

Читать
онлайн
Read
online

Панков В.А., Богданова О.Г., Молчанова О.А.

Влияние производственных факторов на состояние здоровья работников тепловых электростанций

ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», 665826, Ангарск, Россия

Введение. Целью настоящего исследования стала оценка условий труда и рисков развития основных общепатологических синдромов у работников ведущих профессий тепловых электростанций для совершенствования системы управления охраной труда на предприятиях.

Материалы и методы. Гигиенические исследования проведены на рабочих местах работников основных профессий на теплоэлектростанциях (ТЭЦ), расположенных в Республике Бурятия. Исследовали параметры шума, вибрации, микроклимата, освещённости, воздуха рабочей зоны. Для оценки состояния здоровья работников была использована автоматизированная система количественной оценки рисков основных общепатологических синдромов (АСКОРС). Результаты исследования анализировали с помощью общепринятых статистических методов.

Результаты. Анализ полученных результатов показал, что наиболее значимыми вредными факторами производственной среды являются шумовое загрязнение, превышающее гигиенические нормативы от 1 до 8,5 дБА, а также запылённость воздушной среды углеродными пылями с максимальными превышениями предельно допустимых среднесменных концентраций в 2,18–2,88 раза. По результатам АСКОРС, доля работников основных профессий с высоким уровнем рисков основных общепатологических синдромов (РООС) составила 20,83%, что в 2,92 раза выше по сравнению с контрольной группой. В основной группе выявлены более высокие уровни рисков развития функциональных нарушений органов дыхания и пограничных психических расстройств. Суммарные риски в основной группе в 1,76 раза выше, чем в контрольной.

Ограничения исследования. Исследование имело ограниченные возможности, поскольку получение информации о состоянии здоровья работников осуществлялось по результатам их самооценки, которые могли быть подвержены субъективным ошибкам.

Заключение. Результаты выполненного исследования свидетельствуют о неблагоприятном влиянии условий труда на здоровье работников ТЭЦ, что подтверждается результатами АСКОРС.

Ключевые слова: работающие; вредные производственные факторы; теплоэлектростанции; риск для здоровья; АСКОРС; Республика Бурятия

Соблюдение этических стандартов. Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований» (заключение № 1 от 14 января 2021 г.).

Для цитирования: Панков В.А., Богданова О.Г., Молчанова О.А. Влияние производственных факторов на состояние здоровья работников тепловых электростанций. *Гигиена и санитария*. 2022; 101(8): 921-927. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-8-921-927> <https://www.elibrary.ru/sqjstq>

Для корреспонденции: Богданова Ольга Георгиевна, канд. мед. наук, ст. науч. сотр. лаб. эколого-гигиенический исследований, ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», 665826, Ангарск. E-mail: olga.bogdanova2001@gmail.com

Участие авторов: Панков В.А. – концепция и дизайн исследования, анализ и интерпретация данных, написание текста, редактирование, окончательное утверждение; Богданова О.Г. – концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, статистическая обработка данных, анализ и интерпретация данных, написание текста, редактирование, ответственность за целостность всех частей; Молчанова О.А. – сбор и обработка материала, статистическая обработка данных, анализ и интерпретация данных, написание текста.

Благодарность. Авторы выражают благодарность за предоставление данных С.С. Хангарееву – руководителю Управления Роспотребнадзора по Республике Бурятия, К.В. Булутову – главному врачу ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Бурятия».

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

Финансирование. Работа выполнена в рамках средств, выделяемых для реализации государственного задания ФГБНУ ВСИМЭИ.

Поступила: 27.05.2022 / Принята к печати: 04.08.2022 / Опубликовано: 14.09.2022

Vladimir A. Pankov, Olga G. Bogdanova, Olga A. Molchanova

The impact of occupation factors on the health of employees of thermal power plants

East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, 665826, Russian Federation

Aim is to assess working conditions and risks of the general pathological syndromes (RGPS) in employees of the leading occupations of Thermal Power Plants.

Materials and methods. Hygienic studies of working conditions were carried out at the workplaces of employees of the main professions of the Thermal Power Plants (TPP) of the Republic of Buryatia. The state of health was assessed using an Automated System of Quantitative Risk Assessment of the main general pathological syndromes (ASQRAS).

Results. Study results indicate the predominant noise pollution and dustiness of the air at the workplaces of the TPP. According to the results of ASQRAS, the share of employees of the main professions with a high level of RGPS was 20.83%, which is 2.92 times higher compared to the control group. In the main group, higher levels of risk of developing functional disorders of the respiratory organs and borderline mental disorders were revealed. In the main group the total risks are 1.76 times higher than in the control group.

Limitations. Our study had limited options as the acquisition of information on the health status of workers was carried out based on the results of their self-assessment, which may be subject to subjective errors.

Conclusion. Thus, the study results indicate the adverse impact of working conditions on the state of health of TPP employees which is confirmed by the results of ASQRAS.

Keywords: workers; harmful production factors; thermal power plants; health risk; ASQRAS; Republic of Buryatia

Compliance with ethical standards. The study was approved by the Local Ethical Committee of the East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research (Protocol No. 1 dated January 14, 2021).

For citation: Pankov V.A., Bogdanova O.G., Molchanova O.A. The impact of occupation factors on the health of employees of thermal power plants. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2022; 101(8): 921-927. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-8-921-927> <https://elibrary.ru/sqjstq> (in Russian)

For correspondence: Olga G. Bogdanova, MD, PhD, Senior Researcher, Laboratory of Environmental and Hygienic Research, East-Siberian Institute of Medical and Ecological Research, Angarsk, 665826, Russian Federation. E-mail: olga.bogdanova2001@gmail.com

Information about authors:

Pankov V.A., <https://orcid.org/0000-0002-3849-5630> Bogdanova O.G., <https://orcid.org/0000-0002-2358-2280>
Molchanova O.A., <https://orcid.org/0000-0002-5088-4794>

Contribution: Pankov V.A. – concept and design of the study, data analysis and interpretation, text writing, editing, final approval; Bogdanova O.G. – concept and design of the study, material collection and processing, statistical data processing, data analysis and interpretation, text writing, editing, responsibility for the integrity of all parts; Molchanova O.A. – material collection and processing, statistical data processing, data analysis and interpretation, text writing. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

Acknowledgment. The authors express gratitude for the provision of data to S.S. Khankhareev, head of the Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing Department for the Republic of Buryatia, and K.V. Bulutov to the chief doctor of the Federal Budgetary Health Institution «Center for Hygiene and Epidemiology in the Republic of Buryatia».

The work was carried out at the expense of funds allocated for the implementation of the state assignment of the East Siberian Institute of Medical and Ecological Research.

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

Received: May 27, 2022 / Accepted: August 4, 2022 / Published: September 14, 2022

Введение

Современный этап развития экономики Российской Федерации характеризуется трансформационными процессами, противостоянием внешнему санкционному давлению и преодолением негативных демографических тенденций [1]. С учётом известных вызовов и новых угроз текущего и прогнозного периода научное обоснование комплексных мер [2] по оценке и управлению риском для здоровья работающего населения является приоритетным направлением исследований в области гигиены [3].

По данным Росстата [4], за последние 15 лет доля лиц трудоспособного возраста снизилась на 9,99% и составила по состоянию на начало 2021 г. 56,02% (81,881 млн человек) от общей численности населения страны. И.В. Бухтияровым, А.Г. Чеботарёвым (2019) отмечена тенденция к увеличению в Российской Федерации удельного веса работающих в неблагоприятных условиях до 33,6% [5]. Основными причинами, способствующими ухудшению здоровья работающих, определены несовершенство технологических процессов и оборудования, контакт с вредными производственными факторами [6, 7]. Кроме того, существенное значение имеет недостаточно эффективное управление производством, обусловленное низкой ответственностью работодателей и руководителей структурных подразделений за состояние условий труда [8, 9].

Предприятия по производству, передаче и распределению пара и горячей воды для теплоснабжения – теплоэлектроцентрали (ТЭЦ) составляют основу данной отрасли промышленности в Республике Бурятия (РБ) и занимают ведущие места по количеству работающих в неблагоприятных производственных условиях. По данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по РБ [10], деятельность в сфере обеспечения тепловой энергией осуществляют 18,4% работающего населения, занятого во всех видах экономической деятельности республики, в которых регистрируется профессиональная заболеваемость.

В доступной литературе сведения, касающиеся изучения влияния условий труда на состояние здоровья работников ТЭЦ в современных условиях, немногочисленны. Но в имеющихся работах отмечено, что специфика условий труда работников основных профессий ТЭЦ характеризуется наличием вредных веществ в воздухе рабочей зоны, шума и вибрации, превышающих предельно допустимые уровни (ПДУ), тяжестью трудового процесса [9]. При этом результаты периодических медицинских осмотров по тем или иным причинам не всегда показывали полную характеристику состояния здоровья работающих. По мнению Гичева Ю.П., Дьякович М.П., результаты субъективной самооценки здоровья работающих во многом отражают их объективный соматический статус [11, 12].

В связи с изложенным *цель исследования* – оценить условия труда и риски развития основных общепатологических синдромов у работников ведущих профессий тепловых электроцентралей.

Материалы и методы

Гигиеническая оценка факторов производственной среды выполнена на ТЭЦ, расположенных на территории административного центра РБ (г. Улан-Удэ). В ходе исследования на рабочих местах проведён анализ результатов лабораторных исследований уровней шума, вибрации, параметров микроклимата, освещённости, воздуха рабочей зоны за период 2016–2020 гг., выполненных ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Бурятия» в соответствии с действующими нормативно-методическими документами. Тяжесть и напряжённость трудового процесса у работников ТЭЦ оценены в соответствии с Руководством Р 2.2.2006-05¹.

Для диагностики предболезненных состояний проведено анкетирование 142 работников мужского пола в возрасте от 20 до 60 лет со средним стажем работы по профессии в основной группе 18,66 [15,76; 21,56] года, в контрольной – 20,11 [16,54; 23,68] года. Основную группу ($n = 72$) составили лица следующих профессий: машинисты котлов, машинисты паровых турбин, машинисты-кочегары, машинисты-обходчики, машинисты топливоподдачи, слесари по обслуживанию и ремонту оборудования. В контрольную группу ($n = 70$) включены лица, у которых на рабочих местах отсутствовали неблагоприятные факторы производственной среды и трудового процесса (инженерно-технические работники, контролёры). Лица контрольной группы сопоставимы с лицами основной группы по возрасту и стажу работы. Для оценки состояния здоровья работников применяли автоматизированную систему количественной оценки рисков основных общепатологических синдромов (АСКОРС) [11]. Оценивали риск развития болезней, характеризующихся повышенным кровяным давлением, ишемической болезни сердца (ИБС), нарушений функционального состояния желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), болезней печени, органов дыхания, мочевыделительной системы, эндокринной системы, аллергических заболеваний, неврологического синдрома, пограничных психических расстройств и расстройств поведения, в том числе вызванных употреблением алкоголя [11, 12]. Респондентов относили к группе с минимальным риском при установлении по результатам АСКОРС величины рисков основных общепатологических синдромов (РООС) не более 0,75; при величине РООС от 0,75 до 0,95 – к группе среднего риска; респонденты с РООС более 0,95 вошли в группу высокого риска. Расчёты минимальных и макси-

¹ Руководство Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда». Утверждено Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 29 июля 2005 г. Введено в действие с 1 ноября 2005 г. (взамен Р 2.2.755-99 «Гигиенические критерии оценки и классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса»; Р 2.2/2.6.1.1195-03 (Дополнение № 1 к Р 2.2.755-99)).

Таблица 1 / Table 1

Эквивалентные уровни шума, воздействующего на рабочих основных профессий теплоэлектростанции
Equivalent levels of noise affecting the workers of the main occupations of Thermal Power Plants

Цех Workshop	Рабочее место Workplace	Эквивалентный уровень звука, дБА Equivalent Sound Level, dBA
Топливо-транспортный Fuel and Transport Workshop	Машинист топливоподдачи / fuel driver	84.5
	Слесарь по обслуживанию и ремонту оборудования Fitter for maintenance and repair of equipment	81.0
Котельный Boiler shop	Машинист котла / boiler driver	69.5
	Машинист-обходчик / driver-inspector	87.5
	Машинист-кочегар / driver-fireman	57.7
Турбинный Turbine shop	Машинист паровых турбин / steam turbine operator	88.5
	Машинист-кочегар / driver-fireman	70.2
	Машинист котла / boiler driver	67.4
ПДУ согласно СанПиН 1.2.3685-21* / MPL according to sanitary rules and regulations 1.2.3685-21*		80.0

Примечание. Здесь и в табл. 2: * Санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», утверждённые постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28 января 2021 г. № 2.

Note: Here and in Table 2: * Sanitary rules and norms of SanPiN 1.2.3685-21 "Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans", approved by Resolution No. 2 of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation dated January 28, 2021.

Таблица 2 / Table 2

Среднесменные концентрации (мг/м³) углеродных пылей на рабочих местах работников основных профессий теплоэлектростанции, C_{min}–C_{max}

Average shift concentrations (mg/m³) of coal-rock dust at workplaces of employees of the main occupations of Thermal Power Plants, C_{min}–C_{max}

Наименование вещества Substance name	Топливо-транспортный цех Fuel and Transport Workshop		Котельный цех Boiler shop		Величина ПДК _{сс} *, мг/м ³ MPC _{с.д.} * size, mg/m ³
	машинист топливоподдачи fuel driver	машинист-кочегар driver-fireman	машинист-кочегар driver-fireman	машинист котла boiler driver	
Углеродные пыли с содержанием свободного диоксида кремния до 5% Coal-rock dust with free silica content up to 5%	8.3–28.8	5.0–6.7	5.8–21.8	3.7–7.0	10.0

мальных величин, средних арифметических и их средних ошибок ($M \pm m$; $P \pm p$) выполняли с использованием пакета компьютерных программ Statistica 6.0 и Microsoft Word, Microsoft Excel. Сравнение межгрупповых и внутригрупповых изменений производили при помощи t -критерия Стьюдента. Статистическая значимость установлена при значении $p < 0,05$.

Все процедуры, выполненные в ходе нашего исследования с участием людей, соответствовали этическим стандартам Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации 1964 г. (с поправками 2013 г.). Исследования проводились с информированного согласия респондентов, при соблюдении требований Федерального закона² о защите персональных данных и по согласованию с локальным этическим комитетом ФГБНУ ВСИМЭИ (заключение № 1 от 14.01.2021 г.).

Результаты

Трудовой процесс машинистов котлов, машинистов паровых турбин, машинистов-кочегаров и машинистов-обходчиков заключается в наблюдении за функционированием и эксплуатационном обслуживании паровых и водогрейных котлов, турбоагрегатов и другого технологического оборудования. В обязанности указанных специалистов входит контроль показаний средств измерений,

² Федеральный закон «О персональных данных» от 27.07.2006 г. № 152-ФЗ.

работы автоматических регуляторов и сигнализации, выявление неисправностей, выполнение ремонтных работ и профилактическое обслуживание. Трудовая деятельность машинистов котлов, машинистов паровых турбин, машинистов-кочегаров и машинистов-обходчиков сопряжена с преобладанием аналитического компонента при визуальном осмотре для оценки работы оборудования, своевременного выявления неисправностей и оперативного принятия решений по коррекции отклонений в системах управления.

В обязанности слесаря по обслуживанию и ремонту оборудования входит техническое обслуживание основного и вспомогательного оборудования котельного цеха, проведение ремонтных работ и устранение неисправностей котлоагрегатов, испытание труб, змеевиков и других элементов котла. У лиц данной профессиональной группы трудовой процесс в большей степени обусловлен превалированием физического компонента и связан с выполнением ручных операций по обработке металла при помощи режущих слесарных инструментов [9].

Анализ результатов инструментальных измерений уровня шума и звукового давления на рабочих местах в топливо-транспортном, котельном и турбинном цехах ТЭЦ свидетельствует об их шумовом загрязнении. Топливо-транспортный цех предназначен для приёма, хранения, доставки, разгрузки и подачи твёрдого топлива в бункеры энергетических котлоагрегатов, проведения транспортных и вспомогательных работ. Основные источники шума –

Таблица 3 / Table 3

Уровни и структура рисков основных общепатологических синдромов у обследованных работников теплоэлектростанций
Levels and risk structure of the main general pathological syndromes in examined employees of Thermal Power Plants

Общепатологический синдром Name of general pathological syndromes	Основная группа, n = 72 / Main group, n = 72				Контрольная группа, n = 70 / Control group, n = 70				Статистическая значимость различий между средними значениями уровней рисков в основной и контрольной группах Statistical significance of differences between mean risk levels in the primary and control groups P		
	Среднее значение Mean P ± p	Уровень риска / Risk levels			Среднее значение Mean P ± p	Уровень риска / Risk levels				Структура рисков, % Risk structure, %	
		низкий low 66.67%	средний average 9.72%	высокий high 20.83%		низкий low 77.14%	средний average 12.86%	высокий high 7.14%			
Болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением Diseases characterized by high blood pressure	0.19 ± 0.04	0.07 ± 0.02	0.27 ± 0.11	0.52 ± 0.10	11.52	0.15 ± 0.03	0.08 ± 0.01	0.53 ± 0.11	0.30 ± 0.14	15.96	0.352
Ишемическая болезнь сердца Coronary heart disease	0.17 ± 0.04	0.05 ± 0.02	0.11 ± 0.05	0.54 ± 0.11	10.30	0.09 ± 0.02	0.04 ± 0.01	0.28 ± 0.07	0.25 ± 0.18	9.57	0.050
Эндокринные нарушения Endocrine disorders	0.14 ± 0.04	0.02 ± 0.01	0.25 ± 0.16	0.47 ± 0.13	8.48	0.05 ± 0.02	0.02 ± 0.01	0.14 ± 0.10	0.15 ± 0.08	5.32	0.041
Болезни печени / Liver diseases	0.12 ± 0.03	0.02 ± 0.01	0.02 ± 0.01	0.46 ± 0.11	7.27	0.06 ± 0.01	0.04 ± 0.02	0.13 ± 0.04	0.04 ± 0.01	6.38	0.092
Функциональные нарушения желудочно-кишечного тракта Functional disorders of the gastrointestinal tract	0.18 ± 0.03	0.08 ± 0.02	0.05 ± 0.02	0.56 ± 0.09	10.91	0.09 ± 0.02	0.04 ± 0.01	0.19 ± 0.08	0.41 ± 0.21	9.57	0.029
Аллергические заболевания Allergic diseases	0.08 ± 0.02	0.03 ± 0.01	0.13 ± 0.06	0.22 ± 0.07	4.85	0.07 ± 0.02	0.06 ± 0.01	0.16 ± 0.10	0.03 ± 0.02	7.45	0.673
Функциональные нарушения органов дыхания Functional respiratory disorders	0.19 ± 0.03	0.09 ± 0.02	0.15 ± 0.11	0.51 ± 0.10	11.52	0.08 ± 0.02	0.05 ± 0.01	0.15 ± 0.08	0.26 ± 0.18	8.51	0.007
Функциональные нарушения мочевыделительной системы Functional disturbances urinary system	0.08 ± 0.02	0.04 ± 0.02	0.06 ± 0.03	0.23 ± 0.09	4.85	0.05 ± 0.02	0.03 ± 0.01	0.13 ± 0.06	0.20 ± 0.18	5.32	0.321
Неврологические нарушения Neurological disorders	0.17 ± 0.03	0.07 ± 0.01	0.26 ± 0.12	0.45 ± 0.11	10.30	0.16 ± 0.02	0.09 ± 0.02	0.43 ± 0.14	0.44 ± 0.23	17.02	0.737
Пограничные психические расстройства и расстройства поведения Borderline mental and conduct disorders	0.19 ± 0.03	0.09 ± 0.02	0.29 ± 0.15	0.48 ± 0.11	11.52	0.09 ± 0.02	0.09 ± 0.02	0.15 ± 0.04	0.09 ± 0.03	9.57	0.010
Психические и поведенческие расстройства, вызванные употреблением алкоголя Mental and behavioral disorders caused by alcohol use	0.14 ± 0.03	0.04 ± 0.01	0.27 ± 0.14	0.38 ± 0.10	8.48	0.05 ± 0.01	0.05 ± 0.02	0.04 ± 0.01	0.06 ± 0.03	5.32	0.014
Суммарный риск (R) Cumulative Risk (R)	1.65 ± 0.03				100%	0.94 ± 0.02				100%	0.046

мельницы и дробилки, используемые для измельчения угля до нужной фракции. Транспортирование угля в котельный цех осуществляется трактом топливоподачи, который представляет собой конвейерную ленту. Расчёты эквивалентных уровней шума показали превышение предельно допустимых уровней (ПДУ) на 1–4,5 дБА для рабочих мест слесарей по обслуживанию и ремонту оборудования и машинистов топливоподачи (табл. 1).

В котельном цехе, где производится выработка пара, основными источниками шума являются котлы высокого давления и водогрейные котлы. Операторы котлов 70–80% рабочего времени находятся в помещениях щитов управления, которые размещены в изолированных кабинках и помещениях для снижения влияния уровня шума и пыли на работников, в остальное рабочее время выполняют обходы оборудования. На рабочих местах машинистов-обходчиков эквивалентные уровни шума превышают ПДУ в среднем на 7,5 дБА. В турбинном цехе производится выработка электроэнергии электрогенераторами, приводимыми во вращение паровыми турбинами. На рабочих местах машинистов паровых турбин эквивалентные уровни шума превышают гигиенические нормативы в среднем на 8,5 дБА (см. табл. 1).

Результаты исследований запылённости воздуха на рабочих местах, представленные в табл. 2, свидетельствуют о превышении предельно допустимых концентраций (ПДК_{с.с.}) угольной пыли в топливно-транспортном и котельном цехах. Наибольшая запылённость отмечалась на рабочих местах машинистов топливоподачи топливно-транспортного цеха и машинистов-кочегаров котельного цеха, где максимальные концентрации превышали ПДК в 2,88 и 2,18 раза соответственно. Меньшее содержание пыли (максимальные концентрации не превышали ПДК) регистрировалось на рабочих местах машинистов-кочегаров топливно-транспортного цеха и машинистов котла котельного цеха.

Уровни общей вибрации (виброускорения), параметры микроклимата (температура, относительная влажность и скорость движения воздуха в тёплый и холодный периоды года), уровни освещённости, наличие вредных химических веществ (диоксид азота, гидроксibenзол, диоксид серы, оксид углерода, формальдегид) на рабочих местах ТЭЦ соответствовали гигиеническим нормативам.

Тяжесть труда машинистов (кочегаров, топливоподачи, паровых турбин, котла), обходчиков, слесарей по обслуживанию и ремонту оборудования характеризовалась наличием физической динамической нагрузки, стереотипных движений, неудобной и/или фиксированной рабочей позы (более 50% времени смены) и соответствовала третьему классу второй степени (вредный тяжёлый труд). Напряжённость трудового процесса работников вышеуказанных профессий относится ко второму (допустимому) классу условий труда.

Оценка состояния здоровья работников, выполненная с помощью АСКОРС (табл. 3), показала следующее. У обследованных основной группы по сравнению с контрольной группой статистически значимо выше уровни рисков развития функциональных нарушений органов дыхания, пограничных психических расстройств и расстройств поведения – по $0,19 \pm 0,03$ ($p = 0,007$; $p = 0,010$). Удельный вес рассматриваемых рисков суммарно в общей структуре составил 23,04%. К числу ведущих общепатологических синдромов у работников основной группы можно также отнести функциональные нарушения ЖКТ – $0,18 \pm 0,03$ ($p = 0,029$) и ИБС – $0,17 \pm 0,04$ ($p = 0,050$), которые в общей структуре рисков составили 10,91 и 10,30% соответственно. В контрольной группе преобладали риски неврологических нарушений ($0,16 \pm 0,03$), составившие 17,02% в общем риске, а также риски развития болезней, характеризующихся повышенным кровяным давлением ($0,15 \pm 0,03$) – 15,96%.

Необходимо отметить, что суммарные риски в основной группе составили $1,65 \pm 0,03$, что в 1,76 раза выше, чем аналогичный показатель в контрольной группе ($p = 0,046$). Доля

лиц, отнесённых к первой группе с минимальным РООС, то есть практически здоровых работников, в основной группе составила 69,44%, в контрольной – 80%; со средним уровнем риска – 9,72% в основной группе, 12,86% – в контрольной. Доля лиц с высоким уровнем риска формирования функциональных нарушений органов дыхания, пограничных психических расстройств и расстройств поведения, болезней, характеризующихся повышенным кровяным давлением, ЖКТ и ИБС в основной группе составила 20,83%. В контрольной группе у 7,14% обследованных работников выявлена высокая степень риска реализации неврологических нарушений и болезней, характеризующихся повышенным кровяным давлением.

Обсуждение

Анализ результатов исследований производственной среды и трудового процесса показал, что общая оценка условий труда работников основных профессий ТЭЦ по степени вредности и опасности, тяжести трудового процесса соответствует классу 3.2 (вредный труд второй степени). Полученные результаты уровней шумового загрязнения на рабочих местах ТЭЦ согласуются с исследованиями H.N. Wang и соавт., свидетельствующими, что типичный уровень воздействия шума угольных электростанций составляет 84,2 дБА, при этом самый высокий уровень шума регистрируется на рабочих местах машинистов паровых двигателей, ленточных инспекторов, инспекторов котлов, инспекторов десульфуризации [13].

Превышение предельно допустимых уровней шума вызывает развитие утомления центральной нервной системы, снижение производительности труда, рост травматизма, патологии сердечно-сосудистой и нервной систем, а также приводит к стойким изменениям в слуховом анализаторе, которые впоследствии развиваются в нейросенсорную тугоухость профессионального характера [14–18]. По данным M.H. Weier, нейросенсорная тугоухость в 16% случаев приводит к инвалидности у взрослого работающего населения [19], а в исследованиях J. Zhou и соавт. показана связь между длительным воздействием шума и повышением артериального давления и увеличением риска развития ишемической болезни сердца у рабочих промышленных предприятий [20].

Установленное в наших исследованиях превышение гигиенических нормативов уровня запылённости рабочих мест ТЭЦ сопоставимо с результатами исследований уровней загрязнения вдыхаемой пыли, выделяемой в рабочей среде, проведённых R. Tong и соавт. в Китае, M.L. Storper и соавт. в Индии на угольных электростанциях [21, 22]. По мнению S. Kaug и соавт., в результате воздействия угольной пыли и продуктов сгорания угля во время работы ТЭЦ у работников усиливается перекисное окисление липидов и отмечается снижение антиоксидантной активности, что впоследствии приводит к увеличению числа случаев заболеваний органов дыхания и др. [23]. По данным R.A. Cohen и соавт., пыль с высоким содержанием свободного диоксида кремния в различных модификациях обладает рядом с высокой фиброгенностью также значительно более высокой цитотоксичностью по сравнению с другими минеральными пылями [24]. Неблагоприятное воздействие промышленной пыли с высоким содержанием диоксида кремния на респираторную ткань описывала в своих трудах M.C. Бугаева с соавт. [25].

Результаты АСКОРС свидетельствуют о превалировании у обследованных работников ТЭЦ рисков развития функциональных нарушений органов дыхания, пограничных психических расстройств и расстройств поведения, болезней, характеризующихся повышенным кровяным давлением, которые могут быть обусловлены как спецификой работы, связанной с повышенным уровнем загрязняющих веществ в воздухе рабочей зоны и шумовым загрязнением, так и тяжестью трудового процесса и значительными физическими перегрузками. Полученные результаты со-

поставимы с величинами рисков, зарегистрированными у работающих во вредных условиях труда на промышленных предприятиях Сибирского федерального округа [26, 27], Республики Беларусь [28], Монголии [29]. Уровни рисков неврологических нарушений и болезней, характеризующихся повышенным кровяным давлением, в контрольной группе сопоставимы или ниже, чем в основной, не имеют статистически значимых различий ($p > 0,05$), могут быть обусловлены психологическими нагрузками и стрессовыми ситуациями в коллективе. Следует отметить, что выявленный уровень риска развития психических и поведенческих расстройств, вызванных употреблением алкоголя, в основной группе превышает в 2,8 раза уровень в контрольной группе ($p = 0,014$), что требует дальнейших исследований.

Заключение

Результаты данного исследования показывают, что существующие условия труда на ТЭЦ, характеризующиеся высокими уровнями шума, запылённости, физическими нагрузками, обуславливают риск для здоровья работников. Сведения об установленном риске для здоровья позволяют обеспечить принятие управленческих решений, направленных на минимизацию профессиональных рисков. Кроме того, данное исследование показывает целесообразность проведения АСКОРС в рамках прогнозирования риска нарушений здоровья в качестве основы совершенствования системы управления охраной труда на предприятиях.

Литература

(п.п. 3, 13, 17–24 см. References)

1. Бухтияров И.В., Кузьмина Л.П., Головкова Н.П., Чеботарёв А.Г., Лескина Л.М., Хелковский-Сергеев Н.А. и др. Обоснование платформы стандартов на основе оценки риска нарушения здоровья работников предприятий ведущих отраслей экономики. *Медицина труда и промышленная экология*. 2021; (3): 155–60. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-3-155-160>
2. Попова А.Ю., Кузьмин С.В., Зайцева Н.В., Май И.В. Приоритеты научной поддержки деятельности санитарно-эпидемиологической службы в области гигиены: поиск ответов на известные угрозы и новые вызовы. *Анализ риска здоровью*. 2021; (1): 4–14. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2021.1.01>
3. Федеральная служба государственной статистики. Распределение населения по возрастным группам; 2021. Доступно: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781>
4. Бухтияров И.В., Чеботарев А.Г., Курьеров Н.Н., Сокур О.В. Актуальные вопросы улучшения условий труда и сохранения здоровья работников горнодобывающих предприятий. *Медицина труда и промышленная экология*. 2019; (7): 424–9. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-7-424-429>
5. Ефимова Н.В., Рукавишников В.С. Условия труда и заболеваемость работающего населения Сибирского федерального округа. *Медицина труда и промышленная экология*. 2017; (10): 1–5.
6. Еркегул С., Тармаева И.Ю., Савченков М.Ф. Состояние здоровья и оценка профессионального риска проводников пассажирских вагонов железной дороги. *Медицина труда и промышленная экология*. 2017; (1): 32–5.
7. Шаяхметов С.Ф., Мешакова Н.М., Лисецкая Л.Г., Меринов А.В., Журба О.М., Алексеенко А.Н. и др. Гигиенические аспекты условий труда в современном производстве алюминия. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(10): 899–904. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-10-899-904>
8. Панков В.А., Кулешова М.В. Оценка условий труда, состояния здоровья и профессионального риска работников предприятий теплоэнергетики. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(7): 766–70. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-7-766-770>
9. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Бурятия. Удельный вес работников организаций, занятых во вредных и (или) опасных условиях труда, по отдельным видам экономической деятельности по Республике Бурятия; 2021. Доступно: <https://burstat.gks.ru/trud>
10. Гичев Ю.П. Методологические и методические аспекты разработки информационных экспертных систем для цели прогнозирования состояния здоровья. В кн.: *Использование АСКОРС в практике диспансеризации и оздоровления трудящихся промышленных предприятий. Материалы третьего Всесоюзного совещания-семинара*. Черкассы; 1990: 5–18.
11. Дьякович О.А., Дьякович М.П. Оценка качества жизни работающих на производстве винилхлорида и поливинилхлорида. *Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук*. 2013; (3–2): 64–7.
12. Каримова Л.К., Мулдашева Н.А., Волгарева А.Д., Фагамова А.З., Шаповал И.В., Ларионова Э.А. Обоснование программы по профилактике нейросенсорной тугоухости у работников на предприятиях различных видов экономической деятельности. *Охрана труда и техника безопасности на промышленных предприятиях*. 2022; (1): 34–9. <https://doi.org/10.33920/prg-4-2201-05>
13. Кудаев А.В., Буторина М.В., Куклин Д.А., Шабарова А.В. Оценка риска воздействия повышенных уровней шума на рабочих местах. *Горный информационно-аналитический бюллетень*. 2019; (S7): 422–32. <https://doi.org/10.25018/0236-1493-2019-4-7-422-432>
14. Спирин В.Ф., Старшов А.М. К некоторым проблемам хронического воздействия производственного шума на организм работающих (обзор литературы). *Анализ риска здоровью*. 2021; (1): 186–96. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2021.1.19>
15. 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; (6): 415–20. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-6-415-420>
16. Дьякович М.П., Рукавишников В.С. Оценка качества жизни, связанного со здоровьем, у пациентов с профессиональной патологией. *Медицина труда и промышленная экология*. 2017; (1): 23–6.
17. Стародубов В.И., Соболева Н.П., Савченко Е.Д., Салагай О.О., Кутумова О.Ю. К вопросу об укреплении и сохранении здоровья работающих на предприятиях (Сибирский федеральный округ). *Сибирское медицинское обозрение*. 2019; (4): 103–12. <https://doi.org/10.20333/2500136-2019-4-103-112>
18. Дьякович М.П., Рыбина Т.М. Субъективная оценка факторов риска здоровья работниками химического производства. *Современные технологии и научно-технический прогресс*. 2021; (8): 256–7.
19. Тармаева И.Ю., Браун О., Панков В.А., Кулешова М.В. Гигиеническая оценка условий труда работников обогатительной фабрики горнообогатительного комбината «Эрдэнэт» (Монголия). *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2018; (4): 84–8. <https://doi.org/10.17238/PmJ1609-1175.2018.4.84-88>

References

1. Bukhtiyarov I.V., Kuzmina L.P., Golovkova N.P., Chebotarev A.G., Leskina L.M., Khelkovskiy-Sergeev N.A., et al. Justification of the platform of standards based on the risk's assessment to health employees disorders of the leading sector's enterprises of the economy. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2021; (3): 155–60. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-3-155-160> (in Russian)
2. Popova A.Yu., Kuz'min S.V., Zaytseva N.V., May I.V. Priorities in scientific support provided for hygienic activities accomplished by a sanitary and epidemiologic service: how to face known threats and new challenges. *Analiz riska zdorov'yu*. 2021; (1): 4–14. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2021.1.01.eng> (in Russian)
3. Fazen L.E., Linde B., Redlich C.A. Occupational lung diseases in the 21st century: the changing landscape and future challenges. *Curr. Opin. Pulm. Med*. 2020; 26(2): 142–8. <https://doi.org/10.1097/MCP.0000000000000658>
4. Federal State Statistics Service. Distribution of the population by age group; 2021. Available at: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781> (in Russian)
5. Bukhtiyarov I.V., Chebotarev A.G., Kur'ev N.N., Sokur O.V. Topical issues of improving working conditions and preserving the health of workers of mining enterprises. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2019; (7): 424–9. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-7-424-429> (in Russian)
6. Efimova N.V., Rukavishnikov V.S. Working conditions and morbidity of the working population in the Siberian Federal Okrug. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2017; (10): 1–5. (in Russian)
7. Erkegul S., Tarmaeva I.Yu., Savchenkov M.F. Health state and occupational risk evaluation in railway passenger car conductors. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2017; (1): 32–5. (in Russian)
8. Shayakhmetov S.F., Meshchakova N.M., Lisetskaya L.G., Merinov A.V., Zhurba O.M., Alekseenko A.N., et al. Hygienic aspects of working conditions in the modern production of aluminum. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2018; 97(10): 899–904. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-10-899-904> (in Russian)
9. Pankov V.A., Kuleshova M.V. Working conditions, health status and occupational risk of employees of thermal power plants. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2019; 98(7): 766–70. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-7-766-770> (in Russian)

Original article

10. Territorial body of the Federal State Statistics Service for the Republic of Buryatia. The share of employees of organizations engaged in harmful and (or) dangerous working conditions for certain types of economic activities in the Republic of Buryatia; 2021. Available at: <https://burstat.gks.ru/trud> (in Russian)
11. Gichev Yu.P. Methodological and methodological aspects of the development of information expert systems for the purpose of predicting health status. In: *Use of ASQRAS in the Practice of Medical Examination and Rehabilitation of Workers of Industrial Enterprises. Materials of the Third All-Union Meeting-Seminar [Ispol'zovanie ASKORS v praktike dispanserizatsii i ozdorovleniya trudyashchikhsya promyshlennykh predpriyatiy. Materialy tret'ego Vsesoyuznogo soveshchaniya-seminara]*. Cherkassy; 1990: 5–18. (in Russian)
12. Dyakovich O.A., D'yakovich M.P. Quality of life workers of polyvinyl chloride production. *Byulleten' Vostochno-Sibirskogo nauchnogo tsentra Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk*. 2013; (3–2): 64–7. (in Russian)
13. Wang H.N., Li P., Zhang X.J., Song Z.W., Niu D.S. Discussion on noise exposure level measurement and risk assessment of typical posts in coal-fired power plants. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi*. 2021; 39(10): 791–3. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn121094-20200512-00253>
14. Karimova L.K., Muldasheva N.A., Volgareva A.D., Fagamova A.Z., Shapoval I.V., Larionova E.A. Justification of the program for the prevention of sensorineural hearing loss in employees at enterprises of various types of economic activity. *Okhrana truda i tekhnika bezopasnosti na promyshlennykh predpriyatiyakh*. 2022; (1): 34–9. <https://doi.org/10.33920/pro-4-2201-05> (in Russian)
15. Kudaev A.V., Butorina M.V., Kuklin D.A., Shabarova A.V. Noise risk assessment at the workplace. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2019; (S7): 422–32. <https://doi.org/10.25018/0236-1493-2019-4-7-422-432> (in Russian)
16. Spirin V.F., Starshov A.M. On certain issues related to chronic exposure to occupational noise and impacts exerted by it on workers' bodies (literature review). *Analiz riska zdorov'yu*. 2021; (1): 186–96. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2021.1.19> (in Russian)
17. Oh M., Shin K., Kim K., Shin J. Influence of noise exposure on cardiocerebrovascular disease in Korea. *Sci. Total Environ*. 2019; 651(2): 1867–76. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.081>
18. Loukazadeh Z., Shahrad S., Shojaoddiny-Ardekani A., Mehrparvar A.H., Alamdarian M. Effect of combined exposure to noise and vibration on hearing. *Indian J. Occup. Environ. Med*. 2019; 23(3): 121–5. https://doi.org/10.4103/ijocem.IJOEM_252_18
19. Weier M.H. The association between occupational exposure to hand-arm vibration and hearing loss: a systematic literature review. *Saf. Health Work*. 2020; 11(3): 249–61. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2020.04.003>
20. Zhou J., Shi Z., Zhou L., Hu Y., Zhang M. Occupational noise-induced hearing loss in China: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 2020; 10(9): e039576. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-039576>
21. Tong R., Liu J., Ma X., Yang Y., Shao G., Li J., et al. Occupational exposure to respirable dust from the coal-fired power generation process: sources, concentration, and health risk assessment. *Arch. Environ. Occup. Health*. 2020; 75(5): 260–73. <https://doi.org/10.1080/19338244.2019.1626330>
22. Cropper M.L., Guttikunda S., Jawahar P., Malik K., Partridge I. Costs and benefits of installing flue-gas desulfurization units at coal-fired power plants in India. In: Mock C.N., Nugent R., Kobusingye O., Smith K.R., eds. *Injury Prevention and Environmental Health*. Washington; 2017. https://doi.org/10.1596/978-1-4648-0522-6_ch13
23. Kaur S., Gill M.S., Gupta K., Manchanda K. Effect of occupation on lipid peroxidation and antioxidant status in coal-fired thermal plant workers. *Int. J. Appl. Basic Med. Res*. 2013; 3(2): 93–7. <https://doi.org/10.4103/2229-516X.117065>
24. Cohen R.A., Petsonk E.L., Rose C., Young B., Regier M., Najmuddin A., et al. Lung pathology in U.S. coal workers with rapidly progressive pneumoconiosis implicates silica and silicates. *Am. J. Respir. Crit. Care Med*. 2016; 193(6): 673–80. <https://doi.org/10.1164/rccm.201505-1014OC>
25. Bugaeva M.S., Gorokhova L.G., Bondarev O.I., Mikhaylova N.N. Influence of coal-rock dust on the risk of developing morphological disorders of the cardiovascular system. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2020; (6): 415–20. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-6-415-420> (in Russian)
26. Dyakovich M.P., Rukavishnikov V.S. Evaluation of life quality connected with health in patients with occupational diseases. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2017; (1): 23–6. (in Russian)
27. Starodubov V.I., Soboleva N.P., Savchenko E.D., Salagay O.O., Kutumova O.Yu. To the problem of strengthening and preserving health of enterprise workers (Siberian federal district). *Sibirskoe meditsinskoe obozrenie*. 2019; (4): 103–12. <https://doi.org/10.20333/2500136-2019-4-103-112> (in Russian)
28. Dyakovich M.P., Rybina T.M. Subjective assessment of health risk factors by chemical workers productions. *Sovremennye tekhnologii i nauchno-tekhnicheskii progress*. 2021; (8): 256–7. (in Russian)
29. Tarmaeva I.Yu., Braun O., Pankov V.A., Kuleshova M.V. Sanitary audit of working conditions in the concentrating mill of ore mining and processing enterprise Erdenet (Mongolia). *Tikhookeanskiy meditsinskiy zhurnal*. 2018; (4): 84–8. <https://doi.org/10.17238/PmJ1609-1175.2018.4.84-88> (in Russian)