



Профессиональный риск развития производственно обусловленной патологии у работников современного производства нефтепродуктов

Т.А. Новикова, Г.А. Безрукова, Н.А. Кочетова, Д.М. Макаревская

Саратовский медицинский научный центр гигиены ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», ул. Заречная, зд. 1«А», стр. 1, г. Саратов, 410022, Российская Федерация

Резюме

Введение. Минимизация рисков здоровью, связанных с профессиональной деятельностью, является одним из приоритетов реализации стратегических задач демографической политики Российской Федерации.

Цель исследования. Оценка группового профессионального риска развития болезней, связанных с условиями труда, у работников современного производства нефтепродуктов.

Материалы и методы. Обследовано 467 мужчин возрастом $41,56 \pm 9,24$ и профессиональным стажем $14,87 \pm 9,39$ года. Проведены комплексные гигиенические и эпидемиологические исследования состояния условий труда и здоровья работников основных профессий производства нефтепродуктов. Причинно-следственная связь нарушений здоровья с условиями труда оценивалась по показателям относительного риска (OR), его 95% доверительного интервала (CI) и этиологической доли (EF), оценка и категорирование уровней профессионального риска заболеваний, связанных с условиями труда, оценка его приемлемости выполнены в соответствии с Руководством Р 2.2.3969–23. При статистической обработке результатов исследования использовали прикладные программы Microsoft Excel и Statistica 10.0.

Результаты. Установлено, что условия труда в производстве нефтепродуктов характеризуются комплексным воздействием производственных факторов: химических веществ 2–4-го классов опасности, шума, тяжести трудового процесса и нагревающего микроклимата (вторичная переработка) и классифицируются как вредные 2–3-й степеней, формирующие профессиональный риск для здоровья работников. Выявлены статистически значимые причинно-следственные связи средней степени болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани ($OR = 1,77$; $EF = 43\%$), высокой степени – болезней глаза и его придаточного аппарата ($OR = 4,496$; $EF = 78\%$) с условиями труда. Уровни группового профессионального риска развития производственно обусловленной патологии колебались от умеренного ($0,65 \times 10^{-2}$) для миопии до среднего ($3,28 \times 10^{-2}$) для ожирения и высокого ($3,28 \times 10^{-2}$) для дорсалгии, являясь неприемлемыми. Показана обусловленность риска нарушений здоровья воздействием факторов производственной среды разных этапов технологического процесса. Для работников первичной переработки нефти установлен уровень высокой категории развития дорсалгии ($6,65 \times 10^{-2}$) и ожирения ($3,98 \times 10^{-2}$); для вторичной переработки – средней категории нарушений рефракции и аккомодации ($2,09 \times 10^{-2}$); цеха эксплуатации электрооборудования – риск высокой категории нарушений рефракции и аккомодации ($5,55 \times 10^{-2}$) и умеренной дорсалгии ($0,94 \times 10^{-2}$), являющиеся неприемлемыми.

Выводы. Профессиональный риск высокого (неприемлемого) уровня является основанием для разработки адресных мер профилактики нарушений здоровья работников производства нефтепродуктов с учетом занятости на разных этапах технологического процесса.

Ключевые слова: производство нефтепродуктов; условия труда; производственно обусловленные заболевания; профессиональный риск здоровью; профилактика.

Для цитирования: Новикова Т.А., Безрукова Г.А., Кочетова Н.А., Макаревская Д.М. Профессиональный риск развития производственно обусловленной патологии у работников современного производства нефтепродуктов // Здоровье населения и среда обитания. 2024. Т. 32. № 10. С. 26–35. doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-10-26-35

Risk of Occupational Diseases in Workers of Contemporary Petroleum Refining

Tamara A. Novikova, Galina A. Bezrukova, Natalya A. Kochetova, Darya M. Makarevskaya

Saratov Medical Scientific Center for Hygiene, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Bldg 1, 1A Zarechnaya Street, Saratov, 410022, Russian Federation

Summary

Introduction: Minimizing job-related health risks is one of the priorities for implementing strategic objectives of the demographic policy of the Russian Federation.

Objective: To assess the group risk of work-related diseases in employees of modern petroleum product manufacturing.

Materials and methods: The study involved 467 men aged 41.56 ± 9.24 years with 14.87 ± 9.39 years of duration of current employment. Comprehensive hygienic and epidemiological studies of working conditions and health of core personnel of a petroleum refinery were conducted. The causal relationship between working conditions and health disorders was assessed using the relative risk (OR), its 95 % confidence interval (CI) and etiologic fraction (EF). Assessment and categorization of occupational risk levels of work-related diseases and evaluation of their acceptability were performed in accordance with R 2.2.3969–23, Russian Guidelines for Assessing Occupational Risks to Workers' Health: Organizational and Methodological Foundations, Principles and Criteria for Assessment. Microsoft Excel and Statistica 10.0 were used for statistical data analysis.

Results: We have established that working conditions in petroleum product manufacturing are noted for combined exposure to classes 2 to 4 hazardous chemicals, noise, heavy work and heating microclimate (secondary refining) and are classified as harmful (degrees 2 to 3) and posing occupational risks to workers' health. Statistically significant cause-and-effect relationships were revealed between working conditions and moderate musculoskeletal and connective tissue diseases ($OR = 1.77$; $EF = 43\%$) and severe diseases of the eye and adnexa ($OR = 4.496$; $EF = 78\%$). The levels of group occupational risk of diseases ranged from moderate (0.65×10^{-2}) for myopia to medium (3.28×10^{-2}) for obesity and high (3.28×10^{-2}) for dorsalgia, all being unacceptable. The risk of health disorders was found to be determined by factors of the occupational environment at different stages of the technological process. Workers engaged in primary oil refining were at high risk of dorsalgia (6.65×10^{-2}) and obesity (3.98×10^{-2}); those engaged in secondary refining were at medium risk of disorders of refraction and accommodation (2.09×10^{-2}); workers of the electrical equipment operation shop were at high risk of disorders of refraction and accommodation (5.55×10^{-2}) and at moderate risk of dorsalgia (0.94×10^{-2}), all being unacceptable.

Conclusion: Occupational risk of a high (unacceptable) level is the basis for the development of targeted measures of disease prevention in oil refining workers given their involvement at different stages of the technological process.

Keywords: petroleum refinery, working conditions, work-related diseases, occupational health risks, prevention.

Cite as: Novikova TA, Bezrukova GA, Kochetova NA, Makarevskaya DM. Risk of occupational diseases in workers of contemporary petroleum refining. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2024;32(10):26–35. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2024-32-10-26-35

Введение. Профилактика развития профессиональной и производственно обусловленной патологии и снижение преждевременной утраты трудоспособности являются приоритетной мерой реализации стратегических задач демографической политики Российской Федерации¹. В этой связи особое внимание должно уделяться сохранению трудовых ресурсов в отраслях экономики, представляющих повышенную опасность для здоровья работников, среди которых одно из ведущих мест занимает нефтяная промышленность, включающая добычу нефти и ее переработку на нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятиях [1].

По данным научной литературы прошлых лет, детерминирующими вредными факторами рабочей среды, вызывающими нарушения здоровья работников нефтяной промышленности, являлись производственные токсиканты (в основном предельные, непредельные и ароматические углеводороды, бензол и его производные, дигидросульфид), повышенные уровни шума и тяжелый физический труд [2–4]. В нозологической структуре профессиональных заболеваний доминировали профессиональные отравления и хронические интоксикации (от 34,4 до 47,0 %), болезни органов дыхания (17,2 %), опорно-двигательного аппарата (12,2 %), профессиональные дерматозы (до 5 %) [5–7]. Произошедшие в последние десятилетия модернизация производств нефтяной промышленности, внедрение передовых технологий (автоматизация, непрерывность и замкнутость технологического процесса) позволили снизить загрязнение воздуха рабочей зоны токсическими веществами до нормативных значений, тепловую нагрузку среды. Однако одновременно произошло повышение уровней производственного шума и нервно-эмоциональной нагрузки на персонал, что привело к значительным изменениям нозологической структуры профессиональной патологии [8].

В настоящее время общий уровень профессиональной заболеваемости в нефтеперерабатывающей промышленности, как и в других отраслях экономики России, существенно снизился и нарушения здоровья, вызванные воздействием условий труда, все чаще проявляются в виде производственно обусловленных хронических неинфекционных заболеваний (ХНИЗ), полиэтиологического генеза [9, 10].

Однако если проблемы формирования и оценки профессионального риска (ПР) производственно обусловленной патологии у работников нефтеперерабатывающей промышленности, занятых в нефтехимических производствах, на сегодняшний день достаточно полно освещены [11–15], то этиогенез ХНИЗ, ассоциированных с условиями труда в современном производстве нефтепродуктов, остается недостаточно изученным, что затрудняет разработку адресных мер профилактики нарушений

здоровья работающих и определяет актуальность настоящих исследований.

Цель исследования. Оценка группового профессионального риска развития болезней, связанных с условиями труда, у работников современного производства нефтепродуктов для последующей разработки адресных мер профилактики нарушений здоровья.

Материалы и методы. Проведены комплексные исследования условий труда и состояния здоровья работников крупного нефтеперерабатывающего завода (НПЗ) с непрерывным замкнутым технологическим процессом производства нефтепродуктов.

Идентификация и гигиеническая характеристика производственных факторов риска здоровью (концентрации химических веществ, загрязняющих воздух рабочей зоны, микроклимат, шум на рабочих местах, факторы трудового процесса) выполнены по результатам собственных гигиенических исследований и предоставленным предприятием данным специальной оценки условий труда (СОУТ) в соответствии с критериями, изложенными в Руководстве Р 2.2.2006–05².

По результатам периодического медицинского осмотра работников (467 мужчин) НПЗ, проведенного в 2023 году на базе клиники общей и профессиональной патологии Саратовского МНЦ гигиены, и данным учетных форм № 25/у³ проведен анализ уровня и нозологической структуры заболеваемости и профессионального риска нарушений здоровья.

В группу исследования (экспонированная группа) вошли работники ($n = 392$) со средним возрастом $41,56 \pm 9,24$ года и профессиональным стажем $14,87 \pm 9,39$ года. В соответствии с занятостью на различных этапах производственного процесса все участники исследования были разделены на три подгруппы, характеризующиеся сходным комплексом условий труда: 1-я подгруппа – работники производства первичной переработки нефти – операторы технологических установок, слесари по ремонту технологических установок ($n = 175$, средний возраст $41,41 \pm 9,84$ года, стаж $15,75 \pm 10,02$); 2-я подгруппа – работники производства вторичной переработки нефти – операторы технологических установок ($n = 149$, средний возраст $40,12 \pm 9,83$ года, стаж $13,36 \pm 8,48$ года); 3-я подгруппа – работники цеха по эксплуатации электрооборудования – слесари КИПиА, прибористы ($n = 68$, средний возраст $45,07 \pm 9,62$, средний стаж $15,91 \pm 9,27$). Группу сравнения составили 75 работников того же предприятия, работающие в допустимых условиях труда, со средним возрастом $45,77 \pm 9,02$ года и стажем в профессии $17,45 \pm 10,20$ года. Выделенные группы были сопоставимы по возрасту и профстажу.

Причинно-следственную связь нарушений здоровья с воздействием факторов производственной

¹ Распоряжение правительства № 2580-р от 16.09.2021 «План мероприятий по реализации в 2021–2025 годах. Концепции демографической политики РФ на период до 2025 года» (с изменениями на 23 января 2024 года) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/608644722?section=text> (дата обращения: 10.09.2024).

² Р 2.2.2006–05 «Руководство по гигиенической оценке, факторов производственной среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://base.garant.ru/408890207/> (дата обращения: 12.09.2024).

³ Приказ Министерства здравоохранения РФ от 15 декабря 2014 г. № 834н «Об утверждении унифицированных форм медицинской документации, используемых в медицинских организациях, оказывающих медицинскую помощь в амбулаторных условиях, и порядков по их заполнению» (с изменениями и дополнениями). Приложение № 1. Форма № 025/у «Медицинская карта пациента, получающего медицинскую помощь в амбулаторных условиях».

среды и трудового процесса оценивали по показателям относительного риска (OR) с расчетом 95 % доверительного интервала (CI) и этиологической доли (EF) в соответствии с критериями, изложенными в Руководстве Р 2.2.3969–23⁴. При установленной причинно-следственной связи нарушений здоровья с условиями труда, выполнена количественная оценка уровней ПР в отношении болезней, связанных с условиями труда с учетом вероятности и тяжести каждого из них. Вероятность возникновения заболеваний, связанных с работой, высчитывалась как разность частоты заболеваний у работников с наличием заболеваний и без таковых. Оценка приемлемости уровней ПР была проведена путем сравнения с величиной, характеризующей категорию пренебрежимо малого и малого уровней профессионального риска ($1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-3}$).

При статистической обработке результатов исследования использовали прикладные программы Microsoft Excel и Statistica 10.0 (StatSoft Inc., США). Полученные данные представлены в виде абсолютных значений среднего арифметического и стандартного отклонения ($M \pm SD$), а также относительных величин. Проверка нормальности распределения сравниваемых групп проводилась с применением теста Колмогорова – Смирнова. Статистическая значимость различий между группами оценивалась по *U*-критерию Манна – Уитни. Различия групповых значений принимались за статистически значимые при $p < 0,05$.

Результаты. Технологический процесс производства нефтепродуктов на исследуемом производстве традиционно включает два основных этапа – первичную переработку, представляющую собой обессоливание и разделение сырой нефти на фракции и вторичную переработку фракций, включающую каталитический риформинг, изомеризацию и гидроочистку дистиллятов, каталитический и гидравлический крекинг и получение компонентов для последующей выработки нефтепродуктов. Исходным сырьем в производстве служат высокосернистая (с массовой долей серы от 1,81 до 3,5 %) и особо высокосернистая (с массовой долей серы свыше 3,5 %) нефть.

Установлено, что условия труда работников, непосредственно занятых в процессе первичной и вторичной переработки нефти, характеризуются сочетанным воздействием химического фактора, производственного шума, нагревающего микроклимата, тяжести трудового процесса. Химический фактор представлен сложным комплексом веществ 2–4-го классов опасности, источниками которых является сырая нефть, представляющая собой сложную смесь углеводородов различной молекулярной массы, в основном предельные, непредельные и ароматические углеводороды, сероорганические соединения, промежуточные и конечные продукты переработки (бензин и керосин, дизтопливо). Кроме того, воздух рабочей зоны был загрязнен продуктами неполного сгорания топлива (угле-

род оксид, азота диоксид) и реагентами (моно- и диэтиламин).

Результаты оценки факторов производственной среды показали, что концентрации химических веществ в зоне дыхания работников (углеводороды алифатические предельные C_1-C_{10} (в пересчете на C), дигидросульфид, бензол, углерод оксид, сера диоксид, азота диоксид, моноэтиламин, пары бензина) на всех рабочих местах соответствовали допустимым значениям (класс 2). В зоне дыхания операторов технологических установок и слесарей по ремонту технологических установок производства первичной переработки нефти и операторов технологических установок вторичной переработки содержание дигидросульфида в смеси с углеводородами C_1-C_5 колебалось в пределах 2,5–4,0 мг/м³. Доля проб с превышением ПДК_{мр} (3 мг/м³), формирующих вредные условия труда по химическому фактору, достигала 14,38 и 50 %, соответственно. Коэффициент суммации при одновременном содержании веществ остронаправленного действия (дигидросульфид, азота диоксид, углерода оксид – вещества с остронаправленным механизмом действия) составил 1,1–2,27, что соответствовало вредным условиям труда 1–2-й степеней (классы 3.1–3.2). На остальных рабочих местах значения коэффициента суммации не превышали единицы (класс 2).

Производственный шум, генерируемый технологическим оборудованием и системой вентиляции, является в настоящее время основным производственным фактором, формирующим вредные условия труда в нефтепереработке. Эквивалентные уровни звука превышали ПДУ на 4,8–14,8 дБА на всех рабочих местах (классы 3.1–3.2). Эквивалентные уровни общей вибрации, регистрируемые при обслуживании установок каталитического риформинга и гидроочистки дизельного топлива, соответствовали ПДУ.

При вторичной переработке нефти для рабочих мест операторов и слесарей по ремонту технологических установок каталитического риформинга, а также операторов технологических установок гидроочистки дизельного топлива был характерен нагревающий микроклимат, формирующийся в результате теплоизлучения от нагретых поверхностей оборудования. Средневзвешенный класс условий труда по уровню тепловой нагрузки среды (ТНС-индексу) с учетом времени воздействия соответствовал вредным условиям труда 1-й степени (класс 3.1).

Тяжесть труда работников характеризовалась длительным поддержанием неудобной (до 35 % времени смены) и/или вынужденной (от 5 до 10 % смены) рабочей позы, переходами на расстояние до 8 км при контроле работы и оценке состояния технологического оборудования, расположенного на многоуровневых наружных установках (классы 3.1 и 3.2). Для напряженности труда были характерны эмоциональные нагрузки, связанные с высокой ответственностью за результат собственной деятельности и значимость ошибок; риск для

⁴ Р 2.2.3969–23 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки» (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 7 сентября 2023 г.). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://base.garant.ru/408890207/> (дата обращения: 12.09.2024).

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-10-26-35>
Original Research Article

собственной жизни и безопасность других лиц в процессе обслуживания оборудования, работающего под избыточным давлением, и электроустановок; вероятность падения с высоты; стрессовые нагрузки в связи с опасностью пожаров и аварийных ситуаций. Общая оценка напряженности труда была классифицирована как допустимая (класс 2).

Персонал вспомогательного цеха по обслуживанию электрооборудования выполняет свои функции по контролю работы и оценке состояния контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА) в зонах размещения основного технологического оборудования, подвергаясь воздействию факторов производственной среды, характерных для работников, занятых в процессе первичной и вторичной переработки нефти. Их условия труда с учетом экспозиции факторов были оценены как вредные (классы 3.1–3.2).

Результаты оценки ПР здоровью работников НПЗ по гигиеническим критериям в зависимости от занятости на разных этапах переработки нефти представлены в табл. 1.

При оценке нарушений здоровья установлено, что у 119 работников НПЗ экспонированной группы из обследованных 392 было выявлено 506 нозологически очерченных патологий. Уровень общей хронической заболеваемости (ОХЗ) составлял 1290,8 ‰, превышая аналогичный показатель по группе сравнения (1133,3 ‰) в 1,14 раза, и был в 1,32 раза ниже уровня общей популяционной (по обращаемости) заболеваемости (1706,3 ‰)⁵ по Саратовской области в 2022 году. Среди сочетанной патологии наиболее часто встречалась комбинация дорсалгии с миопией.

В нозологической структуре ОХЗ исследуемой когорты работников первое ранговое место (29,45 %) занимали болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (класс XIII)⁶, представленные дорсалгией (М54) различных уровней. Болезни данного класса статистически значимо ($p = 0,010007$) чаще диагностировались у работников производства первичной переработки нефти, труд которых по результатам гигиенической оценки являлся наиболее тяжелым (классы 3.2–3.3).

На втором ранговом месте (25,10 %) находились болезни глаза и его придаточного аппарата (класс VII), в 99 % случаев представленные нарушениями рефракции и аккомодации (Н52), наиболее часто среди которых диагностировались миопия (39,34 %) и пресбиопия (27,8 %). При этом отмечалась статистически значимая повышенная распространенность данных патологий среди работников производства вторичной переработки нефти ($p = 0,000001$) и цеха эксплуатации электрооборудования ($< 0,0001$) по сравнению с занятыми первичной переработкой ($< 0,0001$) и группой сравнения ($p = 0,011476$).

Третье ранговое место (23,12 %) принадлежало болезням эндокринной системы, расстройствам питания и нарушениям обмена веществ (класс IV), среди которых наибольший удельный вес занимало ожирение разных степеней (Е66.0). Статистически значимо чаще ожирение диагностировалось у работников производства первичной переработки нефти, чем у работников вторичного производства ($p = 0,036924$), цеха эксплуатации электрооборудования ($p = 0,007511$) и группы сравнения ($p = 0,008709$).

Наибольший удельный вес (88,05 %) среди болезней системы кровообращения (класс IX), занимающей четвертое ранговое место (11,66 %) в структуре ОХЗ, имела эссенциальная (первичная) гипертензия (I10.0). Однако распространенность болезней данного класса статистически не отличалась от уровней в группах работников разных производств и группы сравнения.

Пятое и шестое ранговые места занимали, соответственно, болезни уха и сосцевидного отростка (класс VIII) и болезни органов пищеварения (класс XI). Статистически значимых различий в их распространенности у работников разных производств не было выявлено.

При сравнительном анализе нозологической структуры ХНИЗ обследованных, занятых на различных этапах технологического процесса производства нефтепродуктов, было установлено, что у работников первичной переработки нефти наиболее распространенными являлись дорсалгия (35,82 %), ожирение (30,23 %) и артериальная гипертензия (16,28 %). Для профессиональных групп вторичной переработки

Таблица 1. Оценка профессионального риска здоровью работников нефтеперерабатывающего производства на основе гигиенических критериев

Table 1. Evaluation of occupational health risks for petroleum refining workers based on hygienic criteria

Этап технологического процесса / Stage of the technological process	Производственный фактор (класс) / Occupational risk factor (class)	Общая оценка / Overall rating	Категория профессионального риска / Occupational risk category
Производство первичной переработки нефти / Primary oil refining	химический / chemical (2–3.1) шум / noise (3.1–3.2) тяжесть труда / heavy work (3.1–3.2)	3.2–3.3	средний риск – высокий риск / medium to high risk
Производство вторичной переработки нефти / Secondary oil refining	химический / chemical (2–3.1) микроклимат / microclimate (2–3.1) шум / noise (3.1–3.2) тяжесть труда / heavy work (3.1–3.2)	3.2	средний риск / medium risk
Цех эксплуатации электрооборудования / Electrical equipment operation shop	шум / noise (3.1–3.2) тяжесть труда / heavy work (3.1)	3.1–3.2	умеренный риск – средний риск / moderate to medium risk

⁵ Статистический ежегодник Саратовской области 2022 год: Статистический сборник в 2 т., т. 1 / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Саратовской области. Саратов, 2023. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://64.rosstat.gov.ru/publication_collection/document/38433 (дата обращения: 12.09.2024).

⁶ Международная классификация болезней 10-го пересмотра (МКБ-10). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mkb-10.com/> (дата обращения: 12.09.2024).

и цеха эксплуатации электрооборудования было характерно превалирование нарушений рефракции и аккомодации (33,3 и 42,6 %, соответственно), а дорсалгия, ожирение и артериальная гипертензия занимали последующие ранговые места.

Результаты проведенного анализа причинно-следственных связей диагностированных хронических заболеваний с работой позволили установить для всей группы участников исследования производственную обусловленность средней степени с болезнями костно-мышечной системы и соединительной ткани. Среди нозологических форм статистически значимая связь с условиями труда средней степени была выявлена для дорсалгии, в основном пояснично-крестцового уровня, и высокой степени – миопии. В отношении других заболеваний связи с профессиональной деятельностью установлено не было (см. табл. 2).

Для работников, занятых в первичной переработке нефти, производственно обусловленными патологиями явились болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (дорсалгия) и болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (ожирение). Для вторичной переработки характерна производственная обусловленность болезнями глаза

и его придаточного аппарата (миопии). Нарушения здоровья работников цеха эксплуатации электрооборудования были связаны с воздействием производственных факторов, характерных для всех этапов технологического процесса, что проявилось в производственной обусловленности как болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани (дорсалгии), так и болезней глаза и его придаточного аппарата (миопии).

В отношении болезней, связанных с условиями труда, была выполнена количественная оценка уровней ПР с учетом тяжести каждого из них, позволившая установить для всей группы исследования высокую категорию ПР развития болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани, представленных дорсалгией, и средней степени – болезней эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ, представленных ожирением (см. табл. 3).

Установлены особенности формирования ПР в зависимости от занятости работников на различных технологических этапах переработки нефти. У работников первичной переработки формируется высокий ПР развития болезней эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (ожирения) и болезней костно-мышечной

Таблица 2. Причинно-следственная связь нарушений здоровья работников нефтеперерабатывающего производства с условиями труда

Table 2. Causal relationship between working conditions and health disorders in oil refining workers

Класс, код по МКБ-10 / Category, ICD-10 code	Относительный риск (OR) / этиологическая доля (EF) (доверительный интервал Ci) / Relative risk (OR) / etiological fraction (EF) (confidence interval, CI)			
	Вся группа исследования / All subjects (n = 392)	Производство первичной переработки нефти / Primary oil refining (n = 175)	Производство вторичной переработки нефти / Secondary oil refining (n = 179)	Цех эксплуатации электрооборудования / Electrical equipment operation workshop (n = 68)
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани / Diseases of the musculoskeletal system and connective tissue (XIII)	1,782 / 43,87** (1,113-2,802)	2,089 / 52*** (1,312-3,326)	1,384 / 28* (0,839-2,283)	1,861 / 46** (1,102-3,143)
Дорсалгия / Dorsalgia (M54)	1,770 / 43** (1,125-2,783)	2,063 / 52*** (1,295-3,286)	1,384 / 28* (0,849-2,283)	1,861 / 46** (1,102-3,143)
Болезни глаза и его придаточного аппарата / Diseases of the eye and its adnexa (VII)	1,157 / 13,58 (0,783-1,709)	0,204 / -0,101 (0,101-0,4412)	1,582 / 37** (1,055-2,372)	2,784 / 64*** (1,895-4,088)
Нарушения рефракции и аккомодации / Disorders of refraction and accommodation (H52)	1,030 / 3 (0,694-1,528)	0,122 / -717 (0,052-0,291)	1,560 / 36** (1,024-2,377)	1,416 / 59*** (1,622-3,598)
Миопия / Myopia (H52/1)	4,496 / 78**** (1,116-18,113)	0,643 / -56 (0,110-3,769)	6,040 / 83***** (1,466-24,879)	11,029 / 91***** (2,677-45,450)
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ / Endocrine, nutritional and metabolic diseases (IV)	1,599 / 37,46 (0,974-2,626)	2,112 / 53** (1,272-3,506)	1,330 / 25 (0,768-2,303)	0,867 / -15 (0,432-1,777)
Ожирение / Obesity (E66.0)	1,619 / 38 (0,963-2,720)	2,143 / 53** (1,261-3,642)	1,355 / 26 (0,764-2,403)	0,848 / -18 (0,398-1,807)
Болезни системы кровообращения / Diseases of the circulatory system (IX)	0,449 / -122,9 (0,314-0,642)	0,591 / -69 (0,399-0,877)	0,330 / 0203 (0,199-0,548)	0,342 / -192 (1,175-0,670)
Болезни уха и сосцевидного отростка / Diseases of the ear and mastoid process (VIII)	0,574 / -74,22 (0,118-2,790)	0,647 / -56 (0,110-3,376)	1,330 / 25 (0,768-2,303)	0,551 / -81 (0,051-5,946)
Болезни нервной системы / Diseases of the nervous system (VI)	2,870 / 65,16 (0,385-21,401)	1,714 / 42 (0,195-15,083)	3,523 / 72 (0,442-28,116)	2,206 / 55 (0,205-23,786)
Болезни органов пищеварения (XI) / Diseases of the digestive system (XI)	0,861 / -16,15 (0,314-0,642)	0,857 / -17 (0,160-4,579)	0,722 / -32 (0,129-4,422)	1,103 / 9 (0,160-7,616)

Примечание: категория связи с условиями труда: * – нулевая и малая; ** – средняя; *** – высокая; **** – очень высокая; ***** – почти полная.

Notes: causal relationship with working conditions: *zero or small; **medium; ***high; ****very high; *****almost complete.

Таблица 3. Категорирование группового профессионального риска развития болезней, связанных с условиями труда, у работников производства нефтепродуктов
Table 3. Categorization of group risk of work-related diseases in petroleum refinery workers

Класс, нозология (код по МКБ-10) / Category, disease (ICD-10 code)	Дополнительная вероятность / Additional probability	Уровень профессионального риска / Occupational risk level	Категория профессионального риска* / Occupational risk category*
Вся группа участников исследования / All subjects			
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ / Endocrine, nutritional and metabolic diseases (IV)	0,112	$1,57 \times 10^{-2}$	средний / medium
Ожирение / Obesity (E66.0)	0,107	$1,50 \times 10^{-2}$	средний / medium
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани / Diseases of the musculoskeletal system and connective tissue (XIII)	0,167	$3,34 \times 10^{-2}$	высокий / high
Дорсалгия / Dorsalgia (M54)	0,164	$3,28 \times 10^{-2}$	высокий / high
Миопия / Myopia (H52/1)	0,093	$0,65 \times 10^{-2}$	умеренный / moderate
Производство первичной переработки нефти / Primary oil refining			
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ / Endocrine, nutritional and metabolic diseases (IV)	0,300	$4,20 \times 10^{-2}$	высокий / high
Ожирение / Obesity (E66.0)	0,284	$3,98 \times 10^{-2}$	высокий / high
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани / Diseases of the musculoskeletal system and connective tissue (XIII)	0,338	$6,77 \times 10^{-2}$	высокий / high
Дорсалгия / Dorsalgia (M54)	0,333	$6,65 \times 10^{-2}$	высокий / high
Производство вторичной переработки нефти / Secondary oil refining			
Болезни глаза и его придаточного аппарата / Diseases of the eye and adnexa (VII)	0,236	$3,31 \times 10^{-2}$	высокий / high
Нарушения рефракции и аккомодации / Disorders of refraction and accommodation (H52)	0,149	$2,09 \times 10^{-2}$	средний / medium
Миопия / Myopia (H52/1)	0,124	$0,87 \times 10^{-2}$	умеренный / moderate
Цех эксплуатации электрооборудования / Electrical equipment operation shop			
Болезни глаза и его придаточного аппарата / Diseases of the eye and adnexa (VII)	0,267	$1,87 \times 10^{-2}$	средний / medium
Нарушения рефракции и аккомодации / Disorders of refraction and accommodation (H52)	0,396	$5,55 \times 10^{-2}$	высокий / high
Миопия / Myopia (H52/1)	0,085	$0,59 \times 10^{-2}$	умеренный / moderate
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани / Diseases of the musculoskeletal system and connective tissue (XIII)	0,047	$0,94 \times 10^{-2}$	умеренный / moderate
Дорсалгия / Dorsalgia (M54)	0,047	$0,94 \times 10^{-2}$	умеренный / moderate

Примечание: * – оценка приемлемости рассчитанных уровней ПР проведена путем сравнения с величиной, характеризующей категорию малого риска (1×10^{-3}).

Note: * Acceptability of the established occupational risk levels was evaluated by comparing with the low-risk value (1×10^{-3}).

системы и соединительной ткани (дорсалгии). При вторичной переработке установлен высокий ПР болезней глаза и его придаточного аппарата. Для работников цеха по эксплуатации электрооборудования характерен ПР средней категории болезней глаза и его придаточного аппарата при высоком риске нарушений рефракции и аккомодации, а также умеренном ПР болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани (дорсалгии различных уровней).

Обсуждение. Результаты исследований показали, что условия труда в производстве нефтепродуктов характеризуются комплексным воздействием вредных производственных факторов, включающих химические вещества 2–4-го классов опасности

(углеводороды алифатические предельные C_1 – C_{10} (в пересчете на С), дигидросульфид, дигидросульфида в смеси с углеводородами C_1 – C_5 , бензол, углерод оксид, сера диоксид, азота диоксид, моноэтиламин, пары бензина), шум, физические перегрузки. Общая оценка условий труда работников была классифицирована как вредные 2–3-й степеней (классы 3.2–3.3). Априорно ПР оценен в категориях от умеренного (цех по эксплуатации электрооборудования) до высокого (первичная переработка нефти).

Приоритетными производственными факторами, определяющими формирование ПР здоровью работников, являлись химический (дигидросульфид в смеси с углеводородами C_1 – C_5), шум и тяжесть

трудового процесса. Работники производства вторичной переработки были подвержены воздействию дигидросульфида в смеси с углеводородами C_1-C_5 в сочетании с нагревающим микроклиматом. Более тяжелый труд имел место при процессе первичной переработке нефти.

Повышенные концентрации в воздухе рабочей зоны дигидросульфида являются особенностью переработки высокосернистой и особо высокосернистой нефти, объемы использования которой в настоящее время увеличиваются, создавая угрозу загрязнения окружающей и производственной среды. Дигидросульфид (2-й класс опасности) опасен для развития острого отравления, оказывает раздражающее, кожно-резорбтивное, сенсibilизирующее, репротоксическое, тератогенное действие на организм человека⁷ [16]. Предельные углеводороды C_1-C_5 (4-й класс) относятся к группе асфигантов, обладающих выраженным наркотическим эффектом⁸ [17]. Смесь углеводородов и дигидросульфида обладает аддитивным суммарным эффектом воздействия компонентов.

Концентрации остальных вредных веществ, обнаруженных в воздухе рабочей зоны работников НПЗ, находились в пределах ПДК, однако их сочетанное воздействие могло синергически усиливать действие каждого. Углеводороды алифатические предельные C_6-C_{10} (4-й класс) обладают наркотическим действием, раздражают кожу и слизистые оболочки глаз [17]. Бензол (2-й класс, требуется специальная защита кожи и глаз)⁹ – канцероген, относится к соединениям с наркотическим, общетоксическим, кожно-резорбтивным, сенсibilизирующим, репротоксическим, тератогенным и мутагенным действием. Бензин (топливный) (4-й класс) имеет общетоксическое, нейротоксическое, наркотическое и резорбтивное действие [18].

Как известно, профессиональные отравления и интоксикации высокосернистой нефтью носят полиморфный характер с поражением системы крови, центральной и периферической нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной и гепатобилиарной систем, а также вызывают нарушения белкового, углеводного и жирового обменов [19, 20]. В условиях многофакторного низкоуровневого воздействия токсикантов ранняя диагностика профессиональных интоксикаций, как правило, затруднена вследствие стертой симптоматики [21]. При этом клинико-функциональные изменения, выявляемые у работников в условиях химической нагрузки малой интенсивности, расцениваются как проявление неспецифического ответа на токсическое и сенсibilизирующее действие химических веществ, обусловленное активацией компенсаторно-приспособительных механизмов физиологической адаптивности к воздействию малых доз ксенобиотиков [21, 22]. В находившей-

ся под наблюдением когорте работников НПЗ за последние 5 лет профессиональные заболевания (отравления) не выявлялись.

Наиболее распространенными хроническими заболеваниями в когорте исследуемых работников НПЗ являлись болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани, представленные в основном дорсалгией различных уровней, ведущую роль в развитии которой играли физические перегрузки и функциональное напряжение, обусловленные поддержанием неудобных и вынужденных поз, наклонами корпуса и статико-динамическими нагрузками, инициирующими развитие дегенеративно-дистрофических процессов структур позвоночника [23], наиболее характерные для занятых первичной переработкой нефти.

Болезни глаза и его придаточного аппарата, представленные нарушениями рефракции и аккомодации, занимающие второе место в нозологической структуре ХНИЗ, наиболее часто диагностировались у работников производства вторичной переработки нефти, воздух рабочей зоны которых был в большей степени загрязнен смесью дигидросульфида с углеводородами C_1-C_5 , оказывающей токсическое действие на орган зрения [18]. Факторами риска развития данной патологии также могли являться бензол, углеводороды алифатические предельные C_6-C_{10} и сера диоксид, обладающие раздражающим действием на слизистые оболочки¹⁰. Кроме того, развитие структурно-функциональных расстройств органа зрения могло быть обусловлено перманентным воздействием на обследованных работников производственного шума, способного приводить к изменению тонуса сосудов микроциркуляторного русла конъюнктивы глазного яблока, ведущего к нарушению гемо- и гидродинамики, гипоксии и развитию трофических расстройств в органе зрения [24]. Полученные нами данные согласуются с результатами исследований других авторов, установивших высокую долю патологии органа зрения в структуре ОХЗ работников основных профессий нефтепереработки [4, 6].

В соответствии с современными представлениями, установленный групповой профессиональный риск развития ожирения, наряду с нерациональным питанием, мог быть ассоциирован с загрязнением рабочей зоны органическими растворителями – эндокринными разрушителями [25], вызывающими нарушения метаболического здоровья, в первую очередь за счет прямого повреждающего воздействия на дифференцировку адипоцитов, а также развития системного низкоуровневого воспаления с исходом в состояние инсулинорезистентности [26].

Этиологический вклад факторов рабочей среды в распространенность хронической соматической патологии, выявленной у обследованных работников разных цехов НПЗ, имел отличия, в значительной

⁷ Куценко С.А. Основы токсикологии. Санкт-Петербург: ООО «Издательство Фолиант», 2004. 570 с.

⁸ Профессиональные интоксикации ароматическими углеводородами – бензолом и его гомологами; 2023. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=492380#text>. (дата обращения: 12.09.2024).

⁹ Федеральный регистр потенциально опасных химических и биологических веществ. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://prohv.ru/online/detail.html?id=42/> (дата обращения: 12.09.2024).

¹⁰ Профессиональные интоксикации ароматическими углеводородами – бензолом и его гомологами; 2023. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=492380#text>. (дата обращения: 12.09.2024).

мере зависящие от этапа технологического процесса. Так, для работников первичной переработки нефти была установлена производственная обусловленность высокой степени дорсалгии и средней степени ожирения. Для занятых вторичной переработкой нефти – почти полная степень риска миопии; работников цеха эксплуатации электрооборудования – категории средней степени риска дорсалгии и почти полной степени для миопии.

Количественно уровень группового профессионального риска здоровью работников находился в градациях: умеренный ($0,65 \times 10^{-2}$) для миопии; средний ($3,28 \times 10^{-2}$) для ожирения; высокий ($3,28 \times 10^{-2}$) для дорсалгии. В то же время для работников первичной переработки нефти был установлен профессиональный риск высокой категории развития дорсалгии ($6,65 \times 10^{-2}$) и ожирения ($3,98 \times 10^{-2}$); при вторичной переработке – средней категории нарушений рефракции и аккомодации ($2,09 \times 10^{-2}$); занятых в цехе эксплуатации электрооборудования – высокий категории нарушений рефракции и аккомодации и ($5,55 \times 10^{-2}$) и умеренной – дорсалгии ($0,94 \times 10^{-2}$).

Уровни доказанного ПР являлись неприемлемыми, что требует их снижения до приемлемых путем разработки и внедрения адресных организационно-технических и медико-профилактических мероприятий и программ по снижению профессионального риска.

Выводы

1. Условия труда на современных производствах нефтепродуктов характеризуются воздействием на работников комплекса вредных производственных факторов и классифицируются как вредные 2–3-й степеней, что соответствует средней и высокой категориям профессионального риска. Приоритетными производственными факторами, определяющими формирование риска здоровью работников, являлись химический, шум и тяжесть трудового процесса.

2. Воздействие вредных условий труда обуславливало профессиональный риск развития у работников болезней костно-мышечной системы и соединительных тканей, глаза и его придаточного аппарата, болезней эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ. При этом уровень группового профессионального риска здоровью работников колебался от умеренного до высокого, неприемлемого.

3. Риск развития производственно обусловленных болезней определялся факторами производственной среды этапов технологического процесса. Воздействие условий труда при первичной переработке нефти формировало профессиональный риск высокой категории нарушений здоровья в отношении дорсалгии и ожирения; вторичной переработки – средний категории для развития нарушений рефракции и аккомодации; при работе в цехе по эксплуатации электрооборудования – высокой категории для нарушений рефракции и аккомодации и умеренной для дорсалгии, что следует учитывать при разработке адресных мер профилактики нарушений здоровья работников, занятых в современном производстве нефтепродуктов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сетко Н.П., Мовергоз С.В., Булычева Е.В. Анализ индивидуальных профессиональных рисков здоровью рабочих основных профессий нефтеперерабатывающего предприятия // Анализ риска здоровью. 2020. № 3. С. 132–138. doi: 10.21668/health.risk/2020.3.16
2. Красовский В.О., Яхина М.Р. Организация санитарного надзора гигиены труда на нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводах (аналитический обзор). Гигиена и санитария. 2021. Т. 100. № 3. С. 246–253. doi: 10.47470/0016-9900-2021-100-3-246-253
3. Ахметов В.М. Динамика профессиональной заболеваемости в нефтяной, нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности за 40 лет // Медицина труда и промышленная экология. 2002. № 5. С. 9–13.
4. Захарова Р.Р., Калимуллина Ж.Н., Романова В.С. Условия труда и состояние здоровья работников нефтеперерабатывающих предприятий // Медицина труда и экология человека. 2015. № 4. С. 120–122.
5. Pasetto R, Zona A, Pirastu R, et al. Mortality and morbidity study of petrochemical employees in a polluted site. *Environ Health*. 2012;11:34. doi: 10.1186/1476-069X-11-34
6. Биянова А.М. Оценка профессионального риска оператора добычи нефти и газа // Вестник науки. 2024. Т. 3. № 4(73). С. 615–617. EDN UJFDMT.
7. Фатыхова Л.Х. Профессиональные заболевания на нефтеперерабатывающем заводе // Булатовские чтения: Сборник статей. 2019. Т. 2. С. 207–209.
8. Мельцер А.В., Ерастова Н.В., Киселев А.В., Кропот А.И. Априорный профессиональный риск здоровью работающих нефтеперерабатывающего предприятия от воздействия производственного шума // Профилактическая и клиническая медицина. 2021. № 1. С. 12–19. doi:10.47843/2074-9120_2021_1_12
9. Мулдашева Н.А., Каримов Д.О., Каримова Л.К., Бейгул Н.А., Шаповал И.В. Потенциальные риски химического воздействия на здоровье работников в условиях нефтехимических производств и меры по их минимизации // Медицина труда и экология человека. 2024. № 2(38). С. 32–45. doi: 10.24412/2411-3794-2024-10203. EDN DWFURF.
10. Мулдашева Н.А., Каримова Л.К., Шаповал И.В., Фагамова А.З., Волгарева А.Д. Основные гигиенические мероприятия по обеспечению безопасных условий труда работников нефтехимических предприятий // Безопасность и охрана труда. 2022. № 3(92). С. 26–28. doi: 10.54904/52952_2022_3_26. EDN JANSKA.
11. Галимова Р.Р., Каримова Л.К., Мулдашева Н.А., Валеева Э.Т., Газизова Н.Р. Обоснование профилактики профессиональной заболеваемости работников нефтехимических производств // Гигиена и санитария. 2019. Т. 98. № 9. С. 967–971. doi: 10.18821/0016-9900-2019-98-9-967-971
12. Rashnuodi P, Afshari D, Shirali GA, Amiri A, Zadeh MR, Samani AS. Metabolic syndrome and its relationship with shift work in petrochemical workers. *Work*. 2022;71(4):1175–1182. doi: 10.3233/WOR-205223
13. Onyije FM, Hosseini B, Togawa K, Schüz J, Olsson A. Cancer incidence and mortality among petroleum industry workers and residents living in oil producing communities: A systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(8):4343. doi:10.3390/ijerph18084343
14. Moshiran VA, Karimi A, Golbabaee F, Yarandi MS, Sajedian AA, Koozekan AG. Quantitative and semiquantitative health risk assessment of occupational exposure to styrene in a petrochemical industry. *Saf Health Work*. 2021;12(3):396–402. doi: 10.1016/j.shaw.2021.01.009

15. Gimaeva ZF, Bakirov AB, Karimova LK, Gimranova GG, Mukhammadiyeva GF, Karimov DO. Production and genetic risk factors for cardiovascular diseases among petrochemical industry workers. *Ter Arkh.* 2018;90(1):49-53. doi: 10.26442/terarkh201890149-53
 16. Фаридунова А.М., Давлетшин Р.Р. Загрязняющие вещества, образующиеся в процессе нефтедобычи, и их влияние на живые организмы // Наука сегодня: теория и практика : Сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции, Уфа, 22 октября 2020 года. Часть 2. Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2020. С. 369–374. EDN EEOAEQ
 17. Jiang L, Yang J, Yang H, Kong L, Ma H, Zhu Y, Zhao X, Yang T, Liu W. Advanced understanding of the polybrominated diphenyl ethers (PBDEs): Insights from total environment to intoxication. *Toxicology.* 2024;509:153959. doi: 10.1016/j.tox.2024.153959
 18. Радиков А.С., Солнцева С.А., Шкаева И.Е., Земляной А.В., Дулов С.А. Сравнительная характеристика токсичности и опасности смесей предельных углеводородов C1–C5 и C6–C10 // Медицина экстремальных ситуаций. 2018. Т. 20. № 2. С. 217–222.
 19. Иляшенко Л.К., Нифталиев В.С. Особенности состояния здоровья работников нефтяной и газовой промышленности // Перспективы науки. 2023. № 2(161). С. 64–66. EDN NYXLNX.
 20. Fassio F, Bussa M, Oddone E, et al. Health status of petrochemical workers: A narrative review. *G Ital Med Lav Ergon.* 2022;44(1):51-58.
 21. Бухтияров И.В. Профессиональная патология: национальное руководство. ред. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2024.
 22. Koh DH, Jeon HK, Lee SG, Ryu HW. The relationship between low-level benzene exposure and blood cell counts in Korean workers. *Occup Environ Med.* 2015;72(6):421–427. doi: 10.1136/oemed-2014-102227
 23. Косырев В.В., Бабанов С.А. Профессиональные дорсопатии: современный подход к фармакотерапии болевого синдрома // Медицинский совет. 2013. № 3. С. 82–92.
 24. Агаева Ф.А. Патология органа зрения у работников нефтехимической промышленности (Обзор литературы) // Oftalmologiya. 2017. Т. 2. № 24. С. 112–116.
 25. Francis CE, Allee L, Nguyen H, Grindstaff RD, Miller CN, Rayalam S. Endocrine disrupting chemicals: Friend or foe to brown and beige adipose tissue? *Toxicology.* 2021;463:152972. doi: 10.1016/j.tox.2021.152972
 26. Papalou O, Kandaraki EA, Papadakis G, Diamanti-Kandaraki E. Endocrine disrupting chemicals: An occult mediator of metabolic disease. *Front Endocrinol (Lau-sanne).* 2019;10:112. doi: 10.3389/fendo.2019.00112
- REFERENCES**
1. Setko NP, Movergoz SV, Bulychева EV. Analysis of individual occupational health risks for workers with basic occupations typical for oil processing enterprises. *Health Risk Analysis.* 2020;(3):131–137. doi: 10.21668/health.risk/2020.3.16.eng
 2. Krasovsky VO, Yakhina MR. Management of sanitary supervision of occupational health at oil refineries and petrochemical plants (analytical review). *Gigiena i Sanitariya.* 2021;100(3):246–253. (In Russ.) doi: 10.47470/0016-9900-2021-100-3-246-253
 3. Akhmetov VM. Changes in occupational morbidity among workers of oil, oil processing and oil chemistry industries over 40 years. *Medsina Truda i Promyshlennaya Ekologiya.* 2002;(5):9-13. (In Russ.)
 4. Zakharova RR, Kalimullina GN, Romanov VS. Working conditions and health status of oil refining workers. *Medsina Truda i Ekologiya Cheloveka.* 2015;(4):120–122. (In Russ.)
 5. Pasetto R, Zona A, Pirastu R, et al. Mortality and morbidity study of petrochemical employees in a polluted site. *Environ Health.* 2012;11:34. doi: 10.1186/1476-069X-11-34
 6. Biyanova A.M. Assessment of professional risk of oil and gas production operator. *Vestnik Nauki.* 2024;3(4(73)):615-617. (In Russ.)
 7. Fatikhova LH, Sharafutdinova GM. Occupational diseases at the refinery. *Bulatovskie Chteniya.* 2019;2:207-209. (In Russ.)
 8. Meltser AV, Erastova NV, Kiselev AV, Kropot AI. A priori occupational health risk of oil refining workers from noise production impact. *Profilakticheskaya i Klinicheskaya Meditsina.* 2021;(1(78)):12–19. (In Russ.) doi: 10.47843/2074-9120_2021_1_12
 9. Muldasheva NA, Karimov DO, Karimova LK, Beigul NA, Shapoval IV. Potential chemical risks for workers' health in petrochemical productions and measures for their minimization. *Medsina Truda i Ekologiya Cheloveka.* 2024;(2(38)):32-45. (In Russ.) doi: 10.24412/2411-3794-2024-10203
 10. Muldasheva NA, Karimova LK, Shapoval IV, Fagamova AZ, Volgareva AD. Main hygienic measures to ensure safe working conditions for petrochemical enterprises employees. *Bezopasnost' i Okhrana Truda.* 2022;(3(92)):26-28. (In Russ.) doi: 10.54904/52952_2022_3_26
 11. Galimova RR, Karimova LK, Muldasheva NA, Valeeva ET, Gazizova NR. The foundation of the prevention of occupational morbidity in workers of petrochemical plants. *Gigiena i Sanitariya.* 2019;98(9):967-971. (In Russ.). doi: 10.18821/0016-9900-2019-98-9-967-97
 12. Rashnuodi P, Afshari D, Shirali GA, Amiri A, Zadeh MR, Samani AS. Metabolic syndrome and its relationship with shift work in petrochemical workers. *Work.* 2022;71(4):1175-1182. doi: 10.3233/WOR-205223
 13. Onyije FM, Hosseini B, Togawa K, Schüz J, Olsson A. Cancer incidence and mortality among petroleum industry workers and residents living in oil producing communities: A systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18(8):4343. doi: 10.3390/ijerph18084343
 14. Moshiran VA, Karimi A, Golbabaef F, Yarandi MS, Sajedian AA, Koozekan AG. Quantitative and semiquantitative health risk assessment of occupational exposure to styrene in a petrochemical industry. *Saf Health Work.* 2021;12(3):396-402. doi: 10.1016/j.shaw.2021.01.009
 15. Gimaeva ZF, Bakirov AB, Karimova LK, Gimranova GG, Mukhammadiyeva GF, Karimov DO. Production and genetic risk factors for cardiovascular diseases among petrochemical industry workers. *Ter Arkh.* 2018;90(1):49-53. doi: 10.26442/terarkh201890149-53
 16. Faridunova AM, Davletshin RR. Polluting substances formed in the process of oil production and their impact on living organisms. In: Science Today: Theory and Practice: Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference, Ufa, October 22, 2020. Ufa: Ufa State Petroleum Technical University Publ.; 2020;2:369-374 (In Russ.)
 17. Jiang L, Yang J, Yang H, Kong L, Ma H, Zhu Y, Zhao X, Yang T, Liu W. Advanced understanding of the polybrominated diphenyl ethers (PBDEs): Insights from total environment to intoxication. *Toxicology.* 2024;509:153959. doi: 10.1016/j.tox.2024.153959
 18. Radikov AS, Solntseva SA, Shkayeva IE, Zemlyanoy AV, Dulov SA. Comparative characteristic of toxicity and risk of mixtures of limited hydrocarbons C1–C5 and C6–C10.

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2024-32-10-26-35>
Original Research Article

- Meditsina Ekstremal'nykh Situatsiy*. 2018;20(2):217-222. (In Russ.)
19. Ilyashenko LK, Niftaliev VS. Features of the health status of workers in the oil and gas industry. *Perspektivy Nauki*. 2023;(2(161)):64-66. (In Russ.)
 20. Fassio F, Bussa M, Oddone E, et al. Health status of petrochemical workers: A narrative review. *G Ital Med Lav Ergon*. 2022;44(1):51-58.
 21. Bukhtiyarov IV, ed. [Occupational Diseases: National Guidelines.] 2nd ed. Moscow: GEOTAR-Media Publ.; 2024. (In Russ.)
 22. Koh DH, Jeon HK, Lee SG, Ryu HW. The relationship between low-level benzene exposure and blood cell counts in Korean workers. *Occup Environ Med*. 2015;72(6):421-427. doi: 10.1136/oemed-2014-102227
 23. Kosarev VV, Babanov SA. Occupational dorsopathy: Modern approach to pharmacotherapy of the pain syndrome. *Meditsinskiy Sovet*. 2013;(3-2):82-93. (In Russ.)
 24. Aghayeva FA. Eye pathology in workers of petrochemical industry (literature review). *Oftalmologiya*. 2017;(2(24)):112-116. (In Russ.)
 25. Francis CE, Allee L, Nguyen H, Grindstaff RD, Miller CN, Rayalam S. Endocrine disrupting chemicals: Friend or foe to brown and beige adipose tissue? *Toxicology*. 2021;463:152972. doi: 10.1016/j.tox.2021.152972
 26. Papalou O, Kandaraki EA, Papadakis G, Diamanti-Kandaraki E. Endocrine disrupting chemicals: An occult mediator of metabolic disease. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2019;10:112. doi: 10.3389/fendo.2019.00112

Сведения об авторах:

✉ **Новикова** Тамара Анатольевна – канд. биол. наук, доцент; зав. лабораторией гигиены труда; e-mail: novikovata-saratov@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1463-0559>.

Безрукова Галина Александровна – д-р мед. наук, доцент; гл. науч. сотрудник отдела медицины труда; e-mail: bezrukovagala@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1463-0559>.

Кочетова Наталья Александровна – инженер отдела медицины труда; e-mail: kochetova_kna@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7324-0959>.

Макаревская Дарья Михайловна – младший научный сотрудник лаборатории гигиены труда; e-mail: dashamakarevskaya@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-6427-4125>.

Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: Новикова Т.А.; сбор и обработка данных: Кочетова Н.А., Макаревская Д.М.; анализ и интерпретация результатов: Новикова Т.А.; подготовка рукописи: Новикова Т.А., Безрукова Г.А. Все соавторы рассмотрели результаты и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: исследование одобрено локальным этическим комитетом Саратовского МНЦ гигиены (Протокол № 3 от 16.01.2023). От всех участников было получено информированное согласие.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

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

Статья получена: 18.09.24 / Принята к публикации: 10.10.24 / Опубликовано: 31.10.24

Author information:

✉ Tamara A. **Novikova**, Cand. Sci. (Biol.), docent; Head of the Laboratory of Occupational Health; e-mail: novikovata-saratov@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1463-0559>.

Galina A. **Bezrukova**, Dr. Sci. (Med.), docent; Chief Researcher, Department of Occupational Medicine; e-mail: bezrukovagala@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6254-3506>.

Natalya A. **Kochetova**, Engineer, Department of Occupational Medicine; e-mail: kochetova_kna@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7324-0959>.

Darya M. **Makarevskaya**, Junior Researcher, Laboratory of Occupational Health; e-mail: dashamakarevskaya@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-6427-4125>.

Author contributions: study conception and design: Novikova T.A.; data collection and processing: Kochetova N.A., Makarevskaya D.M.; analysis and interpretation of results: Novikova T.A.; draft manuscript preparation: Novikova T.A., Bezrukova G.A. All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: Ethics approval was provided by the Ethics Committee of the Saratov Medical Scientific Center for Hygiene, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies (protocol No. 3 of January 16, 2023). Written informed consent was obtained from all participants.

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

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

Received: September 18, 2024 / Accepted: October 10, 2024 / Published: October 31, 2024