

УДК 613.62:616.12-008.331.1:622

ВКЛАД ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И НЕПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ РИСКА В ФОРМИРОВАНИЕ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У РАБОТНИКОВ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА

Каримова Л.К.¹, Бакиров А.Б.^{1,2,3}, Зайдуллин И.И.¹, Гимаева З.Ф.^{1,4}, Рузаков В.О.⁵,
Мулдашева Н.А.¹, Гайнуллина М.К.¹, Бейгул Н.А.^{1,6}

¹ ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», Уфа, Россия

² ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, Уфа, Россия

³ ГБНУ «Академия наук Республики Башкортостан», Уфа, Россия

⁴ ФГБОУ ВО «Российский университет медицины Минздрава России», Москва, Россия

⁵ ФБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий», Екатеринбург, Россия

⁶ ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Уфа, Россия

Цель исследования - оценить и ранжировать вклад производственных и непроизводственных факторов риска в формирование артериальной гипертензии у работников различных подразделений горно-обогатительного предприятия с использованием методов искусственного интеллекта.

Материалы и методы. Изучены условия труда у работников, занятых на ключевых этапах производства: подземная добыча, транспортировка рудной массы и обогащение полезных ископаемых, и распространенность производственных и непроизводственных факторов риска с применением передовых методов машинного обучения, в частности алгоритма градиентного бустинга на деревьях решений, построены прогностические модели развития сердечно-сосудистой патологии у работающих.

Результаты. Установлено, что ведущими предикторами развития артериальной гипертензии у работников подземной добычи являются стаж работы во вредных условиях, возраст и уровень личностной тревожности. Для персонала, занятого транспортировкой и обогащением руды, ключевыми факторами риска определены стаж, возраст и интенсивность курения. Исследование показало высокую распространенность психосоциального стресса, особенно среди подземного персонала (40,2%), что коррелирует с риском развития кардиоваскулярных заболеваний.

Ограничения исследования включают возможное искажение результатов из-за отсутствия учёта индивидуальных особенностей работников (наследственность, образ жизни, уровень физической активности), а также субъективности методов оценки стресса (HADS, Reeder, ДОРС), что могло привести к неточным результатам из-за индивидуальных особенностей восприятия стресса.

Заключение. На основе полученных данных обоснована необходимость внедрения персонализированных профилактических программ, учитывающих специфику условий труда и психоэмоционального статуса работников конкретных профессиональных групп.

Ключевые слова: горнорудная промышленность, факторы риска, машинное обучение, профессиональный стресс, артериальная гипертензия, условия труда, кардиоваскулярный риск

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование: Исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Каримова Л.К., Бакиров А.Б., Зайдуллин И.И., Гимаева З.Ф., Рузаков В.О., Мулдашева Н.А., Гайнуллина М.К., Бейгул Н.А. Вклад производственных и непроизводственных факторов риска в формирование сердечно-сосудистых заболеваний у работников горно-обогатительного комбината. Медицина труда и экология человека. 2025; 4: 6-27.

doi: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2025-10401>

Для корреспонденции: Каримова Лилия Казымовна, e-mail: iao_karimova@rambler.ru

THE CONTRIBUTION OF INDUSTRIAL AND NON-INDUSTRIAL RISK FACTORS TO THE FORMATION OF CARDIOVASCULAR DISEASES IN MINING AND PROCESSING PLANT WORKERS

Karimova L.K.¹, Bakirov A.B.^{1,2,3}, Zaidullin I.I.¹, Gimaeva Z.F.^{1,4}, Ruzakov V.O.⁵, Muldasheva N.A.¹, Gainullina M.K.¹, Beigul N.A.^{1,6}

¹ Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, Russia

² Bashkirian State Medical University of the Russian Health Ministry, Ufa, Russia

³ Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, Ufa, Russia

⁴ Russian University of Medicine of the Russian Health Ministry, Moscow, Russia

⁵ Yekaterinburg Medical Research Center for Prevention and Health Protection of Workers of Industrial Enterprises, Yekaterinburg, Russia

⁶ Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia

The purpose of the study is to evaluate and rank the contribution of industrial and non-industrial risk factors to the formation of arterial hypertension in workers of various divisions of a mining and processing enterprise using artificial intelligence methods.

Materials and methods. The working conditions of workers of the production key stages were studied: underground mining, ore mass transportation and mineral processing, and the prevalence of industrial and non-industrial risk factors using advanced machine learning methods, in particular, the gradient boosting algorithm on decision trees. Predictive models of the development of cardiovascular pathology among workers were built.

Results. It has been established that the leading predictors of the development of arterial hypertension among underground mining workers are work experience in harmful conditions, age and level of personal anxiety. For personnel involved in ore transportation and processing, the key risk factors are defined as seniority, age and smoking intensity. The study showed a high prevalence of psychosocial stress, especially among underground personnel (40.2%), which correlates with the risk of developing cardiovascular diseases.

Study limitations. Limitations of the study include possible distortion of the results due to the lack of consideration of individual characteristics of workers (heredity, lifestyle, level of physical activity), as well as the subjectivity of stress assessment methods (HADS, Reeder, DORS), which could lead to inaccurate results due to individual characteristics of stress perception.

Conclusion. Based on the data obtained, the necessity of introducing personalized preventive programs that take into account the specifics of working conditions and the psycho-emotional status of employees of specific professional groups is substantiated.

Keywords: mining industry, risk factors, machine learning, occupational stress, hypertension, working conditions, cardiovascular risk

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

Funding: The study did not have sponsorship.

For citation: Karimova L.K., Bakirov A.B., Zaidullin I.I., Gimaeva Z.F., Ruzakov V.O., Muldasheva N.A., Gainullina M.K., Beigul N.A. The contribution of industrial and non-

industrial risk factors to the formation of cardiovascular diseases in mining and processing plant workers. Occupational health and human ecology. 2025; 4: 6-27.

doi: <http://dx.doi.org/10.24412/2411-3794-2025-10401>

For correspondence: Liliya K. Karimova, e-mail: iao_karimova@rambler.ru

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) остаются глобальной медико-социальной проблемой, занимая лидирующие позиции в структуре смертности и инвалидизации населения трудоспособного возраста Российской Федерации [1, 2].

Многочисленные эпидемиологические исследования подтверждают, что на развитие ССЗ существенное влияние оказывают не только традиционные факторы риска (курение, дислипидемия, ожирение), но и условия труда [3,4].

В последние годы опубликованы материалы, свидетельствующие о наличии повышенного риска развития таких сердечно-сосудистых заболеваний как ишемическая болезнь сердца и артериальная гипертензия у работников, занятых во вредных условиях труда [5-9].

В формировании заболеваемости сердечно-сосудистой системы, наряду с условиями труда, важное значение имеет сменная работа с ночными сменами [10-11].

В связи с высокой распространенностью производственных и непроизводственных факторов риска, влияющих на развитие, прогрессирование сердечно-сосудистых заболеваний у трудоспособного населения, важнейшей задачей медицины труда является изучение воздействия вредных факторов рабочей среды и трудового процесса на развитие сердечно-сосудистых заболеваний у работников конкретных производств, профессий с выделением групп риска для последующего динамического наблюдения и проведения профилактических мероприятий [12-14].

Особого внимания заслуживают работники, занятые добычей полезных ископаемых подземным способом, которые в процессе трудовой деятельности испытывают воздействие специфических промышленных стресс-факторов, что увеличивает риск развития болезней системы кровообращения [15-19].

Существующие данные указывают на то, что сочетание физических факторов и хронического производственного стресса потенцирует развитие артериальной

гипертензии и ишемической болезни сердца через механизмы активации симпатической нервной системы и окислительного стресса [20].

Однако до настоящего времени вклад различных детерминант (производственных, поведенческих и психосоциальных) в формирование артериальной гипертензии (АГ) у работников горно-обогатительных комбинатов (ГОК) изучен недостаточно. Применение современных методов анализа данных, таких как машинное обучение, открывает новые возможности для точной оценки веса каждого фактора и построения индивидуальных прогнозов здоровья работника.

Целью настоящего исследования явилась комплексная оценка и ранжирование вклада производственных и непроизводственных факторов риска в формирование артериальной гипертензии у работников различных подразделений горно-обогатительного предприятия с использованием методов искусственного интеллекта.

Материал и методы. Исследования проведены на базе крупного горно-обогатительного комбината, расположенного на Южном Урале. Исследованиями были охвачены 1261 работник различных профессиональных групп мужского пола. Основную группу составили 1147 человек, занятых в основных технологических процессах.

Первую группу составили работники (n=468) по профессии машинисты буровых установок, погрузочно-доставочных машин (ПДМ), крепильщики, занятые на подземной добыче руды

Во вторую группу вошли водители большегрузных самосвалов, машинисты экскаваторов и бульдозеров (n=335), занимающихся транспортировкой руды.

Третья группа была представлена дробильщиками, флотаторами, машинистами мельниц, сушильщиками (n=344), занятыми на технологических процессах обогащения руды.

Группу сравнения составили 114 работников участка стандартизации, автоматизации и информационных технологий (УСАИ), условия труда которых не связаны с воздействием вредных производственных факторов и соответствуют допустимому классу (классу 2).

Гигиеническая оценка условий труда выполнялась на основе анализа 345 протоколов инструментальных замеров и материалов специальной оценки

условий труда (СОУТ). Изучались уровни шума, общей и локальной вибрации, концентрации пыли и химических веществ, параметры микроклимата и освещенности, а также тяжесть и напряженность трудового процесса согласно Руководству Р 2.2.2006-05.

Клиническое обследование включало периодический медицинский осмотр (ПМО) в соответствии с Приказом Минздрава РФ № 29н, дополненный углубленным кардиологическим скринингом. Оценивались антропометрические данные, индекс массы тела (ИМТ), показатели липидного спектра (общий холестерин (ОХ), липопротеины низкой плотности (ЛПНП)), уровень глюкозы.

Психоземotionalный статус изучался с помощью валидированных опросников: шкалы HADS для выявления тревоги и депрессии, шкалы Reeder для оценки уровня психосоциального стресса.

Для анализа данных и построения прогностических моделей использовался метод градиентного бустинга, реализованный в библиотеке CatBoost. В качестве целевой переменной выступало наличие артериальной гипертензии. Вклад предикторов оценивался с помощью метода SHAP (SHapley Additive exPlanations), позволяющего определить не только силу, но и направление влияния каждого фактора на исход. Статистическая обработка проводилась в программе SPSS v.26.0, различия считались значимыми при $p < 0,05$.

Результаты. Анализ условий труда выявил существенные различия в характере воздействия вредных факторов на рабочих местах.

У работников подземной добычи условия труда классифицированы как вредные 3-й степени (класс 3.3) или 2-й степени (класс 3.2). Ведущим вредным фактором является производственный шум, уровни которого превышали предельно допустимые (ПДУ) на 3–17 дБА. Работники также подвергаются воздействию общей и локальной вибрации, отсутствию естественного света и неблагоприятному микроклимату. В воздухе рабочей зоны присутствуют оксиды азота и углерода, а также аэрозоли фиброгенного действия. Напряженность труда обусловлена высокой ответственностью за безопасность и рисками для жизни (класс 3.1).

Труд работников, занятых транспортировкой руды, отнесен к классу 3.2. Основными негативными производственными факторами являются шум (превышение на 6–14 дБА), общая вибрация (превышение на 3–6 дБ) и высокая

напряженность труда, связанная с управлением транспортными средствами в сложных условиях карьера и подземных выработок. Химический фактор на данных рабочих местах оценивается как допустимый благодаря системам нейтрализации выхлопных газов.

На этапе обогащения руды условия труда соответствуют классам 3.1–3.2. На указанных рабочих местах доминирует воздействие шума от дробильного и размольного оборудования (превышение до 16 дБА). Также значимым фактором является запыленность кремнийсодержащей пылью, превышающая ПДК в 1,5–2,8 раза на участках дробления. Тяжесть труда у отдельных профессий (например, растворщиков реагентов) достигает класса 3.1 из-за ручного перемещения грузов.

В ходе медицинского обследования АГ была выявлена у 38,8% работников подземной добычи, 34,0% работников транспорта и 28,9% обогатителей, что достоверно выше показателей группы сравнения (27,2%). Частота АГ демонстрирует прямую зависимость от стажа: при стаже более 20 лет распространенность заболевания среди подземных рабочих достигает 62,6%, что в 2,2 раза выше, чем у сотрудников УСАИ (OR=2,2; 95% CI: 1,1–4,8).

Среди поведенческих факторов риска наиболее распространено курение, особенно в транспортной группе (43,7%) и подземной добыче (36,9%). Гиперхолестеринемия выявлена у более чем половины обследованных во всех основных группах (48,0–54,8%).

Результаты тестирования показали выраженную дезадаптацию работников основных профессий. Высокий уровень психосоциального стресса (по шкале Reeder >1 балла) зафиксирован у 40,2% работников подземной добычи, что статистически значимо превышает показатель группы сравнения (17,3%; $p < 0,001$).

Клинически значимая тревога (HADS > 7 баллов) выявлена у 23,3% подземных рабочих и 14,8% работников, занятых транспортировкой руды. Депрессивная симптоматика также наиболее выражена в группе подземной добычи – 24,8% (OR=1,8 по сравнению с контролем). Установлено, что уровень стресса имеет U-образную зависимость от стажа: он максимален у молодых работников (до 5 лет) и стажированных работников (стаж более 10 лет), что может свидетельствовать о срыве адаптации.

Согласно результатам, на момент обследования АГ 1 степени была установлена у 30,9%, АГ 2 степени – у 8,6% работников всех обследованных групп (Таблица 1).

Доля лиц со второй степенью АГ оказалась несколько выше среди работников подземной добычи руды (11,3%) по сравнению с другими группами (8,1-10,7%). Работников с заболеваниями системы кровообращения, с выраженными функциональными нарушениями (медицинские противопоказания по Приказу 29Н), выявлено не было.

Таблица 1. Частота распространенности основных факторов кардиоваскулярного риска среди работников горно-обогатительного предприятия (%)

Table 1. Frequency of prevalence of the main cardiovascular risk factors among workers of mining and processing enterprises (%)

Показатель	Профессиональная группа			Работники УСАИ (n=114)
	Подземная добыча руды (n=468)	Транспортиро вка руды (n=335)	Обогащение руды (n=344)	
АГ	38,8*	34,0	31,0	28,9
I степень	88,7	89,3	91,9	91,2
II степень	11,3	10,7	8,1	8,8
III степень	-	-	-	-
ЛПНП > 3,0 ммоль/л	52,4	48,4	43,9	44,0
Гиперхолестеринемия	54,8	51,0	48,0	48,5

Мягкая гиперхолестеринемия 5,0-6,4 ммоль/л	36,6	35,1	35,5	35,0
Умеренная гиперхолестеринемия 6,5-8,0 ммоль/л	17,2	15,9	12,5	13,5
Выраженная гиперхолестеринемия >8 ммоль/л	-	-	-	-
Нарушенная гликемия натошак ≥ 6,1 и <7,0 ммоль/л	5,7	6,9	4,9	4,4
Диабетическая гликемия ≥ 7,0 ммоль/л	3,0	2,4	2,0	2,6
Курение	36,9	43,7*	31,8	29,8
Примечание. *- статистически значимые различия с группой работников УСАИ (критерий χ^2 , $p < 0,05$) Note. *- statistically significant differences with the group of USAI employees (criterion χ^2 , $p < 0,05$)				

Было установлено, что риск развития артериальной гипертензии у работников, занятых на подземной добыче руды, был в 1,6 раза выше, чем у работников УСАИ ($\chi^2 = 4,18$; $p = 0,041$; ОШ = 1,6; 95% ДИ: 1,0–2,4). Анализ распространенности курения показал статистически значимое различие между группами работников транспортировки руды работников УСАИ ($\chi^2 = 6,41$; $p = 0,011$; ОШ = 1,8; 95% ДИ: 1,2–2,9).

По остальным изученным факторам риска, включая показатели липидного обмена (гиперхолестеринемия, уровень ЛПНП) и углеводного обмена (нарушения гликемии), статистически значимых различий с группой УСАИ выявлено не было, что может указывать на сопоставимый профиль кардиометаболического риска в этих группах.

Построенные модели машинного обучения позволили выделить приоритетные факторы риска для каждой группы. В группе работников подземной добычи

наиболее важным предиктором, увеличивающим вероятность развития АГ являлся стаж работы. Вторым по значимости фактором выступал возраст, а третьим – уровень тревожности.

Также высокий вклад вносят уровень депрессии, ИМТ и статус курения. Это подтверждает гипотезу о ключевой роли психоэмоционального напряжения у работников, занятых подземной добычей руды (см. Рисунок 1).

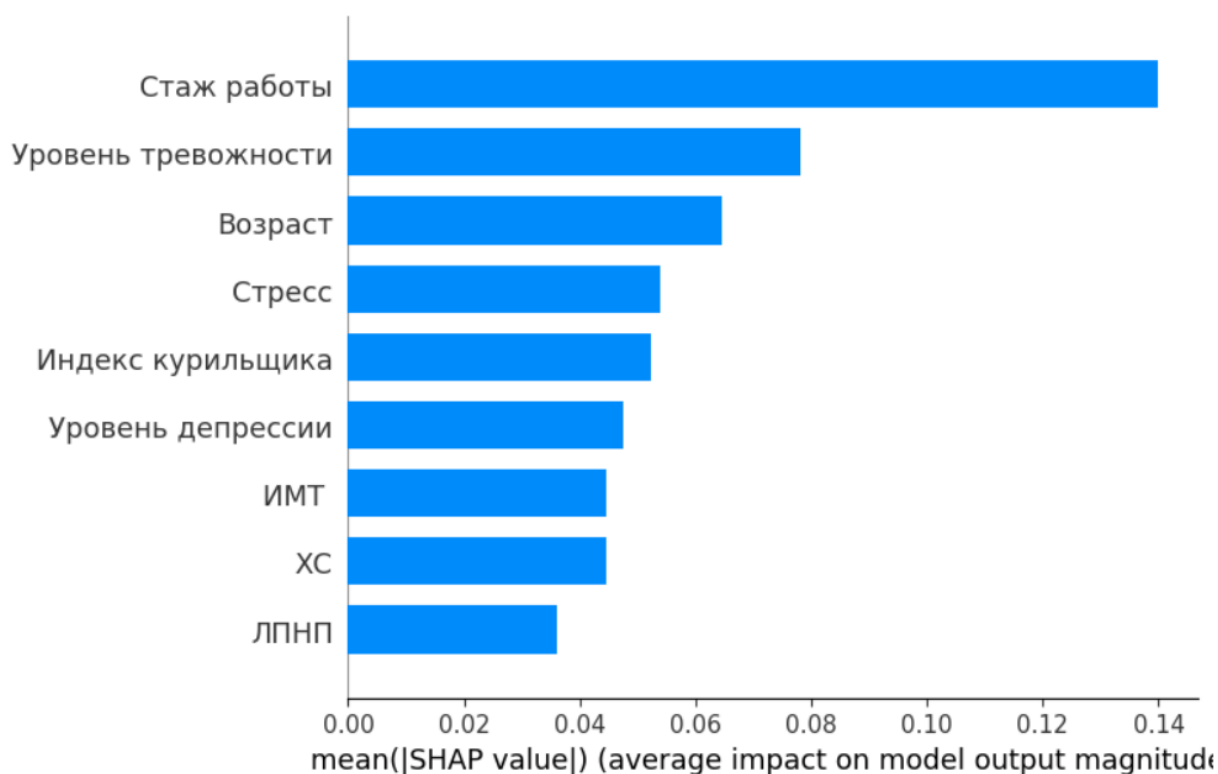


Рисунок 1. Средние значения факторов риска, влияющих на развитие АГ у работников, занятых подземной добычей руды

Figure 1. Average values of risk factors affecting the development of hypertension among underground mining workers

У работников, занятых транспортировкой руды, к ведущим факторам, влияющим на развитие АГ, являются стаж работы, возраст и индекс курильщика. Психоэмоциональные факторы (тревога, депрессия) также значимы, но уступают поведенческим факторам риска (см. Рисунок 2).

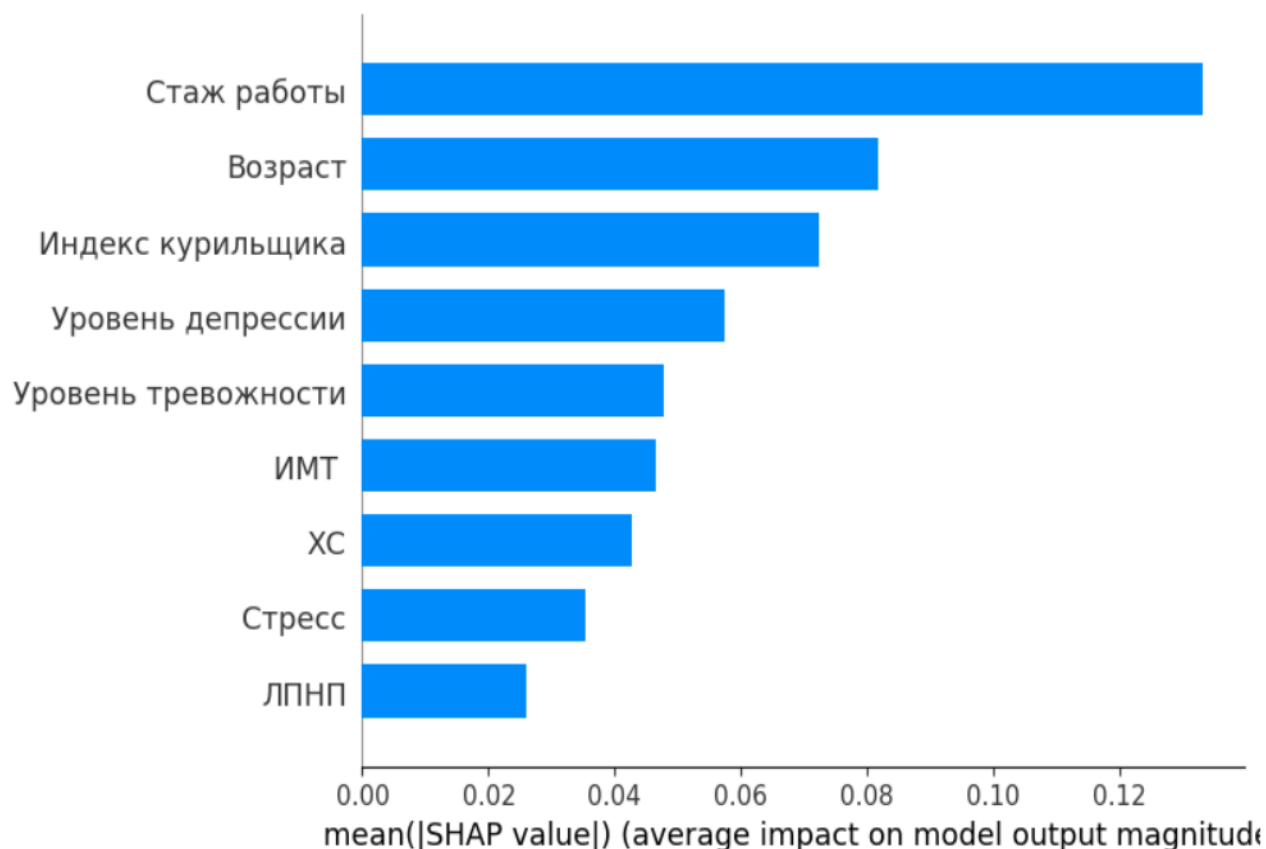


Рисунок 2. Средние значения факторов риска, влияющих на развитие АГ у работников, занятых транспортировкой руды

Figure 2. Average values of risk factors influencing the development of hypertension among ore transportation workers

У группы работников, занятых обогащением руды, в структуре факторов риска, также как у работников транспортной группы, доминируют стаж, индекс курильщика и возраст. Вклад стресса и тревожности также присутствует, но менее выражен, чем у подземных рабочих (см. Рисунок 3).

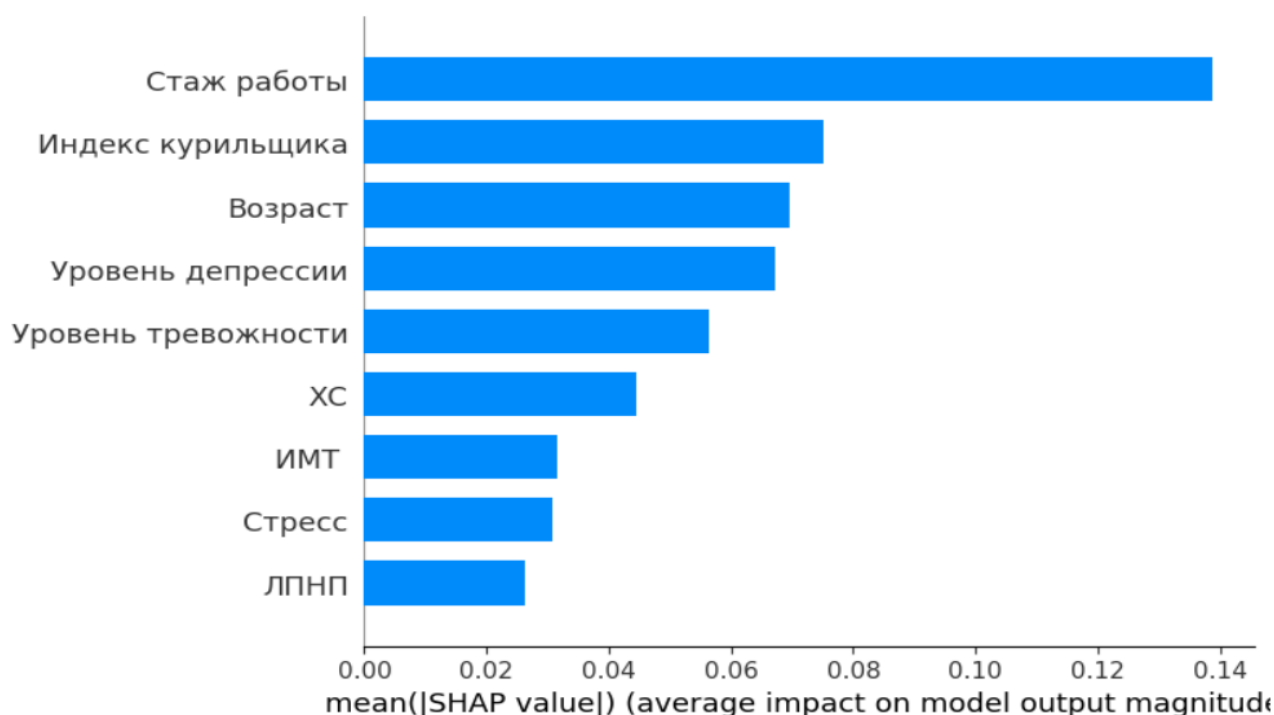


Рисунок 3. Средние значения факторов риска, влияющих на развитие АГ у работников, занятых обогащением руды

Figure 3. Average values of risk factors influencing the development of hypertension among ore processing workers

Обсуждение. Полученные результаты свидетельствуют о том, что работа на современном горно-обогатительном предприятии сопряжена с высоким риском развития сердечно-сосудистой патологии, природа которого мультифакториальна.

Установленная ведущая роль стажа работы во всех моделях подчеркивает кумулятивный эффект воздействия вредных производственных факторов. Можно предположить, что длительная экспозиция интенсивному шуму (превышающему нормативы на 3–17 дБА) и вибрации вызывает системные сосудистые реакции и эндотелиальную дисфункцию, что согласуется с данными литературы [5, 8].

У работников группы подземной добычи вклад психоэмоциональных факторов (тревога, стресс) занимают лидирующие позиции, которые по силе влияния опережают такие факторы, как курение и избыточная масса тела. Указанное можно связать со спецификой труда шахтеров: отсутствие естественного света, замкнутое пространство и угроза для собственной жизни. Полученные нами результаты подтверждают данные других авторов, выявившие, что хронический стресс на рабочем месте выступает независимым предиктором АГ, реализуя свое действие через нейрогуморальные механизмы [21].

Для работников, занятых транспортированием и обогащением руды, более значимым оказывается сочетание производственных факторов со стажем и поведенческими рисками (курение). Высокая распространенность курения в этих группах (до 43,7%) усиливает негативное влияние производственной среды, создавая суммарный эффект. Выявленные высокие показатели гиперхолестеринемии (до 54,8%) у работников всех групп указывают на наличие метаболических нарушений, которые могут усугубляться сменным графиком работы и нарушением циркадных ритмов, питанием, отсутствием физической нагрузки.

Необходимо отметить, что использование машинного обучения позволило выявить основные факторы, влияющие на развитие АГ. Выявлена нелинейная связь стресса со стажем, когда «провал» в уровне стресса наблюдается в период адаптации (стаж работы 5–10 лет), а затем следует новый подъем, связанный с накопленной усталостью с последующим значительным ростом психоэмоциональных нарушений, связанным со срывом адаптации.

Заключение. Проведенное комплексное исследование с применением методов искусственного интеллекта позволило установить следующие выводы:

1. Условия труда на основных этапах горно-обогатительного производства характеризуются сочетанным воздействием физических (шум, вибрация), химических факторов и напряженностью труда, соответствующих вредным классам 3.1–3.3.
2. Ведущим предиктором развития артериальной гипертензии у работников всех профессиональных групп является стаж работы во вредных условиях, что требует особого внимания к работникам со стажем более 10–15 лет.
3. Структура факторов риска имеет выраженную профессиональную специфику: для работников подземной добычи критически важными являются психоэмоциональные факторы (тревожность, стресс), в то время как для работников транспорта и обогащения на первый план выходят поведенческие риски (курение) в сочетании с возрастом и стажем.
4. Высокая распространенность психосоциального стресса (до 40,2%) и коморбидных состояний (дислипидемия, курение) указывает на необходимость разработки адресных профилактических программ. Для шахтеров приоритетным направлением могут стать мероприятия, направленные на снижение уровня

стресса, тогда как для других групп – инициативы по отказу от курения и коррекции метаболических нарушений.

Вклад авторов:

Концепция и дизайн исследования - Каримова Л.К., Бакиров А.Б.

Сбор и обработка материала - Зайдуллин И.И., Мулдашева Н.А., Маврина Л.Н.,

Анализ данных - Гимаева З.Ф., Рузаков В.О., Бейгул Н.А.

Написание текста и оформление статьи - Каримова Л.К., Зайдуллин И.И., Мулдашева Н.А., Маврина Л.Н., Бейгул Н.А.

Редактирование - Каримова Л.К., Бакиров А.Б.

Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех ее частей.

Author contribution:

Concept and design of the study - Karimova L.K., Bakirov A.B.

Collection and processing of material - Zaidullin I.I., Muldasheva N.A., Mavrina L.N.,

Data analysis - Gimaeva Z.F., Ruzakov V.O., Beigul N.A.

Writing the text and designing the article - Karimova L.K., Zaidullin I.I., Muldasheva N.A., Mavrina L.N., Beigul N.A.

Editing - Karimova L.K., Bakirov A.B.

All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

Список литературы:

1. Драпкина О.М., Федин А.И., Дорофеева О.А., Медведев В.Э., Карева Е.Н., Джигоева О.Н., Куклин С.Г., Соловьева Э.Ю., Абдулганиева Д.И., Ким З.Ф., Григорович М.С., Шапошник И.И., Корягина Н.А., Середенин С.Б. Влияние психосоциальных факторов риска на течение и прогноз сердечно-сосудистых заболеваний. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2022; 21(5): 3280. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2022-3280>

2. Бойцов С.А. Сердечно-сосудистые заболевания и когнитивные нарушения. Журнал неврологии и психиатрии имени С. С. Корсакова. 2022; 122(7): 7-13. <https://doi.org/10.17116/jnevro20221220717>
3. Косолапов В. П., Ярмонова М. В. Анализ высокой сердечно-сосудистой заболеваемости и смертности взрослого населения как медико-социальной проблемы и поиск путей ее решения. 2021; 20(1): 58-64. <https://doi.org/10.52420/2071-5943-2021-20-1-58-64>
4. Kivimäki M, Kawachi I. Work Stress as a Risk Factor for Cardiovascular Disease. Curr Cardiol Rep. 2015; 17(9): 630.
5. Шпагина Л.А. Герасименко О.Н., Новикова И.И., Радоуцкая Е.Ю., Горбунова А.М., Сергеева Я.С. Клинико-функциональная и молекулярная характеристика вибрационной болезни в сочетании с артериальной гипертензией. Медицина труда и промышленная экология. 2022; 62(3): 146–158. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-3-146-158>
6. Коневских Л.А., Ладохина Т.Т., Константинова Е.Д., Астахова С.Г. Влияние факторов производственной среды и образа жизни на состояние артериальных сосудов у работников, занятых в производстве меди. Гигиена и санитария. 2020; 99(1): 45–50. <http://dx.doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-1-45-50>
7. Будкарь Л.Н. Гурвич В.Б., Карпова Е.А., Кудрина К.С., Обухова Т.Ю., Солодушкин С.И., Шмони́на О.Г., Мордвинова О.А., Федорук А.А., Штин Т.Н. Кардиоваскулярные токсические эффекты у работников медеплавильного производства, экспонированных к тяжёлым металлам. Гигиена и санитария. 2020; 99(1): 37–44. <http://dx.doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-1-37-44>
8. Третьяков С.В. Состояние сердечно-сосудистой системы при действии вибрации (Клинические и патогенетические аспекты). Международный научно-исследовательский журнал. 2023; 135(9): 1-20. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.135.38>
9. Жидкова Е.А., Гуревич К.Г., Гутор Е.М., Жельвис В.В., Джигоева О.Н., Орлова А.А., Драпкина О.М. Модифицируемые факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний у работников локомотивных бригад наземного и подземного рельсового транспорта города Москвы. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2023; 22(2): 31-37. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2023-3479>

10. Джериева И.С., Волкова Н.И., Рапопорт С.И. Сменная работа как один из факторов риска развития артериальной гипертензии и метаболических нарушений. Рациональная фармакотерапия в кардиологии. 2012; 8(2): 185-189.
11. Меркулов Ю.А., Пятков А.А., Горохова С.Г., Меркулова Д.М., Атьков О.Ю. Нарушение вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы при разных режимах работы с ночными сменами. Кардиология. 2020; 60(9): 62-67. <https://doi.org/10.18087/cardio.2020.9.n1134>.
12. Коневских Л.А., Ладохина Т.Т., Константинова Е.Д., Астахова С.Г., Газимова В.Г. Факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний у работников Свердловской области, занятых в производстве меди. Здоровье населения и среда обитания. 2020; 2(323): 33-37. <http://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-323-2-33-37>
13. Концевая А.В., Муканеева Д.К., Игнатьева В.И. и др. Экономика профилактики сердечно-сосудистых заболеваний в Российской Федерации. Российский кардиологический журнал. 2023; 28(9): 5521. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2023-5521>
14. Гимаева З.Ф., Бакиров А.Б. и др. Диагностическая значимость показателей липидного профиля для оценки кардиоваскулярного риска работников химических производств. Медицина труда и промышленная экология. 2022; 62(1): 19-28. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-1-19-28>
15. Филимонов Е.С., Коротенко О.Ю., Уланова Е.В., Тапешкина Н.В. Факторы риска в развитии сердечно-сосудистых заболеваний у работников угольной промышленности. Гигиена и санитария. 2022; 101(7): 770-775. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-7-770-775>
16. Сюрин С. А., Никанов А. Н. Факторы риска нарушений здоровья горняков при добыче медно-никелевой руды в Кольском Заполярье. Экология человека. 2017; 9: 22-27.
17. Шляпников Д.М., Шур П.З., Власова Е.М., Алексеев В.Б., Лебедева Т.М. Профессиональный риск развития болезней кровообращения у работников, занятых на выполнении подземных горных работ. Медицина труда и промышленная безопасность. 2015; 9: 6-9.
18. Чеботарев А.Г., Лескина Л.М., Головкова Н.П. Условия труда и профессиональный риск нарушения здоровья рабочих рудных карьеров. Горная

промышленность. 2020; 6: 115-119. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2020-5-115-119>

19. Бугаева М.С., Горохова Л.Г., Бондарев О.И., Михайлова Н.Н. Влияние угольно-породной пыли на риск развития морфологических нарушений сердечно-сосудистой системы. Медицина труда и промышленная экология. 2020; 60(6): 415-420. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-6-415-420>

20. Палаткина Л.О., Корнеева О.Н., Драпкина О.М. Окислительный стресс – роль в патогенезе хронической сердечной недостаточности, возможности коррекции. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2012; 11(6): 91-94. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2012-6-91-94>

21. Амбатьелло Л.Г. Стресс-индуцированная артериальная гипертония. Терапевтический архив. 2022; 94(7): 908-913. <https://doi.org/10.26442/00403660.2022.07.201733>

References:

1. Drapkina O.M., Fedin A.I., Dorofeyeva O.A., Medvedev V.E., Kareva YE.N., Dzhioyeva O.N., Kuklin S.G., Solov'yeva E.YU., Abdulganiyeva D.I., Kim Z.F., Grigorovich M.S., Shaposhnik I.I., Koryagina N.A., Seredenin S.B. Influence psychosocial risk factors on the course and prognosis of cardiovascular diseases. Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika. 2022; 21(5): 3280. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2022-3280>

2. Boytsov S.A. Cardiovascular diseases and cognitive impairments. Zhurnal nevrologii i psikiatrii imeni S. S. Korsakova. 2022; 122(7): 7-13. <https://doi.org/10.17116/jnevro20221220717>

3. Kosolapov V. P., Yarmonova M. V. Analysis of high cardiovascular morbidity and mortality in the adult population as a medical and social problem and search for ways to solve it. Ural'skiy meditsinskiy zhurnal. 2021; 20(1): 58-64. <https://doi.org/10.52420/2071-5943-2021-20-1-58-64>

4. Kivimäki M, Kawachi I. Work Stress as a Risk Factor for Cardiovascular Disease. Curr Cardiol Rep. 2015; 17(9): 630.

5. Shpagina L.A. Gerasimenko O.N., Novikova I.I., Radoutskaya YE.YU., Gorbunova A.M., Sergeyeva YA.S. Clinical, functional and molecular characteristics of vibration disease in combination with arterial hypertension. Meditsina truda i promyshlennaya

ekologiya. 2022; 62(3): 146–158. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-3-146-158>

6. Konevskikh L.A., Ladokhina T.T., Konstantinova YE.D., Astakhova S.G. The influence of factors of the industrial environment and lifestyle on the condition of arterial vessels in workers engaged in copper production. *Gigiyena i sanitariya*. 2020; 99(1): 45–50. <http://dx.doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-1-45-50>

7. Budkar' L.N. Gurvich V.B., Karpova YE.A., Kudrina K.S., Obukhova T.YU., Solodushkin S.I., Shmonina O.G., Mordvinova O.A., Fedoruk A.A., Shtin T.N. Cardiovascular toxic effects in workers of copper smelting exposed to heavy metals. *Gigiyena i sanitariya*. 2020; 99(1): 37–44. <http://dx.doi.org/10.33029/0016-9900-2020-99-1-37-44>

8. Tret'yakov S.V. The state of the cardiovascular system under the influence of vibration (Clinical and pathogenetic aspects). *Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal*. 2023; 135(9): 1-20. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.135.38>

9. Zhidkova YE.A., Gurevich K.G., Gutor YE.M., Zhel'vis V.V., Dzhioyeva O.N., Orlova A.A., Drapkina O.M. Modifiable risk factors for cardiovascular diseases in workers of locomotive crews of surface and underground rail transport in Moscow. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*. 2023; 22(2): 31-37. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2023-3479>

10. Dzheriyeva I.S., Volkova N.I., Rapoport S.I. Shift work as one of the risk factors for hypertension and metabolic disorders. *Ratsional'naya farmakoterapiya v kardiologii*. 2012; 8(2): 185-189.

11. Merkulov YU.A., Pyatkov A.A., Gorokhova S.G., Merkulova D.M., At'kov O.YU. Violation of the autonomic regulation of the cardiovascular system in different modes of work with night shifts. *Kardiologiya*. 2020; 60(9): 62-67. <https://doi.org/10.18087/cardio.2020.9.n1134>.

12. Konevskikh L.A., Ladokhina T.T., Konstantinova YE.D., Astakhova S.G., Gazimova V.G. Risk factors for cardiovascular diseases in workers of the Sverdlovsk region engaged in copper production. *Zdorov'ye naseleniya i sreda obitaniya*. 2020; 2(323): 33-37. <http://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-323-2-33-37>

13. Kontsevaya A.V., Mukaneyeva D.K., Ignat'yeva V.I. i dr. Economics of prevention of cardiovascular diseases in the Russian Federation. *Rossiyskiy kardiologicheskiy zhurnal*.

2023; 28(9): 5521. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2023-5521>

14. Gimayeva Z.F., Bakirov A.B. i dr. The diagnostic significance of lipid profile indicators for assessing the cardiovascular risk of chemical industry workers. *Meditcina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2022; 62(1): 19-28. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-1-19-28>
15. Filimonov YE.S., Korotenko O.YU., Ulanova YE.V., Tapeschkina N.V. Risk factors in the development of cardiovascular diseases in coal industry workers. *Gigiyena i sanitariya*. 2022; 101(7): 770-775. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-7-770-775>
16. Syurin S. A., Nikanov A. N. Risk factors for health disorders of miners during mining of copper-nickel ore in the Kola Arctic. *Ekologiya cheloveka*. 2017; 9: 22-27.
17. Shlyapnikov D.M., Shur P.Z., Vlasova YE.M., Alekseyev V.B., Lebedeva T.M. Occupational risk of developing circulatory diseases in workers engaged in underground mining operations. *Meditcina truda i promyshlennaya bezopasnost'*. 2015; 9: 6-9.
18. Chebotarev A.G., Leskina L.M., Golovkova N.P. Working conditions and occupational health risk of ore quarry workers. *Gornaya promyshlennost'*. 2020; 6: 115-119. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2020-5-115-119>
19. Bugayeva M.S., Gorokhova L.G., Bondarev O.I., Mikhaylova N.N. The effect of coal-rock dust on the risk of developing morphological disorders of the cardiovascular system. *Meditcina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2020; 60(6): 415-420. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-6-415-420>
20. Palatkina L.O., Korneyeva O.N., Drapkina O.M. Oxidative stress – a role in the pathogenesis of chronic heart failure, the possibility of correction. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*. 2012; 11(6): 91-94. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2012-6-91-94>
21. Ambat'yello L.G. Stress-induced arterial hypertension. *Terapevticheskiy arkhiv*. 2022; 94(7): 908-913. <https://doi.org/10.26442/00403660.2022.07.201733>

Информация об авторах.

Каримова Лилия Казымовна – доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник отдела комплексных проблем гигиены и экологии человека ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека» (e-mail: iao_karimova@rambler.ru; тел. 8 (347) 255-57-21; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4995-0854>)

Бакиров Ахат Бариевич – советник директора ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», доктор медицинских наук, профессор, академик Академии наук Республики Башкортостан, заведующий кафедры терапии и профессиональных болезней с курсом ИДПО ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава России, (e-mail: fbun@uniimtech.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3510-2595>)

Зайдуллин Искандер Ильдарович – кандидат медицинских наук, заведующий отделом медицины труда ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», врач-стоматолог (e-mail: iskanderdent@yahoo.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6031-5683>)

Гимаева Зульфия Фидаиевна - доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела медицины труда ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека»; доцент ФГБОУ ВО Российский университет медицины Минздрава России (e-mail: gzf-33@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6668-2196>)

Рузаков Вадим Олегович - кандидат медицинских наук, помощник директора, научный сотрудник ФБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» (8(343)253-87-54, E-mail: ruzakov@ymrc.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8902-0416>)

Мулдашева Надежда Алексеевна – научный сотрудник отдела комплексных проблем гигиены и экологии человека ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека» (e-mail: muldasheva51@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3518-3519>)

Гайнуллина Махмуза Калимовна - доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», 450106, Уфа. ул. Ст. Кувыкина, 94, тел. (347) 255-57-21. e-mail: gainullinamk@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0001-9340-2284>

Бейгул Наталья Александровна – кандидат химических наук, доцент, старший научный сотрудник отдела комплексных проблем гигиены и экологии человека ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека»; доцент кафедры физической и органической химии ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (e-mail: omt_ufnii@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8006-384X>)

Author information

Liliya K. Karimova – Doct. Sci. (Medicine), Chief Researcher at the Department of Complex Problems of Hygiene and Human Ecology of the Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology (e-mail: iao_karimova@rambler.ru; tel.: +7 (347)255-57-21; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4995-0854>)

Akhat B. Bakirov - Director's advisor of the Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Doct. Sci. (Medicine), Professor, Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, Head of the Department of Therapy and Occupational Diseases with the course of IDPO of the Bashkirian State Medical University of the Russian Health Ministry, e-mail: fbun@uniimtech.ru , <https://orcid.org/0000-0003-3510-2595>

Iskander I. Zaidullin – Cand. Sci. (Medicine), Head of the Department of Occupational Medicine of the Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, dentist (e-mail: iskanderdent@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0002-6031-5683>)

Zulfiya F. Gimaeva – Doct. Sci. (Medicine), Leading Researcher at the Department of Occupational Health of the Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology; Professor at the Russian University of Medicine of the Russian Health Ministry (e-mail: gzf-33@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6668-2196>)

Vadim O. Ruzakov - Yekaterinburg Medical Research Center for Prevention and Health Protection of Workers of Industrial Enterprises, Assistant to the Director, Researcher, Cand. Sci. (Medicine), 620014, Russian Federation, Sverdlovsk Region Yekaterinburg, Popova St., 30, (343)253-87-54, E-mail: ruzakov@ymrc.ru, <http://orcid.org/0000-0002-8902-0416>

Nadezhda A. Muldasheva – Researcher at the Department of Complex Problems of Hygiene and Human Ecology of the Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology (e-mail: muldasheva51@gmail.com; tel: +7 (347) 255-57-21; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3518-3519>)

Makhmuza K. Gainullina – Doct/ Sci. (Medicine), Professor, Chief Researcher, Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, 450106, tel. (347) 255-57-21. e-mail: gainullinamk@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0001-9340-2284> .

Natalya A. Beigul – Cand. Sci. (Chemistry), Associate Professor, Senior Researcher at the Department of Complex Problems of Hygiene and Human Ecology of the Ufa Research

Institute of Occupational Health and Human Ecology; Associate Professor Ufa State Petroleum Technological University (e-mail: omt_ufnii@mail.ru; tel.: +7 (347) 255-57-21; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8006-384X>)

Поступила/Received: 27.11.2025

Принята в печать/Accepted: 08.12.2025