCN
13. Мышинская Ж.М. Влияние климатических и экологических факторов на здоровье человека в условиях Крайнего Севера // Ямальский вестник. 2016. № 2 (7). С. 79–80. EDN: TVXVPX
14. Хаснулин В.И., Хаснулин П.В. Современные представления о механизмах формирования северного стресса у человека в высоких широтах // Экология человека. 2012. № 1. С. 3–11. EDN: OSKLQP
15. Фадеев А.Г., Горяев Д.В., Зайцева Н.В., Шур П.З., Редько С.В., Фокин В.А. Нарушения здоровья работников, связанные с факторами риска условий труда в горнодобывающей промышленности Арктической зоны (аналитический обзор) // Анализ риска здоровью. 2023. № 1. С. 184–193. doi: 10.21668/health.risk/2023.1.17
16. 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. EDN: PRWHRZ
17. Gorbanev S, Syurin S, Kovshov A. Features of occupational health risks in the Russian Arctic (on the example of Nenets Autonomous Okrug and Chukotka Autonomous Okrug). *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(3):1061. doi: 10.3390/ijerph18031061
18. Witter RZ, Tenney L, Clark S, Newman LS. Occupational exposures in the oil and gas extraction industry: State of the science and research recommendations. *Am J Ind Med.* 2014;57(7):847–856. doi: 10.1002/ajim.22316
19. Holder C, Hader J, Avanasir R, et al. Evaluating potential human health risks from modeled inhalation exposures to volatile organic compounds emitted from oil and gas operations. *J Air Waste Manag Assoc.* 2019;69(12):1503–1524. doi: 10.1080/10962247.2019.1680459

20. Beer C, Kolstad HA, Søndergaard K, et al. A systematic review of occupational exposure to coal dust and the risk of interstitial lung diseases. *Eur Clin Respir J*. 2017;4(1):1264711. doi: 10.1080/20018525.2017.1264711
21. Blackley DJ, Halldin CN, Scott Laney A. Continued increase in prevalence of coal workers' pneumoconiosis in the United States, 1970–2017. *Am J Public Health*. 2018;108(9):1220–1222. doi: 10.2105/AJPH.2018.304517
22. Горбанев С.А., Сюрин С.А., Фролова Н.М. Условия труда и профессиональная патология горняков угольных шахт в Арктике // Медицина труда и промышленная экология. 2019. Т. 59. № 8. С. 452–457. doi: 10.31089/1026-9428-2019-59-8-452-457. EDN: KBQNJH
23. Алексеенко В.Д., Симонова Н.Н., Зуева Т.Н. Влияние производственных факторов на состояние здоровья работников нефтедобычи при вахтовой организации труда в Заполярье // Экология человека. 2009. № 6. С. 47–50. EDN: KXRIGF
24. Громова Л.Е., Алексеенко В.Д., Дегтева Г.Н. Краткая характеристика санитарно-гигиенических условий труда нефтяников в условиях Заполярья // Экология человека. 2009. № 11. С. 16–19.
25. Korneeva Y, Simonova N. Job stress and working capacity among fly-in-fly-out workers in the oil and gas extraction industries in the Arctic. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(21):7759. doi: 10.3390/ijerph17217759
26. Горбанев С.А., Сюрин С.А. Риски здоровью и профессиональная патология при добыче топливно-энергетических ископаемых в Арктической зоне России. России // Российская Арктика. 2019. № 6. С. 55–64. doi: 10.24411/2658-4255-2019-10068. EDN: WPEGME
27. Сюрин С.А. Риски здоровью при добыче полезных ископаемых в Арктике // Здоровье населения и среда обитания. 2020. № 11 (332). С. 55–61. doi: 10.35627/2219-5238/2020-332-11-55-61. EDN: ETTYNV
28. Ikäheimo T, Rytönen M. Cold exposure, adaptation and performance. In: Kue Young T, Bjerregaard P, eds. *Health Transitions in Arctic Populations*. University of Toronto Press; 2008:245–262. doi: 10.3138/9781442688193-018
29. 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
30. Дубинина Н.И., Дегтева Г.Н., Корнеева Я.А. Особенности проведения предварительных и периодических медицинских осмотров персонала в условиях работы вахтовым методом на Арктическом шельфе // Бюллетень ВШНЦ СО РАМН. 2012. № 5 (2). С. 127–130.
31. Syurin S, Kizeev A. Occupational health risks in oil and gas workers in the Russian Arctic. *Reliability: Theory & Applications*. 2022;17(S14(70)):400–410.
32. Мелентьев А.В., Бабанов С.А., Стрижаков Л.А., Винников Д.В., Острякова Н.А. Проблемы профессионального отбора и эффект здорового рабочего в медицине труда // Здравоохранение Российской Федерации. 2021. Т. 65. № 4. С. 394–399. doi: 10.47470/0044-197X-2021-65-4-394-399. EDN: TMVZIU
4. Adilov UKh. Professional morbidity of employees, open and underground methods coal production. *Mezhdunarodnyy Zhurnal Prikladnykh i Fundamental'nykh Issledovaniy*. 2019;(10):50–57. (In Russ.) doi: 10.17513/mjpf.12866
5. Martynova NA, Kislitsyna VV. The occupational morbidity of the miners (literature review). *Zdorov'e. Meditsinskaya Ekologiya. Nauka*. 2017;(5(72)):46–52. (In Russ.) doi: 10.5281/zenodo.1115460
6. Pankov VA, Kuleshova MV. Working conditions and occupational risk for workers employed in the open-pit coal mining sector. *Gigiena i Sanitariya*. 2020;99(10):1112–1119. (In Russ.) doi: 10.47470/0016-9900-2020-99-10-1112-1119
7. Valeeva ET, Gimranova GG, Shaikhislamova ER. Work-related and behavioral risk factors of diseases of the circulatory system in oil industry workers. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2021;(3(336)):4–8. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2021-336-3-4-8
8. Gimranova GG, Bakirov AB, Shaikhislamova ER, Karimova LK, Beigul NA, Mavrina LN. Musculo-skeletal and peripheral nervous diseases in employees of the oil industry in conditions of the combined impact of vibration and the heavy working process. *Gigiena i Sanitariya*. 2017;96(6):552–555. (In Russ.) doi: 10.18821/0016-9900-2017-96-6-552-555
9. Karimova LK, Kaptsov VA, Salimgareeva TM, Mavrina LN, Gimaeva ZF, Beigul NA. Health risk assessment of violations of workers of enterprises of fuel and energy complex. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2017;(4(289)):25–30. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2017-289-4-25-30
10. Antipov S. Occupational health in Siberia and Arctic zones. *Occup Environ Med*. 2018;75(Suppl 2):A247. doi: 10.1136/oemed-2018-ICOHabstracts.706
11. Chashchin VP, 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;(1):3–12. (In Russ.)
12. Korchin VI, Korchina TYa, Ternikova EM, Bikbulatova LN, Lapenko VV. Influence of climatic and geographical factors of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug on the health of its population (review). *Zhurnal Mediko-Biologicheskikh Issledovaniy*. 2021;9(1):77–88. (In Russ.) doi: 10.37482/2687-1491-Z046
13. Myshinskaya ZhM. The influence of climate and environmental factors on health in the Far North. *Yamal'skiy Vestnik*. 2016;(2(7)):79–80. (In Russ.)
14. 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.)
15. Fadeev AG, Goryaev DV, Zaitseva NV, Shur PZ, Red'ko SV, Fokin VA. Health disorders in workers associated with health risks at workplaces in mining industry in the Arctic (analytical review). *Health Risk Analysis*. 2023;(1):184–193. (In Russ.) doi: 10.21668/health.risk/2023.1.17
16. 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
17. Gorbaney S, Syurin S, Kovshov A. Features of occupational health risks in the Russian Arctic (on the example of Nenets Autonomous Okrug and Chukotka Autonomous Okrug). *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(3):1061. doi: 10.3390/ijerph18031061
18. Witter RZ, Tenney L, Clark S, Newman LS. Occupational exposures in the oil and gas extraction industry: State of the science and research recommendations. *Am J Ind Med*. 2014;57(7):847–856. doi: 10.1002/ajim.22316
19. Holder C, Hader J, Avanasia R, et al. Evaluating potential human health risks from modeled inhalation exposures to volatile organic compounds emitted from oil and gas operations. *J Air Waste Manag Assoc*. 2019;69(12):1503–1524. doi: 10.1080/10962247.2019.1680459

REFERENCES

1. Shuranova AA, Petrunin YuYu. The 2021–2022 energy crisis in relations between Russia and the European Union. *Gosudarstvennoye Upravlenie. Elektronnyy Vestnik*. 2022;(90):74–89. (In Russ.) doi: 10.24412/2070-1381-2022-90-74-89
2. Solomin EV, Yunusov PA, Kovalyov AA, et al. Justification of upcoming global energy problems. *Alternativnaya Energetika i Ekologiya (ISJAE)*. 2021;(4-6(362-364)):48–60. (In Russ.) doi: 10.15518/isjaee.2021.04-06.048-060
3. Dudin MN, Lysanikov NV, Protchenko OD, Tsvetkov VA. Quantification and risk assessment of hydrocarbon resources development projects in the Arctic Region. *Ekonomiceskaya Politika*. 2017;12(4):168–195. (In Russ.) doi: 10.18288/1994-5124-2017-4-07

20. Beer C, Kolstad HA, Søndergaard K, et al. A systematic review of occupational exposure to coal dust and the risk of interstitial lung diseases. *Eur Clin Respir J*. 2017;4(1):1264711. doi: 10.1080/20018525.2017.1264711
21. Blackley DJ, Halldin CN, Scott Laney A. Continued increase in prevalence of coal workers' pneumoconiosis in the United States, 1970–2017. *Am J Public Health*. 2018;108(9):1220–1222. doi: 10.2105/AJPH.2018.304517
22. Gorbanev SA, Syurin SA, Frolova NM. Working conditions and occupational pathology of coal miners in the Arctic. *Meditsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya*. 2019;59(8):452–457. (In Russ.) doi: 10.31089/1026-9428-2019-59-8-452-457
23. Alekseenko VD, Simonova NN, Zueva TN. Influence of industrial factors on health status of oil production workers during rotations in Polar region. *Ekologiya Cheloveka (Human Ecology)*. 2009;(6):47–50. (In Russ.)
24. Gromova LE, Alekseenko VD, Degteva GN. Short characteristic of sanitary and hygienic working conditions of oilman in Zapolyarie. *Ekologiya Cheloveka (Human Ecology)*. 2009;(11):16–19. (In Russ.)
25. Korneeva Y, Simonova N. Job stress and working capacity among fly-in-fly-out workers in the oil and gas extraction industries in the Arctic. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(21):7759. doi: 10.3390/ijerph17217759
26. Gorbanev SA, Syurin SA. Occupational pathology and risks of its development in the extraction of fuel and energy minerals in the Russian Arctic. *Rossiyskaya Arktika*. 2019;(6):55–64. (In Russ.) doi: 10.24411/2658-4255-2019-10068
27. Syurin SA. Health risks of mining in the Arctic. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2020;(11(332)):55–61. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2020-332-11-55-61
28. Ikäheimo T, Rytönen M. Cold exposure, adaptation and performance. In: Kue Young T, Bjerregaard P, eds. *Health Transitions in Arctic Populations*. University of Toronto Press; 2008:245–262. doi: 10.3138/9781442688193-018
29. 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
30. Dubinina NI, Degteva GN, Korneyeva YA. Features of preliminary and periodic medical examinations of shift personnel in the Arctic shelf. *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo Nauchnogo Tsentra Sibirskogo Otdeleniya Rossiyskoy Akademii Meditsinskikh Nauk*. 2012;(5-2(87)):127–130. (In Russ.)
31. Syurin S, Kizeev A. Occupational health risks in oil and gas workers in the Russian Arctic. *Reliability: Theory & Applications*. 2022;17(S14(70)):400–410.
32. Melentev AV, Babanov SA, Strizhakov LA, Vinnikov DV, Ostryakova NA. Problems of professional selection and the effect of the healthy worker in occupational health. *Zdravookhranenie Rossiyskoy Federatsii*. 2021;65(4):394–399. (In Russ.) doi: 10.47470/0044-197X-2021-65-4-394-399

Сведения об авторах:

✉ **Сюрин** Сергей Алексеевич – д.м.н., главный научный сотрудник отдела исследований среды обитания и здоровья населения в Арктической зоне Российской Федерации; e-mail: kola.reslab@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0275-0553>.

Кизеев Алексей Николаевич – к.б.н., старший научный сотрудник отдела исследований среды обитания и здоровья населения в Арктической зоне Российской Федерации; e-mail: aleksei.kizeev@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8689-7327>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: *Сюрин С.А.*; сбор данных: *Кизеев А.Н.*; анализ и интерпретация результатов, литературный обзор: *Сюрин С.А.*; подготовка рукописи: *Сюрин С.А., Кизеев А.Н.* Авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант 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: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Статья получена: 28.04.23 / Принята к публикации: 16.05.23 / Опубликовано: 31.05.23

Author information:

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

Aleksei N. Kizeev, Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Arctic Environmental Health Department; e-mail: aleksei.kizeev@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8689-7327>.

Author contributions: study conception and design: *Syurin S.A.*; data collection: *Kizeev A.N.*; analysis and interpretation of results, literature review: *Syurin S.A.*; draft manuscript preparation: *Syurin S.A., Kizeev A.N.* Both authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: Not applicable.

Funding: The authors received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

Conflict of interest: The authors have no conflicts of interest to declare

Received: April 28, 2023 / Accepted: May 16, 2023 / Published: May 31, 2023