



Шаповал И.В.¹, Каримова Л.К.¹, Капцов В.А.², Мулдашева Н.А.¹,
Зайдуллин И.И.¹, Гимаева З.Ф.¹, Бейгул Н.А.¹

Кардиоваскулярный риск у работников химических производств

¹ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», 450106, Уфа, Россия;

²ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт гигиены транспорта» Роспотребнадзора, 125438, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Болезни системы кровообращения, в том числе артериальная гипертензия, остаются основными причинами смертности и утраты трудоспособности лиц трудоспособного возраста. Условия труда, стресс, воздействие химических и физических факторов, а также социально-психологические факторы играют важную роль в развитии этих патологий.

Цель исследования заключалась в определении приоритетных факторов риска развития артериальной гипертензии у работников химических производств и обосновании направлений профилактических мероприятий.

Материалы и методы. Исследование проводилось на двух химических производствах с участием 643 работников, из которых 551 – аппаратчики. Для оценки условий труда использованы данные производственного контроля и собственных исследований, а также результаты углублённых медицинских осмотров. Для анализа факторов риска применяли методы машинного обучения, в том числе алгоритм Cat Boost и интерпретацию с помощью SHAP.

Результаты. Исследование показали, что распространённость артериальной гипертензии среди работников производства этилена и пропилена была выше (34,3%), чем на производстве этилбензола и стирола (31,8%), а также среди работников Центра автоматизации (27,2%). В группе аппаратов производства этилена и пропилена наибольшую роль в развитии артериальной гипертензии играли стаж работы во вредных условиях (20,6%), курение (20,2%), возраст (18,1%), избыточная масса тела (11%) и нарушения липидного обмена. Анализ показал, что наибольший вклад в риск артериальной гипертензии у работников производства этилбензола и стирола вносили стаж (23,8%), возраст (13,6%), избыточная масса тела (7,1%), курение (6,1%) и липидные нарушения.

Ограничения исследования. Основная выборка исследования ограничена аппаратчиками двух химических производств (этилбензола и стирола, этилена и пропилена), что сужает возможности экстраполяции результатов на другие профессиональные группы или отрасли. Дополнительные исследования с более широкими выборками могли бы выявить другие важные факторы, влияющие на здоровье работников, а также позволили бы учесть риски для работников других химических предприятий и опасных производств с различными условиями труда.

Заключение. Сравнительная оценка условий труда на двух производствах показала, что производство этилбензола и стирола характеризовалось более безопасными условиями труда благодаря высокой автоматизации, что снизило влияние вредных факторов на здоровье работников. Основными факторами риска развития артериальной гипертензии были стаж работы, дислипидемия, курение, избыточная масса тела, стресс. Необходима разработка комплексных профилактических мероприятий для улучшения условий труда, снижения стресса у работников химических производств.

Ключевые слова: кардиоваскулярный риск; аппаратчики; химическое производство; фактор риска

Соблюдение этических стандартов. Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека» (протокол заседания № 01–11 от 22.11.2023 г.), проведено согласно общепринятым научным принципам Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (в редакции, принятой на 75-й Генеральной Ассамблее ВМА, Хельсинки, Финляндия, октябрь 2024 г.). Участники обследования дали информированное добровольное согласие на его проведение.

Для цитирования: Шаповал И.В., Каримова Л.К., Капцов В.А., Мулдашева Н.А., Зайдуллин И.И., Гимаева З.Ф., Бейгул Н.А. Кардиоваскулярный риск у работников химических производств. *Гигиена и санитария*. 2026; 105(2): 170–177. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2026-105-2-170-177> <https://elibrary.ru/ccnidd>

Для корреспонденции: Шаповал Инна Валерьевна, e-mail: shapoval-inna@mail.ru

Вклад авторов: Шаповал И.В. – концепция и дизайн исследования, написание текста, сбор и обработка материала; Каримова Л.К. – концепция и дизайн исследования, редактирование; Капцов В.А. – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех её частей; Мулдашева Н.А. – обработка материала, статистическая обработка, редактирование; Зайдуллин И.И. – обработка материала, статистическая обработка, редактирование; Гимаева З.Ф. – обработка материала, статистическая обработка, редактирование; Бейгул Н.А. – редактирование.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 11.03.2025 / Поступила после доработки: 02.06.2025 / Принята к печати: 26.06.2025 / Опубликована: 13.03.2026

Inna V. Shapoval¹, Lilia K. Karimova¹, Valery A. Kaptsov², Denis O. Karimov¹,
Nadezhda A. Muldasheva¹, Iskander I. Zaydullin¹, Zulfiya F. Gimaeva¹, Natalia A. Beigul¹

Cardiovascular risk in chemical industry workers

¹Ufa Scientific Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, 450106, Russian Federation;

²All-Russian Research Institute of Transport Hygiene, Moscow, 125438, Russian Federation.

ABSTRACT

Introduction. Cardiovascular diseases, including arterial hypertension, remain the main causes of mortality and disability among people of working age. Working conditions, stress, exposure to chemical and physical factors, as well as socio-psychological factors, play an important role in the development of these diseases.

The purpose of the study. To identify priority risk factors for the development of hypertension among chemical industry workers and to substantiate the directions of preventive measures.

Materials and methods. The study was conducted at two chemical plants, with the participation of six hundred forty three employees, including 551 apparatuschiks from two different industries. To assess the working conditions, we used production control data, own research, as well as the results of in-depth medical examinations. Machine learning methods, including the Cart Boost algorithm and SHAP interpretation, were used to analyze risk factors.

Results. The results of the study showed the prevalence of hypertension among ethylene-propylene production workers was higher (34.3%) than in ethylbenzene-styrene production (31.8%) and among Automation Center workers (27.2%). In the group of ethylene-propylene production devices, the greatest role in the

development of hypertension was played by work experience in harmful conditions (20.6%), smoking (20.2%), age (18.1%), overweight (11.0%) and lipid metabolism disorders. The analysis showed that the greatest contribution to the risk of hypertension in ethylbenzene-styrene workers was made by seniority (23.8%), age (13.6%), overweight (7.1%), smoking (6.1%) and lipid disorders.

Limitations. The main sample of the study is limited to the staff of two chemical industries (ethylbenzene-styrene and ethylene-propylene), which narrows the possibilities of generalizing the results to other professional groups or industries. Additional studies with broader samples could identify other important factors affecting the health of workers, as well as take into account the risks for workers in other chemical and industrially hazardous industries with different working conditions.

Conclusion. A comparative assessment of working conditions at the two plants showed ethylbenzene-styrene production to have safer working conditions due to high automation, which reduced the impact of harmful factors on workers' health. The main risk factors for hypertension are work experience, dyslipidemia, smoking, overweight, and stress. Comprehensive preventive measures are needed to improve working conditions and reduce stress among chemical workers.

Keywords: cardiovascular risk; apparatchiki; chemical production; risk factor

Compliance with ethical standards. The study was approved by the local ethical committee of the Ufa Scientific Research Institute of Occupational Medicine and Human Ecology (meeting protocol No. 01-11 dated 22.11.2025), and the Helsinki Declaration of the World Medical Association (as amended by the 75th General Assembly of the WMA, Helsinki, Finland, October 2024) was carried out. The survey participants gave informed voluntary consent to conduct it.

For citation: Shapoval I.V., Karimova L.K., Kaptsov V.A., Muldasheva N.A., Zaydullin I.I., Gimaeva Z.F., Beigul N.A. Cardiovascular risk in chemical industry workers. *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian journal.* 2026; 105(2): 170–177. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2026-105-2-170-177> <https://elibrary.ru/ccnidd> (In Russ.)

For correspondence: Inna V. Shapoval, e-mail: shapoval-inna@mail.ru

Contribution: Shapoval I.V. – research concept and design, text writing, collection and processing of material; Karimova L.K. – research concept and design, editing; Kaptsov V.A. – approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article; Muldasheva N.A., Zaidullin I.I., Gimaeva Z.F. – material processing, statistical processing, editing; Beigul N.A. – editing. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

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

Funding. The study had no sponsorship.

Received: March 11, 2025 / Revised: June 2, 2025 / Accepted: June 26, 2025 / Published: March 13, 2026

Введение

Болезни системы кровообращения (БСК) занимают ведущие позиции среди причин смертности, утраты трудоспособности и инвалидизации лиц трудоспособного возраста. Ведущее место в структуре сердечно-сосудистой патологии принадлежит ишемической болезни сердца (ИБС) и гипертонической болезни (ГБ) [1–3].

Результаты многочисленных отечественных и зарубежных исследований подтверждают, что экономические условия, образ жизни, производственные и бытовые факторы риска (ФР), гендерные и генетические особенности способствуют развитию и повышению распространённости БСК [4–6]. Среди факторов, оказывающих значительное влияние на вероятность возникновения этих патологий, важное место занимают вредные (физические, химические), физиологические и социально-психологические факторы рабочей среды, которые могут привести к различным соматическим болезням, в том числе ИБС и ГБ [7–9].

Исследования показали, что вероятность развития артериальной гипертензии увеличивается в условиях интенсивного ритма работы, переработок, ночных смен и вахтового метода, приводящих к производственному стрессу [10–12].

По мнению экспертов Всемирной организации здравоохранения, БСК относятся к профессионально обусловленным [13–15]. Недавние публикации подтверждают повышенный риск развития артериальной гипертензии (АГ) у работников предприятий различных отраслей экономики при наличии высокой степени ответственности и опасности, воздействии комплекса вредных производственных факторов. В этих условиях от работника требуется способность к быстрой адаптации в условиях неопределённости и риска для собственной жизни и безопасности других лиц [16–18].

В связи с этим актуально изучение влияния производственных факторов риска на развитие АГ у работников химических предприятий при значительных нервно-эмоциональных нагрузках в связи с повышенной взрывопожароопасностью производств [19–21].

Цель исследования – определение приоритетных факторов риска и их вклада в развитие артериальной гипертензии у работников химических производств и обоснование направлений профилактических мероприятий.

Материалы и методы

Исследования были выполнены на двух химических производствах – этилбензола и стирола, этилена и пропилена, отличающихся степенью автоматизации технологического процесса.

Проведена оценка условий труда работников этих производств на основе материалов производственного контроля с выделением приоритетных факторов рабочей среды и по результатам собственных исследований по оценке тяжести и напряжённости труда.

Для оценки условий труда были использованы материалы производственного контроля, предоставленные администрацией предприятия. Всего проанализировано 345 протоколов исследований и измерений, выполненных в соответствии с действующими нормативными актами. Оценка условий труда по тяжести и напряжённости была проведена на основании предоставленных материалов (должностные инструкции, регламенты, техническая документация), а также непосредственного обследования рабочих мест изучаемых производств. На основании собранных данных был определён класс вредности по химическим и физическим факторам, тяжести и напряжённости труда, а также установлена общая оценка условий труда работников изучаемых производств в соответствии с Руководством Р 2.2.2006–05¹.

Состояние сердечно-сосудистой системы работников ($n = 643$) изучено при проведении периодического медицинского осмотра согласно приказу Министерства здравоохранения Российской Федерации от 28.01.2021 г. № 29н² (Приказ 29н). Дополнительно был определён липидный спектр крови. Для оценки суммарных и относительных сердечно-сосудистых рисков (ССР) определяли уровни абсолютного суммарного ССР по шкале SCORE и десятилетний

¹ Р 2.2.2006–05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

² Приказ Министерства здравоохранения РФ от 28 января 2021 г. № 29н «Об утверждении Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров работников, предусмотренных частью четвёртой статьи 213 Трудового кодекса Российской Федерации, перечня медицинских противопоказаний к осуществлению работ с вредными и (или) опасными производственными факторами, а также работам, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры».

риск фатальных и нефатальных сердечно-сосудистых событий (инфаркт миокарда, инсульт) по шкале SCORE.

Для определения психоэмоционального состояния работников, уровней тревожности, депрессии и стресса в условиях работы на опасных производственных объектах использовали шкалу HADS и опросник Reeder.

Всего в настоящем исследовании приняли участие 551 аппаратчик производств этилбензола и стирола (ЭБС) и этилена и пропилена (ЭП) и 92 сотрудника Центра автоматизации (ЦА) (группа сравнения), занимающиеся разработкой, интеграцией и сопровождением IT-решений на данных производствах. условия труда которых соответствовали допустимому классу (класс 2).

Статистический анализ показал отсутствие различий в возрастной и стажевой структурах изученных групп, что исключило расчёт стандартизованных показателей. Статистическую обработку данных проводили с использованием прикладных программ Microsoft Office 2010.

Для выявления значимых детерминант АГ среди работников изученных производств и количественной оценки их вклада в развитие патологии был применён метод машинного обучения. Для построения прогностической модели использовался алгоритм градиентного бустинга Cat Boost, который демонстрирует высокую точность в задачах анализа табличных данных и позволяет учитывать нелинейные зависимости между предикторами. Для интерпретации влияния факторов использовался метод SHAP (Shapley Additive Explanations), позволяющий детализировать вклад каждого предиктора в прогнозное значение целевой переменной. В качестве метрик значимости факторов применяли среднее абсолютное значение SHAP и процент влияния данного признака.

Результаты

Рассмотрены современные крупнотоннажные производства, основанные на непрерывных технологических процессах, управление которыми осуществляется дистанционно из операторных, а основное оборудование размещается на наружных установках.

Циркулирующие химические соединения в технологических потоках производства ЭБС (бензол, метилбензол, этилбензол, этилбензол, этилен) и производства ЭП (этилен, пропилен, бензол) относятся к веществам с различным классом опасности (2–4-й классы); наиболее токсичным является бензол (2-й класс опасности).

Оба производства относятся к категории опасных в связи с возможностью взрывов и пожаров при аварийных ситуациях, приводящих к большим разрушениям. Интеллектуальные и эмоциональные нагрузки высокой интенсивности, связанные с управлением сложными технологическими процессами в условиях дефицита времени, могут вызывать у работников нервно-эмоциональное напряжение.

Изученные производства существенно различались по степени автоматизации технологических процессов. Производство этилбензола и стирола является высокоавтоматизированным с управлением технологическим процессом автоматизированной системой управления (АСУТП) и широким внедрением систем видеонаблюдения на наиболее опасных участках. Это существенно отличало данное производство от производства этилена и пропилена, которое частично автоматизировано, но периодически возникала необходимость управления технологическим процессом вручную.

Подробно проанализированы условия труда аппаратчиков, являющихся ведущей профессиональной группой обоих производств. Аппаратчики осуществляли ведение технологического процесса из операторных и контроль работы оборудования, размещённого на наружных установках, а также выполняли газоопасные работы.

Сравнительные характеристики работы аппаратчиков в зависимости от степени автоматизации изученных производств представлены в **табл. 1**.

Анализ данных производственного контроля выявил наличие комплекса вредных производственных факторов на рабочих местах аппаратчиков (**табл. 2**).

Несмотря на герметичность основного оборудования, в производствах существуют потенциальные источники выделения вредных веществ в воздух рабочей зоны. Это резьбовые и фланцевые соединения трубопроводов, регулирующая и запорная арматура, а также газоопасные работы, связанные с отбором технологических проб, заменой клапанов, прокладок или заглушек.

Сравнительный анализ данных условий труда по химическому фактору аппаратчиков двух производств показал, что значения среднесменных концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны обоих производств не превышали установленных гигиенических нормативов. В производстве ЭП наблюдалось превышение максимальных разовых концентраций бензола при выполнении отдельных газоопасных операций. Класс условий труда по химическому фактору на рабочем месте аппаратчиков производства ЭБС соответствовал допустимому (класс 2), аппаратчиков производства ЭП – вредному первой степени (класс 3.1).

Используемое в крупнотоннажных производствах насосное и компрессорное оборудование генерировало интенсивный шум, уровни которого достигали значений 86–92 дБА. Поскольку у аппаратчиков при производстве ЭБС время нахождения непосредственно у технологического оборудования минимизировано, рассчитанный эквивалентный уровень шума не превышал допустимых нормативов (класс 2).

На производстве ЭП аппаратчик занят более продолжительное время обслуживанием шумогенерирующего оборудования, расположенного как в производственных помещениях, так и на наружных установках, в связи с чем эквивалентный уровень шума с учётом времени пребывания в различных зонах оценивался как третий класс первой степени вредности (класс 3.1).

Искусственное освещение в операторных и на наружных установках обоих производств соответствовало требованиям допустимых условий труда. При этом в операторной бункерного типа, созданной для обеспечения безопасности персонала в аварийных ситуациях на производстве этилбензола и стирола, отсутствовало естественное освещение, вследствие чего условия труда по освещённости с учётом мер по компенсации дефицита ультрафиолета оценены как класс 3.1.

Поскольку производства ЭП и ЭБС имели различия в степени автоматизации, компьютеризации технологического процесса, применению микропроцессорной техники и характеру выполняемых работ, оценка условий труда аппаратчиков по отдельным показателям напряжённости труда, превышавшим установленные нормативы, была различной. При этом итоговая оценка условий труда по данному фактору в обоих производствах соответствовала вредному классу первой степени (класс 3.1).

Общая оценка условий труда у аппаратчиков производства ЭБС соответствовала классу 3.1, у аппаратчиков производства ЭП – 3.2 (**табл. 3**).

Полученный результат свидетельствует о том, что комплекс вредных производственных факторов (шум, химическое загрязнение, тяжесть и напряжённость труда, в том числе работа в ночную смену) вызывает у работающих тревогу и стресс, проявления которых были более выражены у аппаратчиков производства ЭП.

Анализ распространённости тревожных и депрессивных состояний среди обследованных работников показал, что субклиническая и клиническая тревога, согласно шкале HADS, выявлена у 24,7% аппаратчиков производства ЭБС, у 37,9% аппаратчиков производства ЭП и у 21,7% работников ЦА. Субклинические и клинические проявления депрессии зафиксированы у 14,6% аппаратчиков производства ЭБС, у 19,9% аппаратчиков производства ЭП и у 15,2% работников ЦА.

Таблица 1 / Table 1

Сравнительные характеристики работы аппаратчиков в зависимости от степени автоматизации химических производств
Comparative characteristics of the work of chemical production apparatuschiks, depending on the degree of their automation

Производство Production	Степень автоматизации технологического процесса Degree of automation of the technological process	Управление технологическим процессом Process control	Время пребывания работника в рабочей зоне, % от рабочей смены Employee's time in the work area, % of the work shift		Вредный производственный фактор Harmful production factor
			операторная operator's room	наружная установка outdoor installation	
ЭБС EBS	Высокоавтоматизированное Highly automated	Дистанционное с помощью ПК, АСУТП и систем видеонаблюдения Remote control using PTK, automated process control systems and video surveillance systems	72–80% – контроль и управление параметрами режима работы оборудования 72–80% – control and management of equipment operating mode parameters	До 20% – отбор проб; выполнение газоопасных работ по обслуживанию сальниковых уплотнений запорной арматуры; уборка территории Up to 20% – sampling, performing gas-hazardous maintenance of stuffing box seals of shut-off valves, cleaning the territory	Световая среда Напряжённость труда Labor intensity Light environment
ЭП EP	Частично автоматизированное Partially automated	Дистанционное с помощью персональных компьютеров и шита управления Remote control using personal computers and a control panel	62–65% – контроль технологического процесса, а также мест расположения запорной и регулирующей арматуры, установленной непосредственно на технологическом оборудовании 62–65% – control of the technological process, as well as the locations of shut-off and control valves installed directly on the technological equipment	38–35% – частичное управление техпроцессом вручную; визуальный контроль мест потенциально опасных участков технологической схемы; отбор проб; выполнение газоопасных работ по обслуживанию сальниковых уплотнений запорной арматуры; уборка территории 38–35% – partial manual control of the technical process, visual inspection of potentially dangerous sections of the technological scheme, sampling, performing gas-hazardous maintenance of stuffing box seals of shut-off valves, cleaning of the territory	Химический Шум Тяжесть труда Напряжённость труда Chemical Noise The severity of the work Labor intensity

Таблица 2 / Table 2

Вредные производственные факторы на рабочих местах аппаратчиков производств ЭБС и ЭП
Harmful production factors in the workplaces of EBS and EP production apparatuschiks

Производственный фактор The production factor	Производство ЭБС EBS production		Производство ЭП EP production	
	превышение показателя (параметра) exceeding the indicator (parameter)	класс условий труда class of working conditions	превышение показателя (параметра) exceeding the indicator (parameter)	класс условий труда class of working conditions
Вредные химические вещества Harmful chemicals	–	2	Бензол 1.2 ПДК _{макс} * – 1.8 ПДК _{макс} * Benzene 1.2 MPC _{max} * – 1.8 MPC _{max} *	3.1
Шум Noise	–	2	На 3–5 дБА Vy 3–5 dBA	3.1
Световая среда Light environment	Отсутствие естественного света / компенсация ультрафиолетовой недостаточности Lack of natural light / compensation for ultraviolet deficiency	3.1	–	2
Напряжённость труда Labor intensity	сенсорные нагрузки sensory loads эмоциональные нагрузки emotional stress монотонность нагрузок monotony of loads режим работы operating mode	3.1	сенсорные нагрузки sensory loads эмоциональные нагрузки emotional stress монотонность нагрузок monotony of loads режим работы operating mode	3.1
Тяжесть труда The labor severity	–	2	Вынужденная рабочая поза до 25% времени смены Forced work position of up to 25% per shift	3.1
Общая оценка Overall assessment	–	3.1	–	3.2

Примечание. * – Р 2.2.2006–05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

Note: * – according to the Guide Р 2.2.2006–05. Guide on Hygienic Assessment of Factors of Working Environment and Work Load. Criteria and Classification of Working Conditions.

Таблица 3 / Table 3

Условия труда аппаратчиков производств ЭБС и ЭП
Working conditions of EBS and EP production apparatchiks

Производство Production	Вредные вещества Harmful chemicals	Шум Noise	Световая среда Light environment	Тяжесть The severity	Напряжённость Intensity	Общая оценка Overall assessment
	Класс условий труда Class of working conditions					
ЭБС EBS	2	2	3.1	2	3.1	3.1
ЭП EP	3.1	3.1	2	3.1	3.1	3.2

По результатам самооценки уровня психосоциального стресса (по шкале Reeder) наибольшая распространённость стресса среднего и высокого уровня была установлена среди аппаратчиков производства ЭП (28,9 и 20,3% соответственно). У аппаратчиков производства ЭБС эти показатели составляли 23,7 и 15,2%, у работников ЦА – 19,5 и 15,2%. Средний уровень стресса в группе аппаратчиков производства ЭП составил $1,4 \pm 0,6$ балла, что немного выше аналогичного показателя в группе аппаратчиков ЭБС – $1,2 \pm 0,5$ ($p = 0,23$, критерий Манна – Уитни) и значительно выше показателя в группе работников ЦА – $0,9 \pm 0,4$ балла ($p = 0,029$, критерий Манна – Уитни). Статистически значимых различий уровня стресса между группами аппаратчиков ЭБС и работников ЦА не установлено ($p = 0,13$, критерий Манна – Уитни).

С целью определения в изучаемых группах распространённости сердечно-сосудистой патологии были проанализированы результаты периодического медицинского осмотра. Анализ показал, что в структуре заболеваемости работников указанных производств ведущее место принадлежало болезням системы кровообращения, среди которых преобладала АГ, преимущественно I степени (90,9–92%).

При сравнении распространённости АГ среди различных профессиональных групп было установлено, что у аппаратчиков производства ЭП (34,3%) и аппаратчиков производства ЭБС (31,8%) она встречалась чаще, чем у работников ЦА (27,2%).

При более детальном анализе было выявлено, что заболеваемость АГ зависела от возраста и стажа. Как видно из предоставленных данных, распространённость АГ у работников всех групп увеличивалась в зависимости от возраста (рис. 1).

Значительно чаще АГ встречалась у аппаратчиков производства ЭП (27,6%) среднего возраста (30–39 лет) по сравнению с работниками аналогичного возраста производства ЭБС и ЦА (20,8 и 16,8% соответственно).

Проведённый анализ данных с учётом стажа работы показал, что частота АГ также возрастает с увеличением стажа (рис. 2).

Частота встречаемости АГ во всех стажевых группах аппаратчиков производства ЭП была выше по сравнению с другими группами.

Среди работников изученных производств не выявлены лица, имеющие болезни системы кровообращения с выраженными нарушениями функций, осложнёнными хронической сердечной недостаточностью, которые в соответствии с приказом № 29н являются медицинскими противопоказаниями допуска к работе.

Наиболее часто встречающимися факторами, определяющими суммарный коронарный риск по шкале SCORE, были гиперхолестеринемия, зафиксированная более чем у половины обследованных, и курение (каждый третий работник) (рис. 3).

Повышенные показатели общего холестерина (ОХ) наблюдались у аппаратчиков производства ЭБС и ЭП чаще, чем у работников группы сравнения (51,8; 56,8 и 50% соответственно).

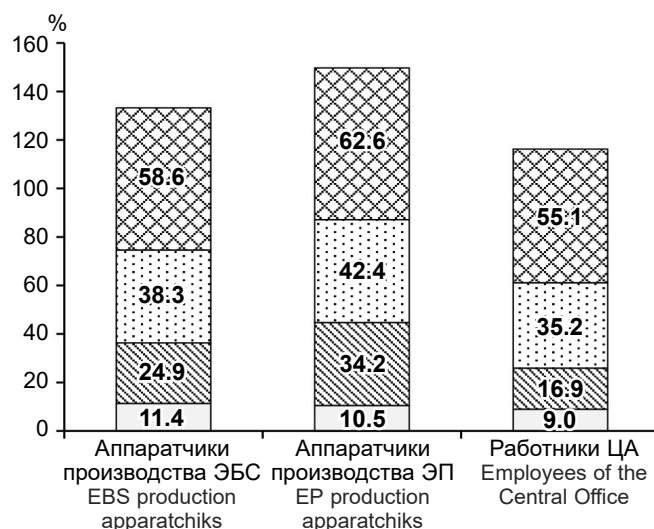
Установлено преобладание курящих среди аппаратчиков производства ЭП (40,7%), работников ЦА (34,8%). Более половины опрошенных работников отмечали приверженность занятиям спортом, 28,1% выполняли утреннюю зарядку, 11,7% регулярно совершали пешие прогулки, а 16,6% занимались в спортивных залах. У работников ЦА физиче-



Возраст, лет: \square 20–29 \square 30–39 \square 40–49 \square 50–59
Age, years: \square 20–29 \square 30–39 \square 40–49 \square 50–59

Рис. 1. Частота АГ среди исследуемых работников в зависимости от возраста, %.

Fig. 1. The prevalence of hypertension among the studied workers, depending on age, %.



Возраст, лет: \square 20–29 \square 30–39 \square 40–49 \square 50–59
Age, years: \square 20–29 \square 30–39 \square 40–49 \square 50–59

Рис. 2. Частота АГ среди исследуемых работников в зависимости от стажа работы, %.

Fig. 2. The prevalence of hypertension among the studied workers, depending on the length of service, %.

Original article

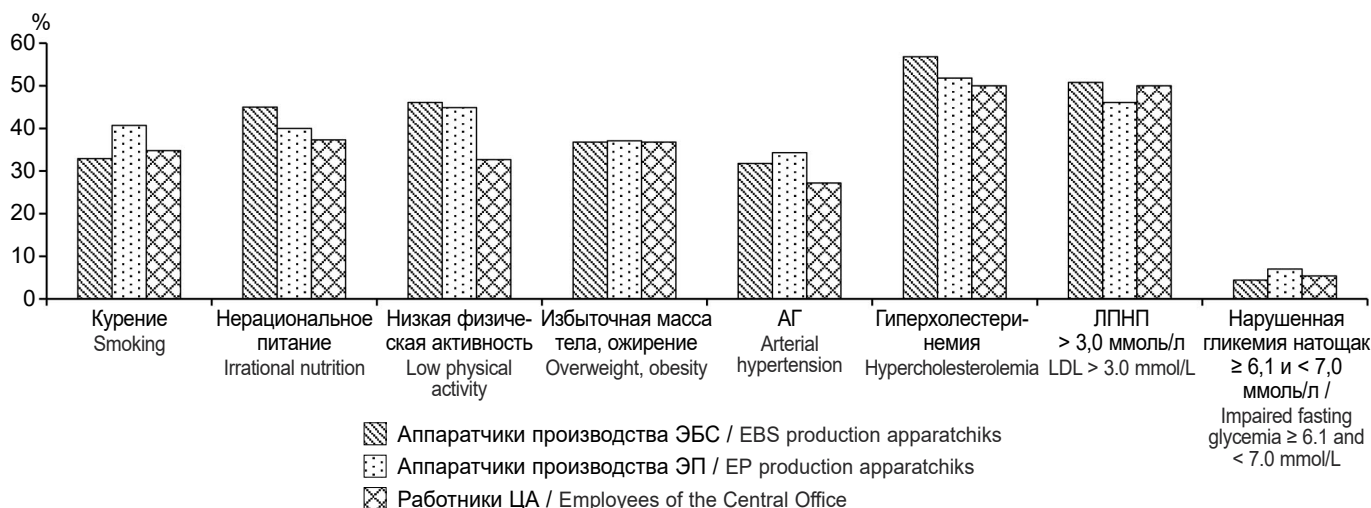


Рис. 3. Частота распространённости основных факторов риска среди работников химических производств (%).

Fig. 3. Occurrence of major risk factors among chemical industry workers (%).

ская активность была значительно выше, чем у аппаратчиков производств ЭП и ЭБС, что могло свидетельствовать о различиях условий труда и образа жизни работников разных профессиональных групп.

Среди работников изученных производств была отмечена достаточно высокая распространённость нерационального питания. На недостаток в рационе овощей, фруктов указали 24,6% пациентов, мясных продуктов – 17,4%. Среди причин нерационального питания чаще встречались нехватка времени (19,1%), работа в ночные смены (15,9%). Значительных различий между работниками разных профессиональных групп по распространённости указанных факторов не выявлено.

Анализ антропометрических данных показал, что практически каждый третий работник имел избыточную массу тела. Многие работники не осознавали опасность избыточного веса. Только 19,7% всех работников с метаболическими нарушениями признали необходимость снижения массы тела, что свидетельствует о низкой осведомлённости и недостаточной профилактической работе в данной области.

В результате проведённых исследований и анализа совокупности факторов, влияющих на риск развития БСК, была рассчитана с использованием шкалы SCORE вероятность возникновения смертельно опасных осложнений у работников различных производств (табл. 4).

Сравнительный анализ уровня сердечно-сосудистого риска у работников разных профессий в возрасте до 40 лет показал, что среди аппаратчиков производства ЭП процент сотрудников с высоким риском был выше, чем среди работников производств ЭБС и ЦА: 6,1; 4,3 и 3,2% соответственно. При оценке общего сердечно-сосудистого риска по шкале SCORE у работников в возрасте 40 лет и старше было установлено, что большинство принадлежит к группе умеренного риска. При этом максимальные показатели риска чаще всего относились к возрастной группе старше 55 лет. Среди аппаратчиков производства ЭП доля работников с высоким и очень высоким риском несколько превышала аналогичные показатели в других группах.

Кроме того, были зафиксированы статистически значимые различия между аппаратчиками производства ЭП и сотрудниками ЦА в распространённости артериальной гипертензии ($\chi^2 = 4,99; p = 0,026$).

Результаты данного исследования позволили определить вклад различных факторов в формирование АГ. Проведённый анализ с применением методов машинного обучения выявил ведущие факторы, способствующие развитию артериальной гипертензии у работников изученных производств. Использование алгоритма Cat Boost позволило получить высокоточное предсказание, а интерпретация с помощью SHAP показала значимость каждого предиктора. Наибольший

Таблица 4 / Table 4

Градация уровня относительного ССР у работников по шкале SCORE, %
Gradation of the level of relative well-being among employees on the SCORE scale, %

Показатель / Indicator	Уровень риска / The level of risk	Профессиональная группа / Professional group		
		аппаратчики производства ЭБС / EBS production apparatchiks	аппаратчики производства ЭП / EP production apparatchiks	работники ЦА / employees of the automation center
Уровень относительного ССР по SCORE в возрасте младше 40 лет / The level of relative cardiovascular risk by SCORE at the age of less than 40 years	Низкий / Low	60.0	57.0	62.0
	Умеренный / Moderate	33.9	38.7	34.8
	Высокий / High	6.1	4.3	3.2
	Очень высокий / Very high	—	—	—
Уровень относительного ССР по SCORE в возрасте старше 40 лет / The level of relative cardiovascular risk by SCORE over the age of 40	Низкий / Low	20.3	8.3	9.8
	Умеренный / Moderate	50.6	53.9	66.3
	Высокий / High	20.0	23.0	19.6
	Очень высокий / Very high	9.1	14.8	4.3

вклад в риск формирования АГ у работников производств ЭП вносили стаж работы во вредных условиях труда (20,6%), курение (20,2%), возраст (18,1%), избыточная масса тела (11%) и показатели липидного обмена (ОХ – 6,8%; ЛПНП – 9,7%). У работников производства ЭБС основными факторами риска были стаж работы во вредных условиях труда (23,8%), возраст (13,6%), избыточная масса тела (7,1%), курение (6,1%), нарушение липидного спектра (ЛПНП – 7,8%; ОХ – 4,1%). Существенную роль играли психоэмоциональные детерминанты. У аппаратчиков ЭП процент влияния тревожности в развитие АГ составлял 6,3%, депрессии – 4,9%, а у аппаратчиков производства ЭБС – 14,5 и 5% соответственно.

Указанное подтверждает концепцию стресс-индуцированной гипертензии. Полученные результаты подчёркивают необходимость разработки комплексных профилактических мероприятий, направленных на снижение профессиональных рисков, коррекцию дислипидемии, контроль массы тела и психоэмоционального состояния работников.

Обсуждение

Проведённое исследование показало, что формирование АГ у работников изученных производств связано с воздействием комплекса профессиональных и личностных факторов. Производственные процессы получения ЭБС и ЭП имели существенные различия по степени автоматизации технологического процесса, что определило различия спектра и уровня воздействия вредных производственных факторов и повлияло на общую оценку условий труда работников (производство ЭБС – 3.1, производство ЭП – 3.2). Аппаратчики частично автоматизированного производства ЭП, подверженные более высокому уровню воздействия вредных производственных факторов, имели большие показатели уровней тревожности и депрессии по шкале HADS, стресса по Reeder и кардиоваскулярного риска по шкале SCORE.

При анализе ключевых факторов риска развития у работников АГ установлено с использованием градиентного бустинга Cat Boost, что наибольший вклад в формирование данной патологии развитие вносили стаж работы во вредных условиях труда, возраст, курение, избыточная масса тела, дислипидемия.

С учётом полученных результатов были обоснованы адресные мероприятия, направленные на предупреждение и снижение риска развития болезней системы кровообращения у работников химических производств.

Заключение

Сравнительная гигиеническая оценка изученных химических производств показала преимущество высокоавтоматизированного производства этилбензола и стирола по сравнению с частично автоматизированным производством этилена-пропилена. Аппаратчики производства этилена и пропилена подвержены более высоким уровням воздействия вредных производственных факторов, что повлияло на общую оценку условий труда: в производстве этилбензола и стирола – класс 3.1, в производстве этилена и пропилен – класс 3.2.

Основными непроизводственными факторами риска развития артериальной гипертензии были стаж работы во вредных условиях труда, возраст, психоэмоциональные детерминанты, низкая физическая активность, несбалансированное питание, дислипидемия, избыточная масса тела, курение.

Выявленные факторы риска обуславливают необходимость профилактической работы, основными направлениями которой являются обеспечение безопасных условий труда на рабочем месте, создание благоприятной социально-психологической среды в коллективе, лечебно-профилактические мероприятия, формирование приверженности здоровому образу жизни.

Литература

(п.п. 5–8, 12, 15, 21 см. References)

1. Богачевская С.А., Киселев С.Н. Анализ сердечно-сосудистой смертности в России и ДФО в рамках реализации федеральных и региональных программ «Борьба с сердечно-сосудистыми заболеваниями»: целевые показатели, прогноз и факты. *Дальневосточный медицинский журнал*. 2024; (1): 44–50. <https://elibrary.ru/gvwcyk>
2. Плигина Е.В., Семелева Е.В. Анализ состояния проблемы сердечно-сосудистых заболеваний в Республике Мордовия. *Медицина*. 2023; 11(1): 110–8. <https://doi.org/10.29234/2308-9113-2023-11-1-110-118> <https://elibrary.ru/hcehkv>
3. Баланова Ю.А., Концевая А.В., Мырзаматова А.О., Муканеева Д.К., Худяков М.Б., Драпкина О.М. Экономический ущерб от артериальной гипертензии, обусловленный ее вкладом в заболеваемость и смертность от основных хронических неинфекционных заболеваний в Российской Федерации. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии*. 2020; 16(3): 415–23. <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2020-05-03> <https://elibrary.ru/agbxdv>
4. Ерина А.М., Ротарь О.П., Орлов А.В., Солнцев В.Н., Шальнова С.А., Деев А.Д., и др. Предгипертензия и кардиометаболические факторы риска (по материалам исследования ЭССЕ-РФ). *Артериальная гипертензия*. 2017; 23(3): 243–52. <https://doi.org/10.18705/1607-419X-2017-23-3-243-252> <https://elibrary.ru/yumgrz>
5. 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. <https://elibrary.ru/qqasex>
6. Шуркевич Н.П., Ветошкин А.С., Симонян А.А., Гапон Л.И., Карева М.А. Артериальная гипертензия в условиях вахты в Арктике: особенности взаимосвязей жесткости артерий с маркерами воспаления и некоторыми метаболическими факторами риска. *Российский кардиологический журнал*. 2023; 28(4): 5167. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2023-5167> <https://elibrary.ru/bdzifo>
7. Гакова Е.И., Гакова А.А., Бессонова М.И., Каюмова М.М., Акимов А.М., Петелина Т.И. Основные факторы риска развития сердечно-сосудистых заболеваний у мужчин, работающих вахтовым методом на Крайнем Севере. *Профилактическая медицина*. 2022; 25(11): 61–7. <https://doi.org/10.17116/profmed2022511161> <https://elibrary.ru/enbvdh>
8. 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): 146–58. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-3-146-158> <https://elibrary.ru/cnlquw>
9. Будкарь Л.Н., Гурвич В.Б., Карпова Е.А., Кудрина К.С., Обухова Т.Ю., Солодушкин С.И. и др. Кардиоваскулярные токсические эффекты у работников металлургического производства, экспонированных к тяжёлым металлам. *Гигиена и санитария*. 2020; 99(1): 37–44. <https://elibrary.ru/kjbqro>
10. 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): 770–5. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-7-770-775> <https://elibrary.ru/kcmcf0>
11. Землянова М.А., Кольдибекова Ю.В., Ухабов В.М. Влияние вредных физических факторов и производственной пыли на изменение некоторых биохимических и функциональных показателей состояния сердечно-сосудистой системы и органов дыхания у работников, занятых подземной добычей руды. *Медицина труда и промышленная экология*. 2019; 59(11): 920–5. <https://elibrary.ru/mgbzsn>
12. Чеботарев А.Г., Лескина Л.М., Головкова Н.П. Условия труда и профессиональный риск нарушения здоровья рабочих рудных карьеров. *Горная промышленность*. 2020; (5): 115–9. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2020-5-115-119> <https://elibrary.ru/warrix>
13. Мулдашева Н.А., Каримова Л.К., Гимаева З.Ф., Абдрахманова Е.Р. Стресс как фактор риска развития сердечно-сосудистых заболеваний у работников химических производств. *Медицина труда и экология человека*. 2020; (4): 34–40. <https://doi.org/10.24412/2411-3794-2020-10405> <https://elibrary.ru/wcweff>
14. Третьяков С.В. Сердечно-сосудистая система в условиях производственного воздействия органических растворителей ароматического ряда. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2023; (8): 63. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.134.51> <https://elibrary.ru/lvzqoz>

References

- Bogachevskaya S.A., Kiselev S.N. Analysis of cardiovascular mortality in Russia and the Far Eastern district in the framework of the implementation of the federal and regional programs «Fight against cardiovascular diseases»: targets, prognosis and facts. *Dal'nevostochniy meditsinskii zhurnal*. 2024; (1): 44–50. <https://elibrary.ru/gvwyck> (in Russian)
- Pligina E.V., Semeleva E.V. Analysis of the state of the problem of cardiovascular diseases in the Republic of Mordovia. *Meditsina*. 2023; 11(1): 110–8. <https://doi.org/10.29234/2308-9113-2023-11-1-110-118> <https://elibrary.ru/hcehkv> (in Russian)
- Balanova Yu.A., Kontsevaya A.V., Myrzamatova A.O., Mukaneeva D.K., Khudyakov M.B., Drapkina O.M. Economic burden of hypertension in the Russian Federation. *Ratsional'naya farmakoterapiya v kardiologii*. 2020; 16(3): 415–23. <https://doi.org/10.20996/1819-6446-2020-05-03> <https://elibrary.ru/agbxvd> (in Russian)
- Erina A.M., Rotar O.P., Orlov A.V., Solntsev V.N., Shalnova S.A., Deev A.D., et al. Prehypertension and cardiometabolic risk factors (data of the ESSE-RF study). *Arterial'naya gipertenziya*. 2017; 23(3): 243–52. <https://doi.org/10.18705/1607-419X-2017-23-3-243-252> <https://elibrary.ru/yumrvz> (in Russian)
- Ghahramani R., Aghilinejad M., Kermani-Alghoraishi M., Roohafza H.R., Talaei M., Sarrafzadegan N., et al. Occupational categories and cardiovascular diseases incidences: a cohort study in Iranian population. *J. Prev. Med. Hyg.* 2020; 61(2): E290–5. <https://doi.org/10.15167/2421-4248/jpmh2020.61.2.1359>
- Fukai K., Furuya Y., Nakazawa S., Kojimihara N., Hoshi K., Toyota A., et al. A case control study of occupation and cardiovascular disease risk in Japanese men and women. *Sci. Rep.* 2021; 11(1): 23983. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-03410-9>
- Zaitsu M., Kato S., Kim Y., Takeuchi T., Sato Y., Kobayashi Y., et al. Occupational class and risk of cardiovascular disease incidence in Japan: nationwide, multicenter, hospital-based case-control study. *J. Am. Heart Assoc.* 2019; 8(6): e011350. <https://doi.org/10.1161/JAHA.118.011350>
- Troke N., Logar-Henderson C., DeBono N., Dakouo M., Hussain S., MacLeod J.S., et al. Incidence of acute myocardial infarction in the workforce: Findings from the Occupational Disease Surveillance System. *Am. J. Ind. Med.* 2021; 64(5): 338–57. <https://doi.org/10.1002/ajim.23241>
- Konevskikh L.A., Ladokhina T.T., Konstantinova E.D., Astakhova S.G. The impact of occupational and lifestyle factors on state of arterial vessels in copper industry workers. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2020; 99(1): 45–50. <https://elibrary.ru/qqaqax> (in Russian)
- Shurkevich N.P., Vetoshkin A.S., Simonyan A.A., Gapon L.I., Kareva M.A. Hypertension in individuals working in the Arctic on a rotating basis: relationship of arterial stiffness with inflammatory markers and some metabolic risk factors. *Rossiiskii kardiologicheskii zhurnal*. 2023; 28(4): 5167. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2023-5167> <https://elibrary.ru/bdzifo> (in Russian)
- Gakova E.I., Gakova A.A., Bessonova M.I., Kayumova M.M., Akimov A.M., Petelina T.I. Primary risk factors for cardiovascular diseases in men working on a rotational basis in the Far North. *Profilakticheskaya meditsina*. 2022; 25(11): 61–7. <https://doi.org/10.17116/profmed20222511161> <https://elibrary.ru/enbvdh> (in Russian)
- Hemmer A., Mareschal J., Dibner C., Pralong J.A., Dorribo V., Perrig S., et al. The effects of shift work on cardio-metabolic diseases and eating patterns. *Nutrients*. 2021; 13(11): 4178. <https://doi.org/10.3390/nu13114178>
- Shpagina L.A., Gerasimenko O.N., Novikova I.I., Radoutskaia E.Yu., Gorbunova A.M., Sergeeva Ya.S. Clinical, functional and molecular characteristics of vibration disease in combination with arterial hypertension. *Meditsina truda i promyshlennaya ehkologiya*. 2022; 62(3): 146–58. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-3-146-158> <https://elibrary.ru/cnlquw> (in Russian)
- Budkar L.N., Gurvich V.B., Karpova E.A., Kudrina K.S., Obukhova T.Yu., Solodushkin S.I., et al. Cardiovascular toxicity in copper production workers exposed to heavy metals. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2020; 99(1): 37–44. <https://elibrary.ru/kjbpo> (in Russian)
- Hsu Y.Y., Wang R., Bai C.H. Significant impacts of work-related cerebrovascular and cardiovascular diseases among young workers: a nationwide analysis. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2019; 16(6): 961. <https://doi.org/10.3390/ijerph16060961>
- Filimonov E.S., Korotenko O.Yu., Ulanova E.V., Tapeshkina N.V. Risk factors in the development of cardiovascular diseases in the coal industry workers. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2022; 101(7): 770–5. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-7-770-775> <https://elibrary.ru/kcmcfio> (in Russian)
- Zemlyanova M.A., Koldibekova Yu.V., Ukhobov V.M. The influence of harmful physical factors and industrial dust on changes in some biochemical and functional indicators of the cardiovascular system and respiratory system in workers engaged in underground mining of ore. *Meditsina truda i promyshlennaya ehkologiya*. 2019; 59(11): 920–5. <https://elibrary.ru/mgbzsn> (in Russian)
- Chebotaev A.G., Leskin L.M., Golovkova N.P. Working conditions and occupational health risks of workers in open-pit ore mines. *Gornaya promyshlennost'*. 2020; (5): 115–9. <https://doi.org/10.30686/1609-9192-2020-5-115-119> <https://elibrary.ru/warrix> (in Russian)
- Muldashaeva N.A., Karimova L.K., Gimaeva Z.F., Abdrakhmanova E.R. Stress as a risk factor for the development of cardiovascular diseases among chemical workers. *Meditsina truda i ehkologiya cheloveka*. 2020; (4): 34–40. <https://doi.org/10.24412/2411-3794-2020-10405> <https://elibrary.ru/wcweff> (in Russian)
- Tretyakov S.V. Cardiovascular system in conditions of industrial exposure to aromatic organic solvents. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal*. 2023; (8): 63. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.134.51> <https://elibrary.ru/lvzqoz> (in Russian)
- Domergue J., Lison D., Haufroid V. No evidence of cardiovascular toxicity in workers exposed below 5 ppm carbon disulfide. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*. 2016; 89(5): 835–45. <https://doi.org/10.1007/s00420-016-1122-x>

Сведения об авторах

Шаповал Инна Валерьевна, науч. сотр. отд. комплексных проблем гигиены и экологии человека ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», 450106, Уфа, Россия. E-mail: shapoval-inna@mail.ru

Каримова Лилия Казымовна, доктор мед. наук, профессор, гл. науч. сотр. отд. комплексных проблем гигиены и экологии человека ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», 450106, Уфа, Россия. E-mail: iao_karimova@rambler.ru

Капцов Валерий Александрович, доктор мед. наук, профессор, член-корреспондент РАН, руководитель отд. гигиены труда ФГУП «Всероссийский НИИ гигиены транспорта» Роспотребнадзора, 125438, Москва, Россия. E-mail: kapcova39@mail.ru

Мулдашева Надежда Алексеевна, науч. сотр. отд. комплексных проблем гигиены и экологии человека ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», 450106, Уфа, Россия. E-mail: muldasheva51@gmail.com

Зайдуллин Искандер Ильдарович, канд. мед. наук, науч. сотр. отд. медицины труда, врач-стоматолог отделения платных медицинских осмотров ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», 450106, Уфа, Россия. E-mail: iskanderdent@yahoo.com

Гимаева Зильфия Федиасевна, доктор мед. наук, ст. науч. сотр. отд. медицины труда ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», 450106, Уфа, Россия. E-mail: gzf-33@mail.ru

Бейгул Наталья Александровна, канд. хим. наук, доцент, ст. науч. сотр. отд. комплексных проблем гигиены и экологии человека ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», 450106, Уфа, Россия. E-mail: omt_ufnii@mail.ru

About the authors

Inna V. Shapoval, researcher, Department of complex problems of human hygiene and ecology, Ufa Scientific Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, 450106, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-3258-2477> E-mail: shapoval-inna@mail.ru

Lilia K. Karimova, DSc (Medicine), professor, chief researcher, Department of complex problems of hygiene and human ecology, Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, 450106, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-9859-8260> E-mail: iao_karimova@rambler.ru

Valery A. Kaptsov, DSc (Medicine), professor, corresponding member of the RAS, head, Department of occupational hygiene, All-Russian Research Institute of Transport Hygiene, Moscow, 125438, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-3130-2592> E-mail: kapcova39@mail.ru

Nadezhda A. Muldasheva, researcher, Department of complex problems of hygiene and human ecology, Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, 450106, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-3518-3519> E-mail: muldasheva51@gmail.com

Iskander I. Zaydullin, PhD (Medicine), researcher, Department of occupational health, dentist of the Department of paid medical examinations, Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, 450106, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-6031-5683> E-mail: iskanderdent@yahoo.com

Zulfiya F. Gimaeva, DSc (Medicine), senior researcher, Department of occupational health, Ufa Scientific Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, 450106, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-6668-2196> E-mail: gzf-33@mail.ru

Natalia A. Beigul, PhD (Chemistry), senior researcher, associate professor, Department of complex problems of hygiene and human ecology, Ufa Scientific Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, 450106, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-8006-384X> E-mail: omt_ufnii@mail.ru