

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2023

Новикова Т.А., Безрукова Г.А., Кочетова Н.А., Мигачева А.Г., Алешина Ю.А., Райкова С.В.

## Профессиональный риск развития хронических неинфекционных заболеваний у работников производства подшипников

Саратовский медицинский научный центр гигиены ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровья населения», 410022, Саратов, Россия

**Введение.** Профилактика хронических неинфекционных заболеваний (ХНИЗ), сохранение здоровья и продление профессионального долголетия трудоспособного населения — важнейшее стратегическое направление государственной политики Российской Федерации в области общественного здоровья.

**Цель исследования** — стратификация профессионального риска развития ХНИЗ у работников производства подшипников для последующей разработки специализированных адресных программ профилактики нарушений здоровья.

**Материал и методы.** Дана оценка профессионального риска развития ХНИЗ у работников производства подшипников на основе комплексных исследований производственных факторов и хронической заболеваемости с применением методологии оценки профессионального риска здоровью.

**Результаты и обсуждение.** Установлено, что на развитие ХНИЗ у работников производства подшипников детерминирующее воздействие оказывает комплекс вредных (классы 3.2–3.4) факторов рабочей среды различной природы, формирующих профессиональный риск здоровью в категориях от среднего до очень высокого. В структуре общей хронической неинфекционной заболеваемости работников наибольшую распространённость имели болезни глаза и его придаточного аппарата (24,4%), костно-мышечной системы и соединительной ткани (20,7%), системы кровообращения (19,32%), эндокринной системы, расстройств питания и нарушения обмена веществ (15,1%). Выявлена разная степени выраженности причинно-следственная связь с работой наиболее распространённых нозологических форм: артериальной гипертензии (RR = 1,425; EF = 29,837%; 95% ДИ 1,044–1,945), ожирения (RR = 1,731; EF = 42,24%; 95% ДИ 1,219–2,459), пресбиопии (RR = 2,443; EF = 59,071%; 95% ДИ 1,549–3,855), свидетельствующая об их производственной обусловленности.

**Ограничением исследования** являлась оценка профессионального риска формирования ХНИЗ в одной профессиональной когорте работников.

**Заключение.** Разработка специализированных программ профилактики ХНИЗ у работников должна включать изучение причинно-следственных аспектов нарушений здоровья и обоснование мероприятий по минимизации воздействия производственных факторов риска профессионально детерминированной патологии.

**Ключевые слова:** работники производства подшипников; вредные условия труда; профессиональный риск здоровью; хронические неинфекционные заболевания; профилактика

**Соблюдение этических стандартов.** Исследование одобрено локальным этическим комитетом Саратовского МНЦ гигиены (протокол № 3 от 16.01.2023 г.). Все обследованные подписали добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

**Для цитирования:** Новикова Т.А., Безрукова Г.А., Кочетова Н.А., Мигачева А.Г., Алешина Ю.А., Райкова С.В. Профессиональный риск развития хронических неинфекционных заболеваний у работников производства подшипников. *Здравоохранение Российской Федерации*. 2023; 67(6): 562–569. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2023-67-6-562-569> <https://elibrary.ru/izjwum>

**Для корреспонденции:** Новикова Тамара Анатольевна, канд. биол. наук, доцент, зав. лаб. гигиены труда Саратовского МНЦ гигиены ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 410022, Саратов. E-mail: [novikovata-saratov@yandex.ru](mailto:novikovata-saratov@yandex.ru)

**Участие авторов:** Новикова Т.А. — концепция и дизайн исследования, написание текста; Безрукова Г.А. — написание текста, редактирование; Кочетова Н.А. — статистическая обработка данных; Мигачева А.Г. — сбор и обработка материала; Алешина Ю.А. — сбор и обработка материала; Райкова С.В. — сбор и обработка материала. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность частей статьи.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 03.07.2023

Принята в печать 11.10.2023

Опубликована 23.12.2023

Tamara A. Novikova, Galina A. Bezrukova, Natalya A. Kochetova, Anna G. Migacheva, Yulia A. Aleshina, Svetlana V. Raikova

## Occupational risk of developing chronic non-communicable diseases in bearing production workers

Saratov Hygiene Medical Research Center of the Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Saratov, 410022, Russian Federation

**Introduction.** Prevention of chronic non-communicable diseases, maintaining health and prolonging the occupational longevity of the working population is the most important strategic direction of the state policy of the Russian Federation in the field of public health

**The purpose.** Stratification of the occupational risk of developing chronic non-communicable diseases among workers in the production of bearings for the subsequent development of specialized targeted programs for the prevention of health disorders.

**Material and methods.** An assessment of the occupational risk of developing chronic non-communicable diseases among workers in the production of bearings is given on the basis of complex studies of production factors, primary and general chronic morbidity using the methodology for assessing occupational health risk.

**Results.** It has been established that the development of chronic non-infectious diseases in bearing production workers is determined by a complex of harmful (classes 3.2–3.4) factors of the working environment of various nature, which form an occupational health risk in categories from medium to very high. In the structure of the general chronic non-infectious morbidity of workers, diseases of the eye and its adnexa (24.4%), diseases of the musculoskeletal system and connective tissue (20.7%), diseases of the circulatory system (19.32%) and diseases of the endocrine system had the highest prevalence in systems of eating disorders and metabolic disorders — 15.1%. A causal relationship of varying severity with the work of the most common nosological forms of chronic was revealed as arterial hypertension (RR = 1.425; EF = 29.837%; C = 1.044–1.945), obesity (RR = 1.731; EF = 42.24%; CI = 1.219–2.459), presbyopia (RR = 2.443; EF = 59.071%; CI = 1.549–3.855), indicating their occupational conditioning.

**Limitations.** The limitation of the study was the assessment of the occupational risk of developing chronic non-communicable diseases in one occupational cohort of workers.

**Conclusion.** The development of specialized programs for the prevention of chronic non-communicable diseases among workers should include the study of causal aspects of health disorders and the rationale for measures to minimize the impact of occupational risk factors for occupationally determined pathology.

**Keywords:** bearing production workers; harmful working conditions; occupational health risk; chronic non-communicable diseases; prevention

**Compliance with ethical standards.** The study was approved by the local ethical committee of the Saratov Scientific Research Center for Hygiene, Saratov, Protocol No 3 dated 16.01.2023. All examined and signed an informed consent to participate in the study.

**For citation:** Novikova T.A., Bezrukova G.A., Kochetova N.A., Migacheva A.G., Aleshina Yu.A., Raikova S.V. Occupational risk of developing chronic non-communicable diseases in bearing production workers. *Zdravookhranenie Rossiiskoi Federatsii (Health Care of the Russian Federation, Russian journal)*. 2023; 67(6): 562–569. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2023-67-6-562-569> <https://elibrary.ru/izjwum> (in Russian)

**For correspondence:** Tamara A. Novikova, MD, PhD, Head of laboratory of occupational Health, Saratov Hygiene Medical Research Center of the Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Saratov, 410022, Russian Federation. E-mail: [novikovata-saratov@yandex.ru](mailto:novikovata-saratov@yandex.ru)

### Information about the authors:

Novikova T.A., <https://orcid.org/0000-0003-1463-0559>

Bezrukova G.A., <https://orcid.org/0009-0009-6254-3506>

Kochetova N.A., <https://orcid.org/0000-0002-7324-0959>

Migacheva A.G., <https://orcid.org/0000-0002-1162-3364>

Aleshina Yu.A., <https://orcid.org/0000-0001-9798-3151>

Raikova S.V., <https://orcid.org/0000-0001-5749-2382>

**Contribution of the authors:** Novikova T.A. — research concept and design, writing the text; Bezrukova G.A. — writing the text, editing; Kochetova N.A. — statistical data processing; Migacheva A.G. — the collection and processing of the material; Aleshina Yu.A. — the collection and processing of the material; Raikova S.V. — the collection and processing of the material. All coauthors — approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

**Acknowledgment.** The study had no sponsorship.

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

Received: July 3, 2023

Accepted: October 11, 2023

Published: December 23, 2023

## Введение

Хронические неинфекционные заболевания (ХНИЗ) и профилактика ассоциированных с ними инвалидности и преждевременной смертности населения являются глобальной проблемой здравоохранения во всём мире. В России высокий уровень распространённости неинфекционных заболеваний определён как первостепенная угроза национальной безопасности в сфере охраны здоровья граждан<sup>1</sup>.

В нарушении здоровья населения трудоспособного возраста, наряду с экологическими, социальными и поведенческими факторами риска, существенную роль играют профессиональные воздействия. Согласно результатам совместного глобального мониторинга Всемирной организации здравоохранения и Международной организации труда в рамках реализации Повестки дня в области устойчивого развития стран на период до 2030 г. [1] от болезней и травм на рабочем месте ежегодно умирают 1,9 млн человек. При этом на ХНИЗ приходится основная часть летальных исходов (81%). Профессиональными факторами риска с наибольшим количеством смертей явились удлинённый рабочий день, аэрогенное воздействие твёрдых частиц, газов и паров, производственный шум, эргономические факторы [2].

Вредные факторы условий труда способны участвовать в патогенетических механизмах развития и прогрессирования хронических общесоматических производственно обусловленных заболеваний полифакторной этиологии: артериальной гипертензии, ишемической болезни сердца, ряда респираторных заболеваний, расстройств периферической нервной системы и опорно-двигательного аппарата, нарушении репродуктивной функции, психических расстройств, депрессии [3, 4]. В этой связи особую актуальность приобретает изучение этиоэкологических аспектов хронической заболеваемости работников, занятых в различных видах экономики, в целях научного обоснования и разработки адресных оздоровительно-профилактических программ, учитывающих особенности воздействия производственных факторов трудовой деятельности.

Одним из стратегически значимых видов деятельности современной отечественной экономики является подшипниковая подотрасль машиностроения, поставляющая подшипники практически для всех видов техники, в том числе двойного назначения, что определяет важность её роли в обеспечении национальной безопасности страны [5]. Анализ имеющихся в научных источниках данных свидетельствует о том, что условия труда в машиностроении характеризуются комплексным воздействием вредных факторов производственной среды (загрязнение воздуха рабочей зоны вредными веществами и пылью, шум, неблагоприятный микроклимат, физические и психоэмоциональные перегрузки), синергические эффекты которых способны инициировать развитие и утяжелять течение ХНИЗ [6–8]. Однако теснота причинно-следственных ассоциаций между факторами рабочей среды и нозологией соматической патологии, имеющей место у работников производства подшипников, остаётся недостаточно изученной.

**Цель** исследования — стратификация профессионального риска развития ХНИЗ у работников производства подшипников для последующей разработки специализированных адресных программ профилактики нарушений здоровья.

<sup>1</sup> Указ Президента РФ от 06.06.2019 № 254 «О Стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 года».

## Материал и методы

Объектами исследования являлись условия труда и состояние здоровья работников крупного предприятия машиностроения Саратовской области, выпускающего подшипники, реализуемые на внутреннем и внешнем рынках. Гигиеническая оценка условий труда была проведена по результатам собственных санитарно-гигиенических исследований, выполненных с применением стандартизованных методов, и материалам специальной оценки условий труда по степени отклонения фактических уровней производственных факторов от гигиенических нормативов<sup>2</sup> в соответствии с действующими критериями и классификацией<sup>3</sup>. Состояние здоровья работников было изучено в ходе когортного поперечного исследования по данным углублённых медицинских осмотров, проведённых на базе клиники общей и профессиональной патологии Саратовского МНЦ гигиены в 2022 г.

В группу наблюдения вошли 382 работника основных профессий производства. Средний возраст работников составил  $49,43 \pm 0,50$  года, средний профессиональный стаж —  $22,9 \pm 0,62$  года. Распространённость и нозологическую структуру впервые выявленной и общей хронической неинфекционной заболеваемости анализировали в соответствии с общепринятыми методами<sup>4</sup>. Оценку профессионального риска для здоровья работников проводили по гигиеническим и медико-биологическим показателям в соответствии с Руководством Р 2.2.1766–03<sup>5</sup>.

Группу сравнения составили 140 работников другого производства, занятых в условиях труда, не характерных для изучаемой когорты работников, сопоставимые с группой исследования по полу, возрасту, профессиональному стажу (средний возраст  $49,36 \pm 0,86$  года, средний профессиональный стаж  $28,85 \pm 0,83$  года). Исследования осуществлены с соблюдением требований этических норм и принципов, участники дали добровольное информированное согласие.

Статистическая обработка и анализ полученных данных проведены с использованием прикладных программ Microsoft Excel и Statistica 10. Для проверки нормальности распределения использован тест Колмогорова–Смирнова. Рассчитаны относительный риск (RR) и его этиологическая доля (EF). Для оценки достоверности полученных данных использован 95% доверительный интервал (ДИ).

## Результаты

Технологический процесс на обследованном предприятии представляет собой полный цикл производства подшипников, состоящий из плавки и отлива металлов по формам, изготовления деталей из заготовок путём термической, электрохимической, холодной обработки металла, сборки и упаковки готовой продукции. В соответствии с этапами технологического процесса в производстве выделены следующие цеха и участки: плавки и заливки металла; литья и отжига заготовок; кузнечно-прессовый;

<sup>2</sup> СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

<sup>3</sup> Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке, факторов производственной среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

<sup>4</sup> Руководство по анализу основных статистических показателей состояния здоровья населения и деятельности медицинских организаций. М., 2015.

<sup>5</sup> Р 2.2.1766-03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки».

термический; гальванопокрытия и травления; холодной механической обработки металла и изготовления деталей (шариков, роликов, сепараторов); сборки подшипников различного назначения.

Результаты гигиенических исследований показали, что основными вредными производственными факторами в производстве подшипников являются химические вещества и аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД), нагревающий микроклимат, шум, тяжесть трудового процесса, экспозиция которых зависела от этапа технологического процесса и вида работ. На участках заготовки металла, шихтовых и формовочных материалов, ручной формовке литейных форм в зоне дыхания работников обнаруживалась пыль формовочной смеси в концентрациях  $9,2 \pm 2,1$  мг/м<sup>3</sup> (при содержании свободного диоксида кремния от 3,48% до 10%), что было в 2,3 раза выше предельно допустимой концентрации (ПДК). Превышение контрольной пылевой нагрузки на органы дыхания работников АПФД составляло 1,6–1,8 раза (класс 3.1). В зоне дыхания работников при плавке, литье и термической обработке металла, кузнечно-прессовых работах содержался комплекс веществ, характеризующихся различными особенностями действия: оксид углерода (остронаправленного действия, опасен для репродуктивного здоровья), диоксид серы (раздражающего действия), триоксид хрома (VI) (канцерогенного действия), оксид марганца (опасен для репродуктивного здоровья), окислы меди, цинка, алюминия в концентрациях, не превышающих ПДК. Превышение максимально разовых допустимых концентраций обнаружено по содержанию акролеина (раздражающего действия) в 1,05–1,28 раза, диоксида азота (остронаправленного и раздражающего) в 1,27 раза, триоксида диЖелеза — в 3 раза, среднесменных ПДК свинца и его неорганических соединений по свинцу (опасен для репродуктивного здоровья) — в 2,34–3,24 раза (классы 3.1–3.2). Коэффициенты сочетанного действия химических веществ, обладающих однонаправленным механизмом действия, — оксида азота и оксида углерода, оксида азота и диоксида серы — превышали единицу в 1,1 раза; оксида углерода, оксида марганца и свинца и его неорганических соединений (по свинцу) — в 2,70–3,24 раза, что было оценено как классы 3.1 и 3.2 соответственно.

В зоне дыхания работников участков токарной и шлифовальной обработки заготовок использовались смазочно-охлаждающие и технологические средства, являющиеся источниками поступления в зону дыхания работников масел минеральных нефтяных (канцерогенного действия) и щелочей едких (растворы в пересчёте на гидроксид натрия; раздражающего действия), содержание которых не превышало их ПДК. Сухая механическая обработка металла (токарная, шлифовка, доводка, притирка, полировка) сопровождалась выделением в зону дыхания работников АПФД (триоксид диЖелеза, диоксид кремния, электрокорунд, медь) в концентрациях, не превышающих их среднесменные ПДК. При электрохимической обработке металла (гальванопокрытия, травлении) в рабочую зону поступали пары едких щелочей в концентрации, превышающей максимально разовую допустимую концентрацию в 1,6 раза (класс 3.1), азотной кислоты (раздражающего действия) — в 1,1 раза (класс 3.1), гидрохлорида (остронаправленного и раздражающего действия) — в 2,86 раза (класс 3.2). Коэффициент сочетанного действия щелочей и кислот превышал единицу в 2,9 раза (класс 3.2). Абразивная обработка, чистка и

полировка изделий сопровождалась выделением в воздух рабочей зоны АПФД — диоксида кремния в концентрации, превышающей среднесменные ПДК в 3,5 раза (класс 3.2), и триоксида диЖелеза в пределах ПДК. В процессе сборки, упаковки и укладки готовых подшипников в воздухе рабочей зоны присутствовали углеводороды предельные и непредельные C<sub>1</sub>–C<sub>10</sub> (суммарно в пересчёте на углерод) в допустимых концентрациях.

Температура воздуха на рабочих местах при плавке и заливке сплавов независимо от периодов года достигала 37,7–48,4 °С, при этом тепловая нагрузка среды составляла 25,0–28,1 °С (классы 3.2–3.4) при допустимой для категории работ Пб — 23,9 °С. Относительная влажность воздуха опускалась ниже допустимой (13,3–13,5%), скорость движения воздуха соответствовала нормативной и колебалась в пределах 0,2–0,4 м/с. Интенсивность теплового излучения составляла 179–1054 Вт/м<sup>2</sup>, превышая допустимое значение (140 Вт/м<sup>2</sup>), экспозиционная доза с учётом времени воздействия достигала 179–2571,8 Вт/м<sup>2</sup>, что было выше допустимого уровня (500 Вт/м<sup>2</sup>), предусмотренного Р 2.2.2006-05, и соответствовало вредным условиям труда (классы 3.1–3.2).

Основными источниками шума на участке литья металла и сплавов являлись выбивка стержней из отливок, работа пневматических инструментов и оборудования. Эквивалентные уровни звука достигали 96 дБА при предельно допустимом уровне (ПДУ) 80 дБА (класс 3.3); по спектральному составу преобладал высокочастотный шум. При обработке нагретого металла способами динамического (ковка, штамповка) и статического (прессование) давления эквивалентные уровни шума составляли 102,9–103,4 дБА, превышая ПДУ на 22,9–23,4 дБА (класс 3.3). На термических участках эквивалентные уровни шума при выполнении отдельных видов работ достигали 105,5 дБА (класс 3.3). Обработка деталей на полуавтоматических, автоматических металлообрабатывающих станках и станках с программным управлением, шлифовальном и токарном оборудовании сопровождалась шумом, уровни которого превышали ПДУ на 2,3–19,1 дБА (классы 3.1–3.3). При штамповке деталей на прессах уровень звука составлял 95–105 дБА (классы 3.2–3.3), при обрубке металла на гильотине — 92 дБА (класс 3.2). На участках сборки и упаковки подшипников эквивалентные уровни шума составляли 85 дБ (класс 3.1). При выполнении кузнечно-прессовых и штамповочных работ шум сопровождался воздействием общей и локальной вибрации с превышением ПДУ на 10 и 6 дБ соответственно (классы 3.2–3.1). На 35% рабочих мест литейного участка, термической закалки и отпуска, механической обработки металла выявлено недостаточное искусственное и естественное освещение, не компенсируемое профилактическим ультрафиолетовым облучением (классы 2–3.1).

Тяжесть трудового процесса работников участков заготовки металла, шихтовых и формовочных материалов, литья, термической и электрохимической обработки металла, кузнечно-прессовых и штамповочных работ формировалась за счёт общей физической динамической нагрузки (30000–58336 кг • м) при постоянных подъёме и перемещении грузов вручную массой до 30 кг на расстояние 1–5 м. Для работников, занятых механической обработкой металла на токарных и шлифовальных станках, были характерны региональная нагрузка с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса (до 3500 кг • м), неудобная рабочая поза (40–60% времени рабочей смены) и вынуж-

**Таблица 1.** Категорирование группового профессионального риска здоровью работников на основных видах работ  
**Table 1.** Categorization of group of occupational risk to the health of workers in the main types of work

Виды работ Types of jobs	Наименование фактора   Name of the factor							Общая оценка General assessment	Категория профессионального риска Occupational risk category
	загрязняющие вещества <sup>1</sup> pollutants <sup>1</sup>	освещение lighting	микроклимат microclimate	шум noise	вибрация <sup>2</sup> vibration <sup>2</sup>	тяжесть труда labour hardness	напряжённость труда labour intensity		
	класс условий труда   class of working conditions								
Заготовка металла, шихтовых и формовочных материалов, выбивка, обрубка, очистка форм Preparation of metal, charge and molding materials, knockout, trimming, cleaning of molds	–/3.1	3.1	2	3.2	–/–	3.3	2	3.3	Высокий риск High risk
Плавка, выпуск, заливка металла по формам Melting, tapping, pouring metal into molds	3.2/3.1	3.1	3.4	3.2	–/–	3.2	2	3.4	Очень высокий риск Very high risk
Термическая обработка металла Heat treatment of metal	3.1/–	3.1	3.3	3.2	–/–	3.3	2	3.4	Очень высокий риск Very high risk
Кузнечно-прессовые и штамповочные работы Press-forging and stamping works	3.1/3.2	3.1	3.4	3.3	3.2/3.2	3.3	2	3.4	Очень высокий риск Very high risk
Электрохимическая обработка металла Electrochemical metal processing	3.2/–	2	3.2	3.1	–/–	3.2	2	3.3	Высокий риск High risk
Механическая обработка металла Machining of metal	2/–	2	2	3.2	–/–	3.2	2	3.3	Высокий риск High risk
Абразивная обработка металла Abrasive metal processing	3.2/–	3.2	2	3.2	–/–	3.2	2	3.3	Высокий риск High risk
Холодная штамповка Cold stamping	2/–	2	2	3.2	3.1/–	3.3	2	3.3	Высокий риск High risk
Мойка деталей в моечных машинах Washing parts in washing machines	3.1/–	2	2	3.1	–/–	3.1	2	3.2	Средний риск Medium risk
Сборка и упаковка подшипников Assembly and packing of bearings	3.1/–	2	2	3.1	–/–	3.1	2	3.2	Средний риск Medium risk

Примечание. <sup>1</sup> В числителе — вредные вещества; в знаменателе — АПФД (пыль); <sup>2</sup> в числителе — вибрация общая, в знаменателе — локальная.

Note. <sup>1</sup> In the numerator harmful substances, the denominator is dust; <sup>2</sup> in the numerator the vibration is general, in the denominator it is local.

денные до 300 раз за смену наклоны более 30° корпуса. Все работники длительно (более 80% времени рабочей смены) находились в положении стоя.

С учётом экспозиции воздействующих факторов общая оценка условий труда работников была классифицирована как вредные от второй (класс 3.2) до четвертой степени (класс 3.4) в зависимости от этапа технологического процесса и вида выполняемых работ. Профессиональный риск для здоровья работников по гигиеническим критериям оценён в категориях от среднего до очень высокого (табл. 1).

По результатам расширенного медосмотра 382 работников исследуемого производства у 353 (92,4%) обследованных первично было установлено 305 ХНИЗ, не являвшихся противопоказаниями к работе в профессии. При этом у 35 работников было диагностировано по 2 ХНИЗ, у 11 человек — по 3. Профессиональные

нарушения здоровья среди обследованных работников не были установлены. Распространённость впервые выявленных соматических заболеваний составила 798,4%. В структуре первичных ХНИЗ ведущие ранговые места занимали болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (класс IV по МКБ-10) — 40,0%, представленные исключительно ожирением разных степеней; болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (класс XIII) — 19,0%, в основном дорсалгии различной локализации; болезни системы кровообращения (класс IX) — 11,8%, среди которых в 41,7% случаев были выявлены ишемия мозга (хроническая), в 27,8% — АГ, в 19,4% — варикозное расширение вен нижних конечностей.

Общая заболеваемость работников производства подшипников в 2022 г. составила 2479,1‰, что было в 1,37 раза выше значения этого показателя в группе

**Таблица 2.** Оценка степени причинно-следственной связи болезней с работой

**Table 2.** Assessment of the degree of causal relationship of diseases with work

Класс по МКБ ICD-10 code	Относительный риск Relative risk RR	95% ДИ 95% Confidence interval	Этиологическая доля Etiological share EF, %	Степень связи Degree of connection
IX Болезни системы кровообращения Diseases of the circulatory system	1,597	1,214–2,100	37,4	Средняя Average
IV Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ Endocrine, nutritional and metabolic diseases	1,638	1,177–2,280	38,9	Средняя Average
VII Болезни глаза и его придаточного аппарата Diseases of the eye and adnexa	3,136	2,213–4,443	68,1	Высокая High
VIII Болезни уха и сосцевидного отростка Diseases of the ear and mastoid process	3,152	1,274–7,796	68,2	Высокая High

сравнения (1807%). Среди сочетанной хронической патологии наиболее часто встречалась контаминация АГ с пресбиопией и АГ с ожирением (14,9 и 14,4% случаев соответственно).

Наиболее распространёнными в структуре хронической патологии являлись болезни глаза и его придаточного аппарата (24,4%), костно-мышечной системы и соединительной ткани (20,7%), системы кровообращения (19,3%) и эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (15,1%).

По результатам оценки производственной обусловленности развития ХНИЗ у работников подшипникового производства относительный риск средней степени установлен в отношении болезней системы кровообращения, болезней эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ. Для болезней глаза и его придаточного аппарата, болезней уха и сосцевидного отростка относительный риск соответствовал высокой степени (табл. 2).

Оценка причинно-следственной связи условий труда с наиболее распространёнными среди обследованных работников нозологическими формами ХНИЗ позволила установить значимую связь разной степени с АГ (RR = 1,425; EF = 29,837%; 95% ДИ 1,044–1,945), ожирением (RR = 1,731; EF = 42,24%; 95% ДИ 1,219–2,459) и пресбиопией (RR = 2,443; EF = 59,071%; 95% ДИ 1,549–3,855), что свидетельствовало о производственной обусловленности указанных болезней.

### Обсуждение

Результаты проведённых исследований позволили установить, что трудовая деятельность работников производства подшипников осуществлялась в условиях комплексного воздействия вредных для их здоровья факторов — химических веществ с разной направленностью действия на организм человека 2–4 классов опасности, АПФД, производственного шума, физических перегрузок. Для рабочей среды работников участков плавки, литья и термической обработки металла, кроме указанных факторов, был характерен нагревающий микроклимат; кузнечно-прессовых и штамповочных работ — общая и локальная вибрация. По степени отклонения уровней факторов от гигиенических нормативов условия труда классифицированы как вредные (классы 3.2–3.4) в категориях от среднего до высокого профессионального риска.

Установлено, что воздействие комплекса вредных факторов условий труда вносило существенный вклад в развитие наиболее распространённых нозологических форм

общей патологии работников. Выявлено наличие прямых статистически значимых связей комплексного воздействия производственных факторов с заболеваниями системы кровообращения (АГ), болезнями эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (ожирение), болезнями глаза и его придаточного аппарата (пресбиопия), занимающих три первых ранговых места в структуре общей хронической заболеваемости работников.

Этиогенетически развитие АГ, наиболее распространённой из выявленных у обследованных работников нозологии, могло быть обусловлено как прямым действием каждого из факторов — производственного шума, вибрации, нагревающего микроклимата, так и их комплексным синергическим эффектом. Известно, что комплексное воздействие повышенных уровней шума и вибрации ведёт к формированию гемодинамических нарушений, проявляющихся в увеличении общего периферического сопротивления и минутного объёма крови, спазмированию периферических сосудов, повышению артериального давления крови, формирующих повышенный риск сердечно-сосудистых и цереброваскулярных заболеваний [9, 10]. Доказано, что риск кардиоваскулярных заболеваний под влиянием виброакустических факторов увеличивается в 4–5 раза. В условиях комплексного воздействия виброакустических факторов у работников развиваются расстройства микроциркуляции сосудов головного мозга, что может приводить к развитию сосудистых заболеваний, нейросенсорной тугоухости [11].

При воздействии нагревающего микроклимата, оказывающего прогипертензивный эффект, могут развиваться болезни системы кровообращения, проявляющиеся в виде миокардиопатий и нейроциркуляторной дистонии по гипертоническому типу. Хроническое воздействие тепловой нагрузки ведёт к снижению иммунной реактивности организма, что также опосредует формирование хронической патологии [12]. Тепловой стресс способен выступать триггером активации биологических эффектов, вызываемых другими производственными факторами (шум, химические вещества, физические перегрузки), сочетанное воздействие которых обладает потенцирующим действием [11].

Прогипертензивным действием, усиливающимся под влиянием повышенной температуры воздуха, что связано с нарушением терморегуляции и повышением чувствительности организма к внешним воздействиям, обладает окись углерода. Нейротоксическое действие ароматических углеводородов способно приводить к формированию сосудистой дисфункции и, как следствие, к АГ, це-

реброваскулярным заболеваниям, ишемической болезни сердца. Следует отметить, что большинство химических веществ, содержащихся в зоне дыхания работников, обладают раздражающим действием на орган зрения, их присутствие может способствовать прогрессированию инволюционных изменений рефракции, в том числе развитию пресбиопии [13].

Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани, занимающие второе место в структуре общей заболеваемости работников, этиологически могли быть обусловлены физическими перегрузками и функциональным напряжением отдельных органов и систем, ассоциированными с эргономическими факторами трудового процесса, что согласуется с результатами исследований, установивших высокую этиологическую обусловленность болей в спине тяжестью трудового процесса [7, 14]. На развитие дистрофических изменений костно-суставного аппарата также могла оказывать негативное влияние общая вибрация [9].

Причиной, способствующей развитию и прогрессированию общесоматических нарушений здоровья, кроме общепризнанных повреждающих факторов производственной среды, могли служить психоэмоциональные нагрузки, играющие ведущую роль в развитии профессионального психосоциального стресса и ассоциированных с ним метаболических нарушений, ожирения, болезней системы кровообращения и фатальных сердечно-сосудистых событий [15, 16]. В данном случае психосоциальные нагрузки были связаны как с витальным риском (работа на высоте, работа с нагретым металлом), так и с нерациональными режимами труда и отдыха (ночные смены по скользящему графику). Работники, испытывающие повторяющийся или длительный психосоциальный стресс, чаще других привержены нездоровому образу жизни и деструктивному отношению к своему здоровью. В сочетании с нарушениями сна это может привести к множеству негативных последствий, в первую очередь, ожирению и сахарному диабету 2-го типа, повышению риску развития сердечно-сосудистых и цереброваскулярных заболеваний, преждевременной смерти от всех причин и травм на рабочем месте [17].

Полученные результаты позволяют заключить, что основными составляющими адресных программ профилактики нарушений профессионального здоровья работников являются организационно-технические и гигиенические мероприятия, включающие выявление производственных факторов, представляющих риск развития ХНИЗ, предупреждение или минимизацию их негативного воздействия, совершенствование системы информирования о факторах риска на рабочем месте, повышение мотивации работников к сохранению собственного здоровья. Среди медико-профилактических мероприятий основное место должны занимать профилактические периодические осмотры, направленные на выявление ранних нарушений здоровья.

*Ограничением исследования* являлась оценка профессионального риска формирования ХНИЗ в одной профессиональной когорте работников.

### Выводы

1. На развитие ХНИЗ у работников производства подшипников оказывает воздействие комплекс вредных (классы 3.2–3.4) производственных факторов разной природы (химические вещества, АПФД, нагревающий микроклимат, шум, общая и локальная вибрация, физические перегрузки), формирующих профессиональный риск здоровью в категориях от средней до очень высокой.

2. Выявлена причинно-следственная связь с работой наиболее распространенных среди работников ХНИЗ: АГ, ожирения, пресбиопии, свидетельствующая о производственной обусловленности этих болезней.

3. При разработке специализированных программ профилактики развития ХНИЗ у работников производства подшипников одно из ведущих направлений должно принадлежать мероприятиям по выявлению производственных факторов риска нарушений здоровья и минимизации их негативного воздействия, а также повышению мотивации работников к самосохранительному поведению, совершенствованию информирования о факторах риска на рабочем месте.

### ЛИТЕРАТУРА

(п.п. 1, 2, 8, 10, 12, 14, 16, 17 см. References)

3. Короленко А.В., Калачикова О.Н. Детерминанты здоровья работающего населения: условия и характер труда. *Здоровье населения и среда обитания – ЗНиСО*. 2020; (11): 22–30. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-332-11-22-30> <https://elibrary.ru/cbizhm>
4. Бухтияров И.В., Кузьмина Л.П., Пфаф В.Ф. Актуальные проблемы профилактики производственно обусловленной патологии. В кн.: Бухтиярова И.В., ред. *Актуальные проблемы медицины труда*. Саратов: Амирит; 2018: 26–37.
5. Владимирова А.С., Грибанова Н.В. Анализ конкурентоспособности российского рынка подшипников. *Международный студенческий научный вестник*. 2018; (5): 110. <https://elibrary.ru/xzpccl>
6. Трофимова В.М., Трушкова Е.А. Анализ социально-гигиенических факторов образа жизни, работающих на предприятии машиностроения. *Международный студенческий научный вестник*. 2017; (3): 62. <https://elibrary.ru/ytprzh>
7. Латышевская Н.И., Алборова М.А., Давыденко Л.А., Филатов Б.Н. Условия труда и распространенность скелетно-мышечных болей у станочников по металлообработке. *Медицина труда и промышленная экология*. 2022; 62(1): 53–8. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-1-53-58>
9. Мелентьев А.В., Серебряков П.В., Жеглова А.В. Влияние шума и вибрации на нервную регуляцию сердца. *Медицина труда и промышленная экология*. 2018; 58(9): 19–23. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2018-9-19-23> <https://elibrary.ru/yjgust>
11. Обухова М.П., Валеева Э.Т., Волгарева А.Д., Галимова Р.Р., Гимранова Г.Г. Анализ результатов изучения гемомикроциркуляции у лиц, подвергающихся воздействию различных производственных факторов. *Пермский медицинский журнал*. 2016; 33(4): 94–101. <https://elibrary.ru/wlyrgt>
13. Стрижаков Л.А., Бабанов С.А., Борисова Д.К., Агаркова А.С., Острякова Н.А., Киришнина Т.М. Профессиональные и производственно-обусловленные поражения сердечно-сосудистой системы: проблемы каузации. *Врач*. 2020; 31(12): 5–11. <https://doi.org/10.29296/25877305-2020-12-01> <https://elibrary.ru/knuqdd>
15. Драпкина О.М., Концевая А.В., Калинина А.М., Авдеев С.Н., Агальцов М.В., Александрова Л.М. и др. Профилактика хронических неинфекционных заболеваний в Российской Федерации. Национальное руководство 2022. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2022; 21(4): 5–232. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2022-3235> <https://elibrary.ru/dnbvat>

### REFERENCES

1. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. Available at: [https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A\\_RES\\_70\\_1\\_E.pdf](https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1_E.pdf)
2. WHO/ILO joint estimates of the work-related burden of disease and injury, 2000–2016: global monitoring report. Geneva; 2021. Available at: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345242/9789240034945-eng.pdf>
3. Korolenko A.V., Kalachikova O.N. Determinants of health of the working population: conditions and nature of work. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya – ZNiSO*. 2020; (11): 22–30. <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-332-11-22-30> <https://elibrary.ru/cbizhm> (in Russian)

4. Bukhtiyarov I.V., Kuz'mina L.P., Pfaf V.F. Actual problems of prevention of production-related pathology. In: Bukhtiyarova I.V., ed. *Actual Problems of Occupational Medicine [Aktual'nye problemy meditsiny truda]*. Saratov: Amirit; 2018: 26–37. (in Russian)
5. Vladimirova A.S., Gribanova N.V. Analysis of the competitiveness of the Russian bearing market. *Mezhdunarodnyy studencheskiy nauchnyy vestnik*. 2018; (5): 110. <https://elibrary.ru/xzpccl> (in Russian)
6. Trofimova V.M., Trushkova E.A. Analysis of social-hygienic lifestyle factors working in the enterprise engineering. Analysis of social and hygienic factors of the lifestyle of workers at a mechanical engineering enterprise. *Mezhdunarodnyy studencheskiy nauchnyy vestnik*. 2017; (3): 62. <https://elibrary.ru/ytpzyh> (in Russian)
7. Latyshevskaya N.I., Alborova M.A., Davydenko L.A., Filatov B.N. Working conditions and prevalence of musculoskeletal pain in metalworking machine operators. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2022; 62(1): 53–8. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-1-53-58> (in Russian)
8. Chen Y., Zhang M., Qiu W., Sun X., Wang X., Dong Y., et al. Prevalence and determinants of noise-induced hearing loss among workers in the automotive industry in China: A pilot study. *J. Occup. Health*. 2019; 61(5): 387–97. <https://doi.org/10.1002/1348-9585.12066>
9. Melent'ev A.V., Serebryakov P.V., Zheglova A.V. Influence of noise and vibration on nervous regulation of heart. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2018; 58(9): 19–23. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2018-9-19-23> <https://elibrary.ru/yjgust> (in Russian)
10. Bolm-Audorff U., Hegewald J., Pretzsch A., Freiberg A., Nienhaus A., Seidler A. Occupational noise and hypertension risk: A systematic review and meta-analysis. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2020; 17(17): 6281. <https://doi.org/10.3390/ijerph17176281>
11. Obukhova M.P., Valeeva E.T., Volgareva A.D., Galimova R.R., Gimranova G.G. Analysis of results of studying hemomicrocirculation in subjects exposed to different industrial factors. *Permskiy meditsinskiy zhurnal*. 2016; 33(4): 94–101. <https://elibrary.ru/wlyrgt> (in Russian)
12. Flouris A.D., Dinas P.C., Ioannou L.G., Nybo L., Havenith G., Kenny G.P., et al. Workers' health and productivity under occupational heat strain: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Planet Health*. 2018; 2(12): e521–31. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(18\)30237-7](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(18)30237-7)
13. Strizhakov L.A., Babanov S.A., Borisova D.K., Agarkova A.S., Ostryakova N.A., Kiryushina T.M. Occupational and work-related lesions of the cardiovascular system: problems of causation. *Vrach*. 2020; 31(12): 5–11. <https://doi.org/10.29296/25877305-2020-12-01> <https://elibrary.ru/knuqdd> (in Russian)
14. Work-related musculoskeletal disorders: prevalence, costs and demographics in the EU. EU-OSHA; 2019. Available at: <https://osha.europa.eu/en/publications/msds-facts-and-figures-overview-prevalence-costs-and-demographics-msds-europe>
15. Drapkina O.M., Kontsevaya A.V., Kalinina A.M., Avdeev S.N., Agal'tsov M.V., Aleksandrova L.M., et al. 2022 prevention of chronic non-communicable diseases in of the Russian Federation. National guidelines. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*. 2022; 21(4): 5–232. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2022-3235> <https://elibrary.ru/dnbvat> (in Russian)
16. Kuo W.C., Bratzke L.C., Oakley L.D., Kuo F., Wang H., Brown R.L. The association between psychological stress and metabolic syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Obes. Rev*. 2019; 20(11): 1651–64. <https://doi.org/10.1111/obr.12915>
17. Wong K., Chan A.H.S., Ngan S.C. The effect of long working hours and overtime on occupational health: a meta-analysis of evidence from 1998 to 2018. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2019; 16(12): 2102. <https://doi.org/10.3390/ijerph16122102>