

УДК 613.62-057(98)

<http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-3-48-55>

ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВИЙ ТРУДА ГОРНОРАБОЧИХ ОТКРЫТОГО РУДНИКА ГОРНО-ХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: ПОПЕРЕЧНОЕ (ОДНОМОМЕНТНОЕ) ИССЛЕДОВАНИЕ

¹А. Н. Никанов*, ²А. Б. Гудков, ¹Н. И. Куприна, ²О. Н. Попова, ²С. П. Ермолин¹Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья, Санкт-Петербург, Россия²Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск, Россия

ВВЕДЕНИЕ. Для дальнейшего экономического развития страны стратегическим направлением является освоение значительных минерально-сырьевых ресурсов Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ). Исследования условий труда для предупреждения развития профессиональных заболеваний и сохранения здоровья работников, занятых в экономике АЗРФ, полностью отвечают национальным приоритетам государственной политики.

ЦЕЛЬ. Провести оценку условий труда горнорабочих открытого рудника, расположенного в АЗРФ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. С использованием метода санитарного описания, а также физических и химических методов исследованы условия трудовой деятельности водителей карьерных самосвалов, машинистов бульдозеров, буровых станков, экскаваторов и взрывников открытого рудника АЗРФ.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Природно-климатические условия в районе расположения рудников являются неблагоприятными с элементами экстремальности. Условия труда горнорабочих по физическим и химическим факторам соответствуют 2-му и 3-му классам 1–2-й степени вредности. В наибольшей степени предельно допустимые уровни превышены по шуму и вибрации, а также по содержанию оксидов азота и формальдегиду в кабинах карьерных бульдозеров, а в наименьшей степени – на рабочих местах машинистов буровых станков.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Для улучшения условий труда и сохранения здоровья горнорабочих необходимо разработать и внедрить комплексную программу мероприятий, адаптированную к арктическим условиям, направленную на профилактику профессиональных заболеваний, предусматривающую решения санитарно-технологического, санитарно-технического и медико-профилактического характера.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: морская медицина, Арктическая зона РФ, открытый рудник, горнорабочие, условия труда

*Для корреспонденции: Никанов Александр Николаевич, e-mail: a.nikanov@s-znc.ru

*For correspondence: Aleksandr N. Nikanov, e-mail: a.nikanov@s-znc.ru

Для цитирования: Никанов А.Н., Гудков А.Б., Куприна Н.И., Попова О.Н., Ермолин С.П. Характеристика условий труда горнорабочих открытого рудника горно-химического комплекса в Арктической зоне Российской Федерации: поперечное (одномоментное) исследование // *Морская медицина*. 2023. Т. 9, № 3. С. 48-55, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-3-48-55>.

For citation: Nikanov A.N., Gudkov A.B., Kuprina N.I., Popova O.N., Yermolin S.P. Characteristics of miners' working conditions in the surface mine of the mining and chemical complex in the arctic region of the Russian Federation: cross-sectional (simultaneous) study // *Marine medicine*. 2023. Vol. 9, No. 3. P. 48-55, doi: <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2023-9-3-48-55>.

© Авторы, 2023. Издатель ООО Балтийский медицинский образовательный центр. Данная статья распространяется на условиях «открытого доступа», в соответствии с лицензией ССВУ-NC-SA 4.0 («Attribution-NonCommercial-Share-Alike» / «Атрибуция-Некоммерчески-Сохранение Условий» 4.0), которая разрешает неограниченное некоммерческое использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии указания автора и источника. Чтобы ознакомиться с полными условиями данной лицензии на русском языке, посетите сайт: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ru>

CHARACTERISTICS OF MINERS' WORKING CONDITIONS IN THE SURFACE MINE OF THE MINING AND CHEMICAL COMPLEX IN THE ARCTIC REGION OF THE RUSSIAN FEDERATION: CROSS-SECTIONAL (SIMULTANEOUS) STUDY

¹ Alexander N. Nikanov *, ² Andrey B. Gudkov, ¹ Nadezhda I. Kuprina, ² Olga N. Popova,
² Sergey P. Ermolin

¹Northwest Scientific Centre of Hygiene and Public Health, St. Petersburg, Russia

²Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia

INTRODUCTION. The development of rich mineral resources in the Arctic region of the Russian Federation (ARRF) is a strategic direction for the further economic development of the country. The study of the working conditions to prevent the development of an occupational disease and to preserve the health of workers, employed in the ARRF economy, are fully aligned with national priorities of the state policy.

OBJECTIVE. To assess miner's working conditions in the surface mine, located in the Arctic region of the Russian Federation.

MATERIALS AND METHODS. Working conditions of mining dump truck, bulldozer, drilling machine, excavator drivers and blasting teams in the ARRF surface mine were examined with the use of sanitary description method as well as physical and chemical ones.

RESULTS. Natural and climatic conditions around mining sites are adverse with some extremeness. Miners' working conditions correspond to class 2 and 3 of 1-2 degree of harmfulness on physical and chemical factors. Maximum permissible levels are most exceeded on noise and vibration ones as well as on the content of nitric oxide and formaldehyde in the cabin of dump bulldozers, and least – in the workplace of drilling machine drivers.

CONCLUSION. To improve miners' working conditions and preserve their health, it is necessary to develop and implement a comprehensive program of measures, adapted to the Arctic conditions, aimed at preventing occupational diseases and providing for the solution of sanitary-technological and medical preventive issues.

KEYWORDS: marine medicine, Arctic region of the Russian Federation, surface mine, miners, working conditions.

Актуальность. Основная природно-ресурсная база страны в настоящее время сосредоточена в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ), которая обладает стратегическим резервом минеральных, энергетических и биологических запасов [1]. Вместе с тем следует подчеркнуть, что климат АЗРФ специфичен. С позиции гигиены и экологической физиологии арктические территории, безусловно, могут быть отнесены к экстремальным по ряду погодно-климатических параметров, которые осложняют условия производственной деятельности и проживания находящегося здесь населения [2]. Однако значительные природные ресурсы Арктики стимулируют промышленное производство и дальнейшую индустриализацию арктических территорий, в том числе и за счет горнодобывающих предприятий, что обосновывает необходимость и перспективы гигиенических исследований [3].

Одной из стратегических задач России в рамках развития минерально-сырьевого комплекса до 2030 года является увеличение добычи рудного сырья [4]. Важным этапом технологического процесса добычи руды является транспортировка значительных объемов ее от руд-

ников к местам складирования. В настоящее время на месторождениях Хибинского горного массива Кольского полуострова на территориях различных открытых рудников выполнены исследования по оценке класса условий труда водителей большегрузных карьерных самосвалов [5, 6], машинистов бульдозеров, экскаваторов и буровых установок [7–10]. При этом основное внимание уделялось оценке физических факторов: тяжести и напряженности труда, шуму, вибрации, инфразвуку и фиброгенным аэрозолям [11]. Анализ результатов выполненных работ по общей оценке факторов рабочей среды и трудового процесса показал, что у всех обследованных категорий работников открытых рудников условия труда соответствовали классу 3.1–3.3 (вредному).

Следует заметить, что на фоне все более активного освоения природных богатств Арктики, происходит постоянное совершенствование оборудования, в том числе у горняков, занятых открытой (карьерной) добычей руды. Поэтому регулярные гигиенические исследования физических и химических производственных факторов, оказывающих влияние на рабочих при эксплуатации различного горного оборудо-

вания, являются актуальными, что и побудило провести настоящее исследование.

Цель. Провести оценку условий труда горнорабочих открытого рудника, расположенного в АЗРФ.

Материалы и методы. Проведены комплексные гигиенические исследования на одном из горнодобывающих предприятий горно-химического комплекса Мурманской области – открытом руднике.

С использованием метода санитарного описания, а также физических и химических методов исследованы условия трудовой деятельности работников основных рабочих профессий: водителей карьерных самосвалов, машинистов бульдозеров, буровых станков, экскаваторов и взрывников.

Результаты. Установлено, что положительные среднемесячные температуры воздуха в районе расположения открытого рудника регистрируются лишь в течение четырех месяцев – с июня по сентябрь; средняя температура в этот период равна 3,7 °С, причем ни в один из месяцев температура воздуха не превышает +10 °С. Отрицательные температуры могут регистрироваться в любом месяце года. Наиболее низкие значения температуры отмечаются в период с декабря по март. Количество морозных дней на территории рудника доходит до 82 % от числа дней в году. Безморозный период составляет в среднем 38,5 дня. Сильные ветры, которые наблюдаются в течение 89 % всего времени года, характеризуются значительными скоростями и сильными порывами, особенно в холодные периоды, когда преобладает циклоническая деятельность. Так, среднемесячные скорости ветра зимой составляют от 4,6 до 11,2 м/с и вне зависимости от сезона наблюдаются скорости, превышающие 40 м/с. Атмосферное давление в течение года претерпевает значительные колебания и достигает суточных перепадов от 33,6 до 36,8 мм рт. ст. Относительная влажность воздуха в зоне расположения рудника высока и составляет в среднем 90 %. Наибольшие значения наблюдаются в зимний период. Количество дней в году с влажностью, превышающей 80 %, составляет 291. За год в районе рудника снегопады наблюдаются в течение 237 дней, дожди идут 98 дней. Длительность устойчивого снежного покрова составляет 299 дней. Свыше 5 месяцев в году высота снежного покрова превышает 100 см, а на уступах карьеров достигает

13 м. Количество дней с метелями – 182, продолжительностью по 14–18 часов.

Суточный ход изменений плотности кислорода в воздухе рудника составляет 263–268 г/м³. Количество дней без солнца – 153, а продолжительность солнечного сияния в солнечный день 6,2 часа.

При оценке вибрации и шума выявлено, что на рабочих местах фиксируются величины, превышающие предельно допустимые уровни (ПДУ). В наибольшей степени были увеличены параметры транспортной и транспортно-технологической вибрации (на 7–8 дБ по эквивалентному скорректированному уровню виброускорения) в кабинах горных машин на рабочих местах водителей карьерных автомобилей КРАЗ и машинистов бульдозеров ДЭТ-250 и Д-9-Н «Катерпиллер». У водителей большегрузного карьерного транспорта (БелАЗ-75121 и БелАЗ-75119) по параметрам общей вибрации было превышение ПДУ на 6 дБ. На рабочих местах машинистов буровых станков СБШ-250МН отмечено превышение на 5 дБ (по оси Z) ПДУ общей вибрации. У машинистов экскаваторов ЭКГ-8И, ЭКГ-10 параметры общей транспортно-технологической вибрации не превышали ПДУ.

Наиболее неблагоприятные условия труда по шуму определяются на рабочих местах машинистов бульдозеров Д-9-Н «Катерпиллер», на которых эквивалентный уровень звука превышал ПДУ на 8 дБА. У всех остальных обследованных профессий на рабочих местах эквивалентные уровни звука были на 1–4 дБА выше ПДУ.

В воздухе рабочих зон карьера определены также максимальные и среднесменные концентрации некоторых химических соединений.

Установлено, что у машиниста экскаватора в ремонтном боксе уровни оксида углерода были в 1,16 раза выше ПДК, а у машиниста бурового станка СБШ-250МН концентрации ксилола в 6,8 раза выше ПДК, бензола – 2 ПДК.

На участке подготовки и проведения массовых взрывов у взрывников и водителей автомобилей КРАЗ выявлено превышение в 2,14 раза ПДК тринитротолуола (ТНТ).

В рабочей зоне машинистов бульдозеров ДЭТ-250 и Д-9-Н максимальные концентрации оксидов азота в 1,12–1,3 раза выше ПДК и дополнительно в кабинах машинистов бульдозеров определяются повышенные в 1,5 раза концентрации формальдегида.

У водителей внутрикарьерного транспорта определены повышенные концентрации ряда веществ. В кабине водителя БелАЗ-7519 содержание оксидов азота составило 2,88 ПДК, формальдегида – 2,6 ПДК, оксида углерода – 1,55 ПДК.

Параметры микроклимата на постоянных рабочих местах в кабинах карьерного горного оборудования соответствуют нормативным.

У горнорабочих перечисленных выше профессий определен класс условий труда по физическому и химическому фактору (см. таблицу).

Таким образом, условия труда у горнорабочих по физическому и химическому факторам соответствуют 2-му (допустимому) и 3-му (вредному) классам.

Обсуждение. В рамках производственной деятельности горняки открытого рудника подвергаются воздействию комплекса экстремальных погодных-климатических факторов Арктики. Ведущим фактором является холод, который формируется всей совокупностью охлаждающих условий: низкие температуры атмосферного воздуха, высокие скорости ветра, недоста-

ток солнечной инсоляции, длительный период устойчивого снежного покрова. Известно, что холодовой фактор может являться причиной формирования риска для здоровья населения и оказывать опасное влияние на организм человека [12, 13]. Перечень повреждений здоровья, тесно связанных с воздействием холода, достаточно обширен и включает 33 класса и группы болезней [13]. Холод может являться этиологическим фактором возникновения повреждений (обморожения, крапивница, рабдомиолиз, болезнь Бергера, синдром Доната-Ладштейна, синдром Рейно и др.), а также патогенетическим фактором и быть решающим условием при некоторых патологических процессах (астма, артропатии, флебит и тромбофлебит, ишемическая болезнь сердца, нарушения сердечного ритма, перемежающаяся хромота и др.).

Вдыхание холодного воздуха вызывает существенные изменения в респираторной системе человека [14]. Так, наблюдается сухость слизистых оболочек верхних дыхательных путей, что приводит к нарушению защитной функции мер-

Таблица

Характеристика физических и химических производственных факторов, класс условий труда на рабочих местах

Table

Characteristics of physical and chemical production factors, class of working conditions at workplaces

Производственные факторы / класс условий труда							
рабочее место	общая вибрация	производственный шум	микроклимат	оксид углерода	оксиды азота	формальдегид	ТНТ
Карьерные большегрузные автомобили БелАЗ-75119, БелАЗ-75121	3,1	3,1	2	3,1	3,2	3,2	2
Карьерные бульдозеры ДЭТ-250, Д-9-Н	3,2	3,2	2	3,1	3,2	3,2	2
Буровые станки СВШ-250МН	3,2	3,1	2	2	2	2	2
Экскаваторы ЭКГ-10, ЭКГ-8И	3,2	3,1	2	2	2	2	2
Карьерные автомобили КРАЗ	3,2	3,1	2	2	2	2	3,1
Взрывники	2	2	2	2	2	2	3,1

цательного эпителия; возрастает легочная вентиляция, что может способствовать увеличению поглощения вредных веществ из окружающего воздуха; наблюдается спазм бронхов мелкого и среднего калибров, что увеличивает энергетическую стоимость дыхательного цикла.

Локальное воздействие холода на кисти и стопы вызывает значительные изменения в функции легочной системы: увеличивается минутный объем дыхания и потребление кислорода, что приводит к снижению экономичности в деятельности дыхательной системы [15].

Холод способствует увеличению относительной влажности воздуха, но снижению абсолютной, что приводит к сухости не только слизистых оболочек, но и кожи. Вследствие этого уменьшается секреторная функция потовых и сальных желез, истончается водно-липидная мантия, нарушаются бактерицидные, фунгицидные и вирусоцидные свойства кожных покровов. Сухость кожи способствует развитию местных аллергических реакций. Следует подчеркнуть, что низкая абсолютная влажность воздуха в районах с холодным климатом является постоянным фактором среды обитания и характерна для жилых и производственных помещений, а не только для открытых пространств.

Ветровой режим в районе расположения рудника характеризуется высокими скоростями движения воздуха. Существует мнение, что оптимальной скоростью ветра является 5–6 м/с [16]. Сильный ветер порождает непрерывный звуковой эффект, который способствует повышению возбудимости ЦНС, возникновению головных болей и появлению отрицательных эмоций в виде ощущения тревоги. Ветер обладает и значительным охлаждающим эффектом – каждый метр движения воздуха приравнивается к понижению температуры на два градуса [17].

Значительные суточные перепады атмосферного давления, которые в районе рудника достигают 34–37 мм рт. ст., безусловно, оказывают существенное воздействие на деятельность сердечно-сосудистой системы горнорабочих, поскольку известно, что скорость изменения атмосферного давления на 3–5 мм рт. ст. в час в 8–10 раз превышает пороговые значения, на которые больные с сердечно-сосудистой патологией отвечают ухудшением своего состояния [18].

Известно, что погодные факторы оказывают влияние на содержание кислорода в воздухе. Оценивать количество кислорода, содержащегося в воздухе, предложено таким параметром, как парциальная плотность кислорода [19]. На одной и той же высоте эта величина может изменяться в ответ на колебания основных метеорологических величин: температуры воздуха, атмосферного давления и влажности воздуха. Так, с установлением области пониженного атмосферного давления (циклон) и прохождения теплого атмосферного фронта возникают значительные колебания весового содержания кислорода в атмосфере. Содержание кислорода в воздухе от 280 до 300 г/м³ считается «комфортным» [20]. Таким образом, в районе рудника в атмосферном воздухе содержание кислорода не достигает нижней границы зоны комфорта, что создает дополнительные трудности для деятельности кардиореспираторной системы у рабочих.

Резкое нарушение обычной для умеренного климата фотопериодичности неизбежно связано с явлениями «светового и ультрафиолетового голодания» во время полярной ночи и «светового излишества» во время полярного дня. Все это отражается на обмене витамина D [21], энергообеспеченности клетки [22] и продукции мелатонина [23] у горнорабочих рудника.

Близость зоны расположения рудника к магнитному полюсу Земли сопровождается частыми магнитными возмущениями, приводящими в том числе и к затруднению процессов тканевого дыхания, поскольку магнитное поле оказывает влияние на цитохромы, цитохромоксидазу и железосернистые белки, изменяя скорость переноса электронов по дыхательной цепи [24]. При этом страдает уровень синтеза АТФ, что приводит к целому каскаду физиологических откликов в организме человека.

Таким образом, климатические и погодные условия в районе расположения открытого рудника оказывают значительное влияние на многие функциональные системы организма рабочих, вызывая напряжение компенсаторно-приспособительных механизмов. Выполнение трудовых операций в подобных условиях сопровождается более значительным функциональным напряжением организма по сравнению с трудом такой же тяжести в других климатических условиях.

Кроме комплекса неблагоприятных факторов природной среды, на рабочих влияет и произ-

водственная среда. Работающее горное оборудование при добыче руды является источником образования производственной вибрации и шума, а технологические операции сопровождаются выделением в атмосферу карьера пылегазовых аэрозолей. Величины указанных факторов зависят от особенностей выполняемых процессов (экскавация, погрузка, транспортировка и т. п.), крепости горных пород, вида используемой техники, наличия и эффективности мер борьбы с вредными факторами.

Анализ условий труда у рабочих обследованных профессий выявил, что по физическим факторам (шум, вибрация) класс условий труда в основном соответствует 3.1, кроме машинистов карьерных бульдозеров, у которых класс условий труда 3.2. По химическим производственным факторам условия труда соответствуют классам 2 и 3.2. Наиболее часто в воздухе рабочих зон имеет место превышение концентрации оксидов азота, углерода, а также формальдегида и тринитротолуола (ТНТ). Следует подчеркнуть, что оксид углерода, диоксид азота и формальдегид входят в «Перечень веществ однонаправленного действия»¹, что позволяет ожидать суммации биологического эффекта от их воздействия на организм. Кроме этого, в ремонтном боксе установлено превышение ПДК по ксилолу и бензолу, которые относятся к одному классу – ароматическим

углеводородам, что предполагает возможность их однонаправленного действия.

Таким образом, изученные климатические условия открытого рудника, качественно и количественно отличающиеся от наблюдаемых в умеренных и южных широтах страны, заслуживают отнесения их к группе экстремальных и признания их безусловными факторами риска для здоровья. Поскольку в остальном гигиеническая обстановка на руднике практически не выходит за пределы параметров, регламентируемых нормативными документами, можно сделать заключение о ведущей роли климата в гигиенической характеристике открытого рудника в Арктике. Меры социальной защиты в известной степени снижают неблагоприятное действие климата на некоторые категории горнорабочих (машинисты экскаваторов, бульдозеров, буровых станков, водителей карьерных самосвалов). Однако нельзя считать, что стрессорное влияние климата снимается тем самым полностью. При этом существующие нормативные и методические документы, регламентирующие медицинское обслуживание и диспансерное наблюдение за состоянием здоровья рабочих в большинстве своем не учитывают специфики влияния климатических и производственных условий, в том числе и условий Арктики, на организм, тем более в их сложном комбинированном или сочетанном взаимодействии.

Сведения об авторах:

Никанов Александр Николаевич – кандидат медицинских наук, руководитель отдела клинических исследований федерального бюджетного учреждения «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора (Санкт-Петербург), 191036, г. Санкт-Петербург, 2-я Советская улица, д. 4; e-mail: a.nikanov@s-znc.ru; ORCID: 0000-0003-3335-4721; SPIN 6838-5002

Гудков Андрей Борисович – доктор медицинских наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, заведующий кафедрой гигиены и медицинской экологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Архангельск), 163000, г. Архангельск, пр. Троицкий, д. 51; e-mail: gudkovab@nsmu.ru; ORCID: 0000-0001-5923-0941; SPIN 4369-3372

Куприна Надежда Игоревна – врач-рентгенолог отдела клинических исследований ФБУ «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора (Санкт-Петербург), 191031, г. Санкт-Петербург, 2-я Советская улица, д. 4; e-mail: n.kuprina@s-znc.ru; ORCID: 0000-0002-1468-3186; SPIN 8415-3135

Попова Ольга Николаевна – доктор медицинских наук, профессор кафедры гигиены и медицинской экологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Архангельск), 163000, г. Архангельск, пр. Троицкий, д. 51; e-mail: popova_nsmu@mail.ru; ORCID: 0000-0002-0135-4594; SPIN 5792-0273

Ермолин Сергей Петрович – кандидат медицинских наук, доцент кафедры гигиены и медицинской экологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Архангельск), 163000, г. Архангельск, пр. Троицкий, д. 51; e-mail: ermolinsergey@mail.ru

¹Руководство Р2.2.2006-05 Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда

Information about the authors:

Alexander N. Nikanov – Cand. of Sci. (Med.), Head of the Clinical Research Department of the North-Western Scientific Center of Hygiene and Public Health (St. Petersburg), 191036, St. Petersburg, 2nd Sovetskaya Str., 4; e-mail: a.nikanov@s-znc.ru; ORCID: 0000-0003-3335-4721; SPIN 6838-5002

Andrey B. Gudkov – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Honored Worker of the Higher School of the Russian Federation, Head of the Department of Hygiene and Medical Ecology of the Federal State Budget Educational Institution of Higher Education “Northern State Medical University” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 163000, Arkhangelsk, Troitskiy Ave., 51; e-mail: gudkovab@nsmu.ru; ORCID: 0000-0001-5923-0941; SPIN 4369-3372

Nadezhda I. Kuprina – Radiologist of the Clinical Research Department of the North-Western Scientific Center of Hygiene and Public Health (St. Petersburg), 191031, St. Petersburg, 2nd Sovetskaya Str., 4; e-mail: n.kuprina@s-znc.ru; ORCID: 0000-0002-1468-3186; SPIN 8415-3135

Olga N. Popova – Dr. of Sci. (Med.), Professor of the Department of Hygiene and Medical Ecology of the Federal State Budget Educational Institution of Higher Education “Northern State Medical University” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 163000, Arkhangelsk, Troitskiy Ave., 51; e-mail: popova_nsmu@mail.ru; ORCID: 0000-0002-0135-4594; SPIN 5792-0273

Sergey P. Ermolin – Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Hygiene and Medical Ecology of the Federal State Budget Educational Institution of Higher Education “Northern State Medical University” of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, 163000, Arkhangelsk, Troitskiy Ave., 51; e-mail: ermolinsergey@mail.ru

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Наибольший вклад распределен следующим образом: концепция и план исследования – А.Н. Никанов, Н.И. Куприна; сбор и анализ данных – А.Н. Никанов, А.Б. Гудков, О.Н. Попова; подготовка рукописи – А.Н. Никанов, А.Б. Гудков, С.П. Ермолин.

Authors contributions. All authors met the ICMJE authorship criteria.

Special contribution: AGZ, PAS aided in the concept and plan of the study; DSZ provided collection.

Потенциальный конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Финансирование. Исследование проведено без дополнительного финансирования.

Funding. The study was carried out without additional funding.

Поступила/Received: 15.04.2023

Принята к печати/Accepted: 01.07.2023

Опубликована/Published: 30.09.2023

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Журавлев П. С., Зарецкая О. В., Подоплекин А. О., Репневский А. В., Тамицкий А. М. *Арктика в системе международного сотрудничества и соперничества: монография.* Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова. Архангельский научный центр Уральского отделения РАН. Архангельск. 2015. С. 4–11 [Zhuravlev P. S., Zaretskaya O. V., Podoplekin A. O., Repnevsky A. V., Tamitsky A. M. *The Arctic in the system of international cooperation and rivalry: monograph.* Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov. Arkhangelsk Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Arkhangelsk, 2015, pp. 4–11 (In Russ.)].
2. Талыкова Л. В., Быков В. Р. Исследование эффектов профессионального воздействия в условиях Арктической зоны (обзор литературы) // *Российская Арктика.* №3 (14). 2021. С. 41–53 [Talykova L. V., Bykov V. R. Study of the effects of professional exposure in the conditions of the Arctic zone (Literature review). *Russian Arctic.* 2021, Vol. 14, No. 3, pp. 41–53 (In Russ.)] doi:10.24412/2658-4255-2021-3-00-04
3. Гудков А. Б., Попова О. Н., Небученных А. А., Богданов М.Ю. Эколого-физиологическая характеристика климатических факторов Арктики. Обзор литературы // *Морская медицина.* 2017. №3(1). С. 7–13 [Gudkov A. B., Popova O. N., Nebuchennykh A. A., Bogdanov M. Yu. Ecological and physiological characteristics of climatic factors in the Arctic. Literature review. *Marine medicine,* 2017, No. 3(1), pp. 7–13 (In Russ.)]. doi:10.22328/2413-5747-2017-3-1-7-13.
4. Бухтияров И. В., Чеботарев А. Г. Гигиенические проблемы улучшения условий труда на горнодобывающих предприятиях // *Горная промышленность.* 2018. №5 (141). С. 33–35 [Bukhtiyarov I. V., Chebotarev A. G. Hygienic problems of improving working conditions at mining enterprises // *Mining industry,* 2018, No. 5 (141), pp. 33–35 (In Russ.)]. doi: 10.30686/1609-9192-2018-5-141-33-35.
5. Фролова Н. М., Сюрин С. А., Чашин В. П. Особенности общей и профессиональной патологии водителей карьерных самосвалов апатитовых рудников в Арктике // *Здоровье населения и среда обитания.* 2019. №10 (319). С. 16–20 [Frolova N. M., Syurin S. A., Chashchin V. P. Peculiarities of general and professional pathology of drivers of dump trucks from apatite mines in the Arctic, *Health of the population and habitat,* 2019, No. 10 (319), pp. 16–20 (In Russ.)]. doi: 10.35627/2219-5238/2019-319-10-16-20.
6. Сюрин С. А. Профессиональные риски для здоровья водителей карьерных самосвалов // *Гигиена и санитария.* 2022. № 101 (8). С. 969–975 [Syurin S. A. Occupational health risks for dump truck drivers // *Hygiene and Sanitation,* 2022, No. 101 (8), pp. 969–975 (In Russ.)]. doi: 10.47470/0016-9900-2022-101-8-969-975.
7. Сюрин С. А. Лонгитудинальное исследование рисков профессиональной патологии у горняков открытых апатитовых рудников Кольского полуострова // *Медицина труда и промышленная экология.* 2021. № 61 (7). С. 424–430 [Syurin S. A.

- Longitudinal study of the risks of occupational pathology in miners of open pit apatite mines of the Kola Peninsula. *Occupational medicine and industrial ecology*, 2021, No. 61 (7), pp. 424–430 (In Russ.). doi:10.31089 / 1026-9428-2021-61-7-424-430.
8. Никанов А. Н., Чащин В. П., Гудков А. Б., Попова О. Н., Мироновская А. В. Оценка вибрации буровых станков при разработке железорудных месторождений в Арктической зоне Российской Федерации // *Журнал. медико-биологических исследований*. 2020. Т. 8, № 3. С. 258–268 [Nikanov A. N., Chashchin V. P., Gudkov A. B., Popova O. N., Mironovskaya A. V. Vibration assessment of drilling rigs in the development of iron ore deposits in the Arctic zone of the Russian Federation // *J medl biol. research*, 2020, Vol. 8, No. 3, pp. 258–268 (In Russ.)] doi: 10.37482/2687-1491-Z017.
 9. Бухтияров И. В., Головкова Н. П., Чеботарев А. Г., Сальников А. А., Николаев С. П. Условия труда, профессиональная заболеваемость на предприятиях открытой добычи руд // *Медицина труда и промышленная экология*. 2017. № 5. С. 44–49 [Bukhtiyarov I. V., Golovkova N. P., Chebotarev A. G., Salnikov A. A., Nikolaev S. P. Working conditions, occupational morbidity at enterprises of open-pit mining. *Occupational medicine and industrial ecology*, 2017, No. 5, pp. 44–49 (In Russ.)].
 10. Прокопенко Л. В., Чеботарев А. Г., Головкова Н. П., Лескина Л. М., Николаев С. П. Условия труда, профессиональная заболеваемость, риски нарушения здоровья машинистов горных машин на карьерах // *Медицина труда и промышленная экология*. 2022. Т. 62, № 6. С. 403–411 [Prokopenko L. V., Chebotarev A. G., Golovkova N. P., Leskina L. M., Nikolaev S. P. Working conditions, occupational morbidity, health risks for mining machine drivers in quarries. *Occupational medicine and industrial ecology*, 2022, V. 62, No. 6, pp. 403–411 (In Russ.)]. doi:10.31089/1026-9428-2022-62-6-403411.
 11. Сюрин С. А. Риски здоровью при добыче полезных ископаемых в Арктике // *Здоровье населения и среда обитания*. 2020. № 11 (332). С. 55–61 [Syurin S. A. Health risks in mining in the Arctic. *Population health and habitat*, 2020, No. 11 (332), pp. 55–61 (In Russ.)] doi:10.35627/2219-5238/2020-332-11-55-61.
 12. Шур П. З., Кирянов Д. А., Камалтдинов М. П., Хасанова А. А. К оценке риска для здоровья населения, обусловленного влиянием климатических факторов в условиях Крайнего Севера // *Анализ риска здоровью*. 2022. № 3. С. 53–62 [Shur P. Z., Kiryanov D. A., Kamaltdinov M. P., Khasanova A. A. To assess the risk to public health due to the influence of climatic factors in the conditions of the Far North. *Health risk analysis*, 2022, №3, pp. 53–62 (In Russ.)]. doi: 10.21668/health.risk/2022.3.04.
 13. Чащин В. П., Гудков А. Б., Чащин М. В., Попова О. Н. Предиктивная оценка индивидуальной восприимчивости организма человека к опасному воздействию холода // *Экология человека*. 2017. № 5. С. 3–13 [Chashchin V. P., Gudkov A. B., Chashchin M. V., Popova O. N. Predictive assessment of the individual susceptibility of the human body to the dangerous effects of cold. *Human Ecology*, 2017, No. 5, pp. 3–13 (In Russ.)].
 14. Гришин О. В., Устюжанинова Н. В. *Дыхание на Севере. Функция. Структура. Резервы. Патология*. Новосибирск: Art-Avenue. 2006. 253 с. [Grishin O. V., Ustyuzhaninova N. V. *Breath in the North. Function. Structure. Reserves. Pathology*. Novosibirsk: Art-Avenue Publishing House, 2006, 253 p. (In Russ.)].
 15. Гудков А. Б., Попова О. Н., Пащенко В. П. *Физиологические реакции человека на локальное холодное воздействие: монография*. Архангельск: Изд-во Северного государственного медицинского университета. 2012. 145 с. [Gudkov A. B., Popova O. N., Pashchenko V. P. *Physiological reactions of a person to local cold exposure: monograph*. Arkhangelsk: Publishing House of the Northern State Medical University, 2012, 145 p. (In Russ.)].
 16. Ицкова И. А. К обоснованию гигиенических нормативов ветрозащитных мероприятий // *Гигиена и санитария*. 1965. № 9. С. 11–18 [Itskova I. A. To the justification of hygienic standards for wind protection measures. *Hygiene and Sanitation*, 1965, No. 9, pp. 11–18 (In Russ.)].
 17. Арнольди И. А. *Акклиматизация человека на Севере*. М.: Медицина, 1962. 72 с. [Arnoldi I. A. *Human acclimatization in the North*. M.: Medicine, 1962, 72 p. (In Russ.)].
 18. Андронova Т. И., Деряпа Н. Р., Соломатин А. П. *Гелеометеотропные реакции здорового и больного человека*. М.: Медицина. 1982. 215 с. [Andronova T. I., Deryapa N. R., Solomatin A. P. *Geleometeotropic reactions of a healthy and sick person*. Moscow: Medicine, 1982, 215 p. (In Russ.)].
 19. Овчарова В. Ф. Гомеокинез в погодную гипоксию и гипероксию / Труды международного симпозиума ВМО/ВОЗ/ЮНЕП «Климат и здоровье человека». Л.: Гидрометеоиздат. 1988. С. 142–149 [Ovcharova V. F. Homeokinesis in weather hypoxia and hyperoxia / Proceedings of the international symposium WMO / WHO / UNEP “Climate and human health”. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1988, pp. 142–149 (In Russ.)].
 20. Борисова С. В., Ратеруша Г. П. Рекреационный потенциал Северного Кавказа // *Украинский гидрометеорологический журнал*. 2008. № 3. С. 67–74 [Borisova S. V., Raterusha G. P. Recreational potential of the North Caucasus. *Ukrainian hydrometeorological journal*, 2008, No. 3, pp. 67–74 (In Russ.)].
 21. Кострова Г. Н., Малавская С. И., Лебедев А. В. Обеспеченность витамином D жителей г. Архангельска в разные сезоны года // *Журнал медико-биологических исследований*. 2022. Т. 10, №1. С.5–14 [Kostrova G. N., Malayvskaya S. I., Lebedev A. V. Provision with vitamin D of residents of Arkhangelsk in different seasons of the year. *Journal of Medical and Biological Research*, 2022, Vol. 10, No. 1, pp. 5–14 (In Russ.)]. doi:10.37482/2887-1491-Z085
 22. Терновский Л. Н., Терновская В. А. Возможные механизмы патогенности видимого света. 60 лет гигиенической науки на Севере: от гигиены окружающей среды к медицинской экологии. Архангельск. 1995. С. 79–80 [Ternovskiy L. N., Ternovskaya V. A. Possible mechanisms of visible light pathogenicity. 60 years of hygienic science in the North: from environmental hygiene to medical ecology. Arkhangelsk, 1995, pp. 79–80 (In Russ.)].
 23. Виноградова И. А., Анисимов В. Н. *Световой режим Севера и возрастная патология*. Петрозаводск: Петро-Пресс. 2012. 128 с. [Vinogradova I. A., Anisimov V. N. *Light regime of the North and age-related pathology*. Petrozavodsk: Petro-Press, 2012, 128 p. (In Russ.)].
 24. Жуковский А. П., Петров Л. Н., Ровнов Н. В. *Биофизический механизм воздействия магнитного поля на живые организмы. Проблемы охраны здоровья и социальные аспекты освоения газовых и нефтяных месторождений в Арктических регионах*. Надым. 1995. С. 46 [Zhukovsky A. P., Petrov L. N., Rovnov N. V. *Biophysical mechanism of the impact of a magnetic field on living organisms. Problems of health protection and social aspects of the development of gas and oil fields in the Arctic regions*. Nadym, 1995, P. 46 (In Russ.)].