

## Оценка профессионального риска, связанного с воздействием шума, у работников модернизируемых участков металлургического предприятия

<sup>1</sup>МУ «Медико-санитарная часть «Тирус», ул. Парковая, 1, г. Верхняя Салда, Россия, 624760;

<sup>2</sup>ФБУН «Екатеринбургский медицинский-научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора, ул. Попова, 30, Екатеринбург, Россия, 620014;

<sup>3</sup>ФБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, ул. Репина, 3, г. Екатеринбург, Россия, 620028

**Введение.** Шум является одним из распространенных вредных факторов рабочей среды металлургического производства.

**Цель исследования** — проведение оценки профессионального риска от воздействия шума в 18 профессиональных группах модернизируемых участков предприятия по производству титановых сплавов с использованием методологии НИИ медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова.

**Материалы и методы.** Априорная оценка риска по результатам измерений шума проводилась по критериям Руководств Р. 2.2.2006–05, Р. 2.2.1766–03 и гигиеническим моделям, апостериорная — путем анализа профессиональной заболеваемости за 30 лет, заболеваемости с временной утратой трудоспособности и распространенности хронической патологии по данным медицинских осмотров за 5 лет. Проанализировано 58 758 листов нетрудоспособности. Сравнивалась заболеваемость лиц, подвергавшихся воздействию шума (3501 человек), и неэкспонированных лиц (9138 человек).

**Результаты.** Установлено, что уровень риска по гигиеническим критериям в изучаемых профессиях категоризовался от малого до высокого (классы условий труда 3.1–3.3), по критерию профессиональной заболеваемости — от переносимого до высокого (индекс профессиональных заболеваний Ипз от 0 до 0,25). Профессиональная нейросенсорная тугоухость регистрировалась у кузнецов, токарей, токарей-карусельщиков.

Выявлено, что шум служил триггером развития патологии уха, глаз, кожи, костно-мышечной, нервной, мочеполовой систем, органов дыхания, психических расстройств, повышенного артериального давления, гипергликемии, лейкоцитоза, достоверно повышая их риск в целом по производству в 1,1–1,7 раза, в отдельных профессиях — до 3,7 раза ( $p < 0,05$ ). Показано, что распространенность нарушений здоровья увеличивалась с ростом уровней шума.

**Выводы:** В условиях модернизации производства наблюдается уменьшение профессиональной заболеваемости, обусловленной воздействием шума, до единичных случаев, и увеличение возраста и стажа работы в шуме до установления диагноза. Имеется значительный оздоровительный эффект у кузнецов при замене молотового оборудования прессовым, у станочников — при замене станков на обрабатывающие центры с числовым программным управлением (ЧПУ).

**Ключевые слова:** профессиональный риск; производственный шум; здоровье работников производства титановых сплавов

**Для цитирования:** Базарова Е.Л., Федорук А.А., Рослая Н.А., Ошеров И.С., Бабенко А.Г. Оценка профессионального риска, связанного с воздействием шума, у работников модернизируемых участков металлургического предприятия. *Мед. труда и пром. экол.* 2019. 59 (3): 142–148. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-3-142-148>

**Для корреспонденции:** Базарова Екатерина Ливерьевна, врач по гигиене труда МУ МСЧ Тирус, ассистент кафедры гигиены и экологии ФБОУ ВО УГМУ Минздрава России, канд. мед. наук. E-mail: [bazarova@vsmpro.ru](mailto:bazarova@vsmpro.ru)

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

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

Yekaterina L. Bazarova<sup>1,2,3</sup>, Anna A. Fedoruk<sup>2</sup>, Natalya A. Roslaya<sup>3</sup>, Ilya S. Oshero<sup>1</sup>, Alexey G. Babenko<sup>1</sup>

## Assessment of occupational risk caused by noise exposure in workers at metallurgical plant subunits under modernization

<sup>1</sup>Tirus Health Center, 1, Parkovaya str., Verkhnyaya Salda, Russia, 624760;

<sup>2</sup>Yekaterinburg Medical Research Center for Prophylaxis and Health Protection in Industrial Workers, Rospotrebnadzor, 30, Popova str., Yekaterinburg, Russia, 620014;

<sup>3</sup>The Ural State Medical University, Repina str., 3, Yekaterinburg, Russia, 620028

**Introduction.** Noise is a common occupational hazard in metallurgic production.

**Objective.** To evaluate occupational risk caused by exposure to noise in 18 occupational groups in subunits under modernization in an enterprise producing titanium alloys, using methodology of N.F. Izmerov Occupational Medicine Research Institute.

**Materials and methods.** A priori risk evaluation by noise measurements was performed according to criteria of Manuals R 2.2.2006–05, R 2.2.1766–03 and hygienic models, a posteriori one — by analysis of occupational morbidity over 30 years, transitory disablement morbidity and chronic diseases prevalence according to medical examinations data over 5 years. Total of 58758 sick-leave certificates was analyzed. Comparison covered morbidity in individuals exposed to noise (3501 individuals) and non-exposed individuals (9138 ones).

**Results.** Findings are that a risk level by hygienic criteria in the studied occupations was assigned to low to high category (work conditions classes 3.1–3.3), by occupational morbidity criterion — from low to high (index of occupational diseases from 0 to 0.25). Occupational neurosensory deafness was registered in blacksmiths, turners, vertical lathe operators.

Noise appeared to be a trigger for diseases of ears, eyes, skin, locomotory system, nervous system, urinary tract, respiratory system, for mental disorders, increased blood pressure, hyperglycemia, leukocytosis, with 1.1–1.7 times reliably increased their risk in general over the production, and up to 3.7 times in certain occupations ( $p < 0.05$ ). Prevalence of the health disorders appeared to increase with growing noise levels.

**Conclusions.** *Industrial modernization is associated with decrease of occupational morbidity caused by exposure to noise to single cases and increase of age and length of service at noise conditions to diagnosis. Considerable health improvement was seen in blacksmiths, after hammer equipment was changed to the press one, in lathe operators — after lathe changed to processing centers with numerical control.*

**Key words:** *occupational risk; occupational noise; health of workers in titanium alloys production*

**For citation:** Bazarova Ye.L., Fedoruk A.A., Roslaya N.A., Oshero I.S., Babenko A.G. Assessment of occupational risk caused by noise exposure in workers at metallurgical plant subunits under modernization. *Med. truda i prom. ekol.* 2019. 59 (3): 142–148. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-3-142-148>

**For correspondence:** *Yekaterina L. Bazarova*, occupational therapist in Tirus Health Center, Assistant in Hygiene and Ecology Department in The Ural State Medical University, Cand. Med. Sci. E-mail: [bazarova@vsm-po.ru](mailto:bazarova@vsm-po.ru)

**Funding:** The study had no funding.

**Conflict of interests:** The authors declare no conflict of interests.

Для поддержки эффективного управления профессиональными рисками в медицине труда используются два инновационных направления: прогнозирование нарушений здоровья от действия профессиональных факторов риска и каузация выявленных нарушений здоровья. Их научной основой являются принципы доказательной медицины и адекватности с использованием моделей, отражающих патогенетические особенности формирования заболеваний [1]. Научно-технический прогресс сопряжен с увеличением источников акустических колебаний [2]. Заболевания, связанные с воздействием производственного шума, являются одними из самых распространенных профессиональных заболеваний в Российской Федерации, удельный вес которых в структуре профессиональной патологии составляет 25–30%. В этой связи оценка профессионального риска при воздействии шума является перспективным подходом для научного обоснования программ сохранения слуха [3,4].

**Цель исследования** — провести оценку профессионального риска нарушений здоровья работников от воздействия шума в ряде профессий модернизируемых участков современного металлургического предприятия по гигиеническим и медико-биологическим критериям для обоснования необходимости мер профилактики.

**Материалы и методы.** Исследование проводилось на крупном предприятии по производству титановых сплавов в рамках работы по оценке профессионального риска при внедрении новых технологических процессов. В него были включены 19 профессиональных групп (табл. 1) с эквивалентными уровнями звука  $A$  за рабочую смену  $L_{p, \text{Aeq}, 8h}$  превышающими ПДУ шума по СанПиН 2.2.4.3359–16 [5]. Источником шума на изучаемых рабочих местах является основное и вспомогательное производственное оборудование (кузнечные прессы, прокатные станы, установки шоопирования, линии шлифовки листов, пилы, ножницы, станки, внутрицеховой транспорт).

Применялась методология анализа профессионального риска, разработанная НИИ медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова [1,6]. Необходимыми и достаточными условиями доказательной оценки риска считаются превышение ПДУ вредного фактора на рабочем месте и прогнозирование вероятности заболеваний, связанных с ним [3]. Априорная оценка профессионального риска нарушений здоровья работников от воздействия производственного шума проводилась по критериям Руководства Р 2.2.2006–05 [7] по результатам измерений уровней шума при специальной оценке условий труда и производственном контроле, и по гигиеническим моделям [1,2,6,8–10]. За основу прогноза нарушений здоровья от воздействия шу-

ма взят его специфический эффект — потеря слуха (ПС), диагностируемая как профессиональная нейросенсорная тугоухость. Под потерей слуха понимается отклонение или изменение к худшему порога слуха от нормального [9]. При прогнозировании принималось допущение, что уровень звука за рабочую смену  $L_{p, \text{Aeq}, 8h}$  будет неизменен в течение трудового стажа. Прогноз осуществлялся без учета влияния средств защиты органов слуха и непромышленного шума для стажа работы в шуме в течение 20 лет и возраста 40 лет (среднего возраста и стажа работников предприятия) по четырем критериям:

1. Вероятность ПС на речевых частотах для заданных квантилей распределения  $Q_{0,9; 0,5; 0,1}$ , в зависимости от уровня шума, стажа работы, пола и возраста, для оценки состояния социального слуха (восприятия повседневных звуков и речи). ПС характеризовались величиной постоянного смещения порога слышимости по среднему арифметическому значению ПС на частотах 0,5; 1 и 2 кГц в дБ [1,6].

2. Вероятность профессиональной ПС заданной степени по среднему арифметическому значению ПС на речевых частотах 0,5; 1 и 2 кГц по критериям ГОСТ 12.4.062–78: признаки воздействия шума на орган слуха — менее 10 дБ; I степень — 11–20 дБ; II степень — 21–30 дБ; III степень — 31 и более дБ [10]. Следует отметить, что степени тугоухости, установленные в «Федеральных клинических рекомендациях по диагностике, лечению и профилактике потери слуха, вызванной шумом», ниже степени по ГОСТ 12.4.062–78 как минимум на одну категорию [11].

3. Вероятность устойчивой ПС вследствие регулярного воздействия производственного шума на шести аудиометрических частотах (500, 1000, 2000, 3000, 4000 и 6000 Гц) для трех перцентилей (уровней 10%, 50%, 90%), с учетом скорректированных по  $A$  эквивалентных уровней звукового воздействия за номинальный 8-часовой рабочий день, стажа работы в шуме, возраста и пола согласно ГОСТ Р ИСО 1999–2017 [9]. Рассчитано статистическое распределение порогов слышимости, связанных с возрастом и шумом ( $H'$ ), в дБ. При определении порогов слышимости, связанных с возрастом, использованы параметры базы данных B2 (людей, отобранных без предварительного обследования слуха в типичной промышленно развитой европейской стране).

4. Стаж работы в годах до развития ПС, превышающих критериальные значения 20 дБ, 25 дБ, 30 дБ по фракциям 0,1; 0,25; 0,5 [8].

Апостериорная оценка профессионального риска нарушений здоровья работников от воздействия производственного шума проводилась по критериям профессиональной заболеваемости, распространенности хронической

общесоматической патологии (РХП) и заболеваемости с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ). Профессиональная заболеваемость оценивалась по индексу профессиональных заболеваний  $I_{пз}$ , с учетом коэффициентов частоты  $K_p$  и тяжести  $K_t$ . РХП изучалась за 5-летний период на основании результатов периодических медицинских осмотров (ПМО) суммарно 44 336 человек, ЗВУТ — по данным анализа 58 758 больничных листов. Для сравнения заболеваемости работников, имеющих контакт с шумом, и остальных работников использовалось построение четырехпольных таблиц сопряженности. Наличие контакта с шумом выше ПДУ определялось согласно поименным спискам работников, подлежащих ПМО. Оценка степени причинно-следственной связи нарушений здоровья с воздействием шума проведена путем расчета показателей риска с помощью компьютерных программ, разработанных в МСЧ Тирус и зарегистрированных в Роспатенте РФ. Различия между группами считались значимыми при  $\chi^2 > 3,84$ . Категории профессионального риска и срочность мер по его минимизации устанавливались по критериям Руководства Р 2.2.1766–03 [12].

**Результаты и обсуждение.** Воздействию шума выше 80 дБА подвергалось на предприятии 3501 человек (27,7% от общей численности). Условия труда по шуму работников изучаемых профессиональных групп отнесены к классам 3.1–3.3, что категоризируется как профессиональный риск от малого до высокого (табл. 1).

У металлургов, контролеров при  $L_{p,Aeq,8h}=100$  дБА ПС на речевых частотах составят для квантиля Q 0,9–1 дБ, Q 0,5–12 дБ; Q 0,1–30 дБ. Это соответствует признакам воздействия шума на орган слуха, I и II степени ПС с вероятностью 90, 50 и 10% соответственно. Вероятность I,

II и III степени снижения слуха составит 62, 32 и 6% соответственно. Пороги слышимости, связанные с возрастом и воздействием шума  $H'$ , для 90/50/10% лиц мужского пола (металлизаторов) составят на частоте 500 Гц — 3/12/24 дБ, 1000 Гц — 7/16/33 дБ, 2000 Гц — 9/24/48,8 дБ, 3000 Гц — 21/38,6/68,8 дБ, 4000 Гц — 26/43,7/69,1 дБ, 6000 Гц — 13/36/63,4 дБ; женского пола (контролеров) на частоте 500 Гц — 3/11/24 дБ, 1000 Гц — 6/15/29 дБ, 2000 Гц — 8/23/43,6 дБ, 3000 Гц — 20/38/61,3 дБ, 4000 Гц — 22/39,5/59,1 дБ, 6000 Гц — 10/32/53 дБ. Стаж работы до развития ПС, превышающих критериальное значение 20 дБ: фрактиль 0,1–8 лет, 0,25–19 лет, 0,5–39 лет; критериальное значение 25 дБ: фрактиль 0,1–15 лет, 0,25–30 лет; критериальное значение 30 дБ: фрактиль 0,1–24 года, 0,25–39 лет.

У резчиков на пилах при  $L_{p,Aeq,8h}=95$  дБА ПС на речевых частотах для квантиля Q 0,5–6 дБ; Q 0,1–20 дБ. Это соответствует признакам воздействия шума и I степени ПС с вероятностью 50 и 10% соответственно. Величины  $H'$  для 90/50/10% лиц мужского пола составят: на частоте 500 Гц — 0/7/16 дБ, 1000 Гц — 3/10/23 дБ, 2000 Гц — 6/17/37,6 дБ, 3000 Гц — 13/28/54 дБ, 4000 Гц — 17/34/56,9 дБ, 6000 Гц — 7/25/51,8 дБ; женского пола: на частоте 500 Гц — 0/6/16 дБ, 1000 Гц — 2/9/19 дБ, 2000 Гц — 5/16/34 дБ, 3000 Гц — 12/25/44,3 дБ, 4000 Гц — 13/28/44,5 дБ, 6000 Гц — 4/21/39,3 дБ. Стаж работы до развития ПС, превышающих критериальное значение 20 дБ: фрактиль 0,1–25 лет, 0,25–39 лет; критериальное значение 25 дБ: фрактиль 0,1–35 лет; критериальное значение 30 дБ: фрактиль 0,1–44 года.

У кузнецов, выполняющих обязанности бригадиров и их подручных, прокатчиков, нагревальщиков, токарей-ка-

Таблица 1 / Table 1

**Уровни звука на рабочих местах модернизируемых участков  
Noise levels at workplaces of subunits under modernization**

Профессиональная группа	Уровень звука за рабочую смену $L_{p,Aeq,8h}$ дБА	Класс условий труда	Категория риска	Срочность мер по снижению риска
Металлизаторы	100	3.3	высокий	Требуются неотложные меры по снижению риска
Контролеры кузнечнопрессовых работ (молотовые кузнечные отделения)	100	3.3	высокий	
Резчики металла на пилах, ножовках и станках	95	3.2	средний	Требуются меры по снижению риска в установленные сроки
Кузнецы на молотах и прессах (автоматизированные кузнечные комплексы)	90	3.2	средний	
Прокатчики горячего металла	90	3.2	средний	
Нагревальщики цветных металлов	90	3.2	средний	
Токари-карусельщики	90	3.2	средний	
Плавильщики (участок электронно-лучевого переплава)	85	3.1	малый	
Отжигальщики цветных металлов	85	3.1	малый	Требуются меры по снижению риска
Огнеупорщики	85	3.1	малый	
Котельщики	85	3.1	малый	
Резчики на ножницах и прессах	85	3.1	малый	
Операторы линий по обработке цветных металлов	85	3.1	малый	
Станочники металлообрабатывающих центров с числовым программным управлением (фрезеровщики, токари, токари-расточники, операторы станков с программным управлением, станочники широкого профиля, строгальщики)	85	3.1	малый	

русельщиков при  $L_{p, Aeq, 8h} = 90$  дБА ПС на речевых частотах составят: для квантиля Q 0,5–3 дБ; Q 0,1–15 дБ. Это соответствует признакам воздействия шума и I степени ПС с вероятностью 50 и 10% соответственно. Величины  $H'$  для 90/50/10% лиц мужского пола составят на частоте 500 Гц — 0/7/15 дБ, 1000 Гц — 1/7/18 дБ, 2000 Гц — 3/12/32 дБ, 3000 Гц — 7/19/42,9 дБ, 4000 Гц — 10/24/46,9 дБ, 6000 Гц — 3/17/43,1 дБ. Вероятность I, II и III степени снижения слуха прогнозируется как 25, 0 и 0% соответственно. Стаж работы до развития ПС, превышающих критериальное значение 20 дБ: фрактиль 0,1–35 лет; критериальное значение 25 дБ: фрактиль 0,1–44 года.

У наиболее многочисленной группы работников (плавильщиков, отжигальщиков, станочников, огнеупорщиков, котельщиков, резчиков на ножницах, операторов линий, кузнецов, исполняющих обязанности водителей погрузчиков) при  $L_{p, Aeq, 8h} = 85$  дБА ПС на речевых частотах составят: Q 0,5–2 дБ; Q 0,1–13 дБ. Это соответствует признакам воздействия шума на орган слуха и I степени ПС с вероятностью 50 и 10% соответственно. Величины  $H'$  для 90/50/10% лиц мужского пола составят на частоте 500 Гц — 0/7/15 дБ, 1000 Гц — 1/7/18 дБ, 2000 Гц — 2/9/26 дБ, 3000 Гц — 3/13/37 дБ, 4000 Гц — 5/17/39,7 дБ, 6000 Гц — 1/12/38 дБ; женского пола (станочниц): на частоте 500 Гц — 0/6/15 дБ, 1000 Гц — 0/6/14 дБ, 2000 Гц — 1/8/19 дБ, 3000 Гц — 2/10/24 дБ, 4000 Гц — 1/11/25 дБ, 6000 Гц — (-2)/8/22 дБ. Стаж работы до развития ПС, превышающих критериальное значение 20 дБ: фрактиль 0,1–39 лет.

Анализ фактической профессиональной заболеваемости работников показал, что диагноз профессиональной

нейросенсорной тугоухости устанавливался в областном профцентре ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора в 3 изучаемых профессиональных группах: кузнецов, токарей-карусельщиков, токарей. За последние 10 лет заболеваемость у них регистрировалась на уровне единичных случаев. В группе кузнецов кузнечно-прессового цеха вероятность профессиональной нейросенсорной тугоухости составила 1,69%, категория риска по вероятности случаев профзаболеваний  $K_p = 2$ , отмечалась легкая степень снижения слуха, категория тяжести  $K_t = 3$ ,  $I_{пз} = 0,17$ , что соответствует среднему профессиональному риску. В группе кузнецов кузнечно-пруткового цеха вероятность профессиональной тугоухости составила 1,11%,  $K_p = 2$ , отмечалась значительная степень снижения слуха,  $K_t = 2$ ,  $I_{пз} = 0,25$ , что соответствует высокому профессиональному риску (для сравнения: у кузнецов молотовых кузниц — 16,25%,  $K_p = 1$ , регистрировались легкая, умеренная и значительная степени снижения слуха,  $K_t = 2, 2, 3$ ,  $I_{пз} = 0, 4, 5$ , высокий риск).

У токарей-карусельщиков вероятность профессиональной тугоухости составила 4,6%,  $K_p = 2$ , регистрировалась легкая, умеренная и значительная степень снижения слуха,  $K_t = 2, 5$ ,  $I_{пз} = 0, 2, 5$ , высокий риск. У токарей станков с ЧПУ вероятность тугоухости составила 0,51%,  $K_p = 3$ , легкая степень,  $K_t = 3$ ,  $I_{пз} = 0, 1, 1$ , малый риск (для сравнения: у токарей станков без ЧПУ распространенность 0,51%,  $K_p = 3$ , значительная степень,  $K_t = 2$ ,  $I_{пз} = 0, 1, 7$ , средний риск). У фрезеровщиков станков с ЧПУ случаев профессиональной тугоухости не зарегистрировано (малый риск), тогда как в группе фрезеровщиков, обслуживающих станки без

Таблица 2 / Table 2

### Показатели риска при оценке влияния шума на заболеваемость Risk parameters in evaluation of noise influence on morbidity

Нарушения здоровья	$I_E$	$I_{\bar{E}}$	AR	RR	$CI_{RR}$	EF	CO	$\chi^2$	OR	$CI_{OR}$	$AR_p$	$AF_p$
РХП уха	5,2	4,2	1,0	1,26	1,11–1,43	20,63	м	12,8	1,27	1,11–1,45	0,12	2,70
РХП органов дыхания	15,1	13,2	1,9	1,14	1,06–1,22	12,28	м	13,1	1,16	1,07–1,26	0,22	1,64
РХП кожи	7,2	5,5	1,7	1,31	1,18–1,46	23,66	м	23,8	1,33	1,19–1,49	0,20	3,46
РХП костно-мышечной системы	45,8	42,7	3,1	1,07	1,04–1,10	6,54	м	18,5	1,14	1,07–1,21	0,36	0,84
РХП нервной системы	21,0	20,0	1,0	1,05	0,99–1,11	4,76	м	2,77	1,06	0,99–1,14	0,12	0,58
РХП. Психические расстройства	1,2	0,9	0,3	1,33		24,81	м	4,0	1,33	1,01–1,76	0,03	3,48
Повышенное артериальное давление	32,8	30,3	2,5	1,08	1,04–1,13	7,41	м	13,5	1,12	1,05–1,19	0,29	0,95
Гипергликемия	12,7	9,9	2,8	1,29	1,19–1,40	22,48	м	38,8	1,33	1,22–1,45	0,43	4,16
ЗВУТ болезнями уха	4,0	2,6	1,4	1,54	1,41–1,68	35,06	с	88,6	1,56	1,42–1,71	0,72	21,89
ЗВУТ болезнями кожи	3,2	2,9	0,3	1,11	1,02–1,21	9,91	м	5,3	1,12	1,02–1,23	0,15	5,16
ЗВУТ болезнями костно-мышечной системы	19,3	17,7	1,6	1,09	1,05–1,13	8,26	м	23,1	1,11	1,06–1,16	0,83	4,46
ЗВУТ болезнями глаза	1,9	1,6	0,3	1,21	1,07–1,37	17,36	м	9,5	1,22	1,07–1,38	0,15	8,60
ЗВУТ болезнями мочеполовой системы	12,6	7,6	5,0	1,65	1,57–1,73	39,39	с	396,5	1,75	1,66–1,85	2,58	25,54
ЗВУТ. Гинекологическая патология	2,9	2,3	0,6	1,27	1,09–1,48	21,26	м	9,5	1,28	1,09–1,50	0,31	11,91
Лейкоцитоз	20,3	14,6	5,7	1,39	1,28–1,51	28,06	м	60,0	1,49	1,35–1,65	1,58	9,75

Примечания:  $I_E$  — распространенность нарушений здоровья среди лиц, подвергавшихся воздействию шума;  $I_{\bar{E}}$  — распространенность нарушений здоровья среди лиц, не подвергавшихся воздействию шума; AR — добавочный риск (атрибутивный риск, разница рисков, attributable risk); RR — относительный риск (relative risk);  $CI_{RR}$  — 95%-ный доверительный интервал относительного риска; EF — этиологическая доля (этиологическая фракция, etiological fraction); CO — степень обусловленности нарушений здоровья, вызванных шумом (м — малая, с — средняя);  $\chi^2$  — критерий соответствия хи-квадрат; OR — отношение шансов (odds ratio);  $CI_{OR}$  — 95% доверительный интервал отношения шансов;  $AR_p$  — популяционный добавочный (атрибутивный) риск (population attributable risk);  $AF_p$  — добавочная доля популяционного риска.

Notes:  $I_E$  — prevalence of health disorders in individuals exposed to noise;  $I_{\bar{E}}$  — prevalence of health disorders in individuals not exposed to noise; AR — attributable risk; RR — relative risk; CIRR — 95% confidence interval of relative risk; EF — etiological fraction; CO — strength of casualty of health disorders caused by noise (m — low, c — average);  $\chi^2$  — fitting criterion chi-square; OR — odds ratio; CIOR — 95% confidence interval of odds ratio;  $AR_p$  — population attributable risk;  $AF_p$  — additional fraction of population risk.

**Оценка риска заболеваний в зависимости от уровней шума**  
**Evaluation of diseases risk in dependence on noise levels**

Заболевания	Уровень шума, дБА	ЗВУТ					РХП				
		I <sub>E</sub>	I <sub>F</sub>	RR	EF	χ <sup>2</sup>	I <sub>E</sub>	I <sub>F</sub>	RR	EF	χ <sup>2</sup>
Уха и сосцевидного отростка	96–105	8,3	4,0	2,08*	51,92	28,93	–	–	–	–	–
	86–95	6,3	3,5	1,82*	45,05	55,33	4,8	4,1	1,18	15,25	1,48
	81–85	4,9	3,3	1,50*	33,33	11,03	5,3	4,0	1,33	24,81	3,17**
	51–80	4,5	2,3	1,92*	47,92	45,91	5,8	2,8	2,07*	51,69	47,56
Костно–мышечной системы	106–115	39,3	15,9	2,47*	59,51	9,69	60,0	39,5	1,52	34,21	0,23
	96–105	19,9	15,8	1,26*	20,63	7,80	–	–	–	–	–
	86–95	17,7	15,4	1,16*	13,79	11,29	–	–	–	–	–
	81–85	16,9	15,2	1,12	10,71	3,24**	–	–	–	–	–
Органов дыхания	51–80	16,8	13,8	1,22*	18,03	22,12	–	–	–	–	–
	106–115	–	–	–	–	–	40,0	12,3	3,25	69,23	1,45
	96–105	30,5	26,8	1,14*	12,28	4,19	14,9	12,2	1,22	18,03	1,69
	86–95	30,2	26,0	1,16*	13,79	23,28	18,0	11,4	1,57*	36,31	47,9
Болезни глаза	81–85	25,2	26,1	0,95	–3,09	0,55	15,8	11,0	1,44*	30,56	17,94
	51–80	27,0	25,4	1,06*	5,66	4,19	13,7	9,2	1,49*	32,89	43,02
	106–115	3,6	1,5	2,40	58,33	0,02	–	–	–	–	–
	96–105	2,4	1,5	1,66	39,76	3,39**	–	–	–	–	–
Кожи и подкожной клетчатки	86–95	1,8	1,1	1,29	22,48	2,75**	–	–	–	–	–
	81–85	2,2	1,3	1,67*	40,12	7,18	–	–	–	–	–
	51–80	1,6	1,0	1,66*	39,76	10,44	–	–	–	–	–
	96–105	2,7	2,3	1,19	15,97	0,36	7,6	5,4	1,42	29,58	2,47
Эндокринной системы	86–95	2,7	2,2	1,24	19,35	2,96**	8,6	4,9	1,76*	43,18	32,42
	81–85	2,2	2,2	1,02	1,96	0	7,7	4,6	1,67*	40,12	16,09
	51–80	2,4	2,0	1,22	18,03	2,77**	6,5	3,4	1,95*	48,72	47,47
	106–115	–	–	–	–	–	20,0	9,20	2,18	54,13	0
Органов пищеварения	96–105	–	–	–	–	–	14,2	11,2	1,27	21,26	2,41
	86–95	5,6	4,9	1,13	11,50	2,29	12,2	11,1	1,10	9,09	1,52
	81–85	5,0	4,9	1,02	1,96	0,01	12,5	10,9	1,17	13,04	1,97
	51–80	5,3	4,7	1,13	11,5	2,50	–	–	–	–	–
Осложнения беременности	81–85	2,6	1,8	1,49	32,89	2,14	–	–	–	–	–
Гинекологические	106–115	5,3	2,2	2,42	58,68	0,02	–	–	–	–	–
	51–80	2,6	2,0	1,30	23,66	2,71**	–	–	–	–	–
Повышенное артериальное давление	81–85	–	–	–	–	–	32,5	30,5	1,07	6,54	1,41
Органов кровообращения	81–85	7,4	6,7	1,10	9,09	0,87	31,1	28,6	1,08	7,41	2,22
Нервной системы	96–105	1,8	1,5	1,18	15,25	0,17	22,8	21,0	1,09	8,26	0,50
	86–95	–	–	–	–	–	21,5	20,9	1,03	2,91	0,20
	81–85	1,6	1,5	1,03	2,91	0	–	–	–	–	–
	51–80	1,4	1,7	0,81	–23,46	2,05	22,0	20,3	1,08**	7,41	3,26
Психические расстройства	96–105	0,5	0,3	1,56	35,90	0,16	1,3	1,2	1,11	9,91	0
Всего	96–105	87,9	76,2	1,15*	13,04	48,35	–	–	–	–	–
	86–95	83,9	74,5	1,13	11,50	0,02	–	–	–	–	–
	81–85	79,5	73,9	1,07	6,54	2,14	–	–	–	–	–
	51–80	78,0	70,6	1,10	9,09	0,05	–	–	–	–	–

Примечания: \* — значения относительного риска при статистически достоверных отличиях от группы сравнения.  $\chi^2 > 3,84$  ( $p < 0,05$ ); \*\* — имеется тенденция к статистически достоверному различию между группами.  $2,706 < \chi^2 < 3,841$  ( $0,05 < p < 0,1$ ); I<sub>E</sub> — распространенность (РХП) или частота (ЗВУТ) заболеваний в группе лиц, подвергающихся воздействию шума, %; I<sub>F</sub> — распро-

страненность (РХП) или частота (ЗВУТ) заболеваний в группе лиц, не подвергающихся воздействию шума, %; RR — относительный риск. EF — этиологическая доля вклада шума в развитие заболеваний, %;  $\chi^2$  — критерий соответствия.

Notes: \* — values of relative risk for statistically reliable differences from reference group.  $\chi^2 > 3,84$  ( $p < 0,05$ ); \*\* — tendency to statistically reliable differences between the groups.  $2,706 < \chi^2 < 3,841$  ( $0,05 < p < 0,1$ );  $I_E$  — prevalence (of chronic diseases) or incidence (transitory disablement morbidity) in group of individuals exposed to noise, %;  $I_E$  — prevalence (of chronic diseases) or incidence (transitory disablement morbidity) in group of individuals not exposed to noise, %; RR — relative risk. EF — etiological fraction of noise into diseases development, %;  $\chi^2$  — fitting criterion chi-square.

ЧПУ, они устанавливались (вероятность 1,33%,  $K_p=2$ , легкая степень,  $K_r=3$ ,  $I_{нс}=0,11$ , малый риск).

Распространенность лиц, имеющих предварительный диагноз профессиональной нейросенсорной тугоухости с I степенью ПС, по результатам аудиометрии на ПМО, составила: в профессиональной группе котельщиков — 6,9%, станочников широкого профиля — 4,0%, токарей — 2,3%, фрезеровщиков — 1,9%, прокатчиков — 1,7%, строгальщиков — 1,5%, плавильщиков — 1,1%, контролеров молотовых кузниц 0,9%, кузнецов прессовых комплексов — 0,9%, операторов линий — 0,9%.

В целом по предприятию в 2003–2017 гг. профессиональная нейросенсорная тугоухость занимала 4,4% в структуре профессиональных заболеваний (для сравнения: в 1978–2002 гг. — 11,3%) и 14,8% — в структуре предварительных диагнозов. Средний возраст установления диагноза за этот период составлял  $57,25 \pm 1,548$  года, стаж работы в шуме —  $25,25 \pm 3,092$  года (для сравнения: в 1978–2002 гг. —  $47,5 \pm 0,74$  года и  $15,4 \pm 0,91$  года соответственно). Снижение распространенности и тяжести профессиональных ПС на предприятии отвечает общемировому тренду [13].

Воздействие шума значительно повышало уровни общесоматической патологии — как хронической, так и с временной утратой трудоспособности (табл. 2).

В целом по предприятию у работников шумовых профессий достоверно увеличивались РХП и ЗВУТ болезнями уха, кожи, костно-мышечной системы; РХП нервной системы, органов дыхания, психическими расстройствами; распространенность повышенного артериального давления, гипергликемии, лейкоцитоза; ЗВУТ болезнями мочеполовой системы, глаза, гинекологической патологии. ЗВУТ болезнями уха и мочеполовой системы отвечала критериям профессиональной обусловленности при средней степени связи с условиями труда (относительный риск RR 1,54 и 1,65 соответственно).

ЗВУТ болезнями уха превышала среднезаводскую у металлургов (RR=3,18), кузнецов на прессах (в разных кузнечно-прессовых цехах: от 1,21 до 2,64; для сравнения: у кузнецов на молотах — 3,69), токарей-карусельщиков (1,57), плавильщиков (2,1), отжигальщиков (1,32), фрезеровщиков (1,51), строгальщиков (3,72), токарей (1,96), станочников широкого профиля (2,18), токарей-расточников (2,13), огнеупорщиков (1,1), операторов линий (1,78). Коэффициент корреляции между ЗВУТ болезнями уха и стажем работы составил у металлургов 0,5; токарей-карусельщиков — 0,41 (средняя степень связи).

РХП болезней уха была выше среднезаводской у нагревальщиков (RR=2,17), огнеупорщиков (RR=1,52), токарей-карусельщиков (RR=1,52), фрезеровщиков (RR=1,63), строгальщиков (1,35), станочников широкого профиля (1,71), операторов станков с ЧПУ (2,22), токарей (1,13). Коэффициент корреляции между распространенностью болезней уха и стажем работы составил у токарей-карусельщиков — 0,56 (средняя степень связи). В группе токарей-карусельщиков шум повышал РХП болезней кровообра-

щения в 2,0 раза, кузнецов — ЗВУТ болезнями органов дыхания в 1,2 раза.

Распространенность нарушений здоровья в большинстве случаев была выше при более высоких уровнях шума (наличие зависимости «доза — эффект»), что также может свидетельствовать о связи заболеваемости с условиями труда (табл. 3)

Снижение фактической заболеваемости профессиональной нейросенсорной тугоухостью, наблюдаемое в последнее десятилетие, можно объяснить существующей на предприятии системой профилактики профессиональных заболеваний от воздействия шума: приобретением нового оборудования, обозначением мест с превышениями ПДУ, звукоизоляцией кабин наблюдения, наличием регламентированных перерывов на отдых и комнат отдыха, мониторингом уровней шума, обеспечением средствами индивидуальной защиты, контролем их использования, повышением качества ПМО с проведением аудиометрии и ранним выявлением признаков воздействия шума на слух, оздоровлением лиц групп риска, лечением отоларингологом лиц, имеющих заболевания уха, внутрисменную и послесменную медико-биологическую реабилитацией в межцеховых оздоровительных центрах и Центре восстановительной медицины.

Результаты исследования подтверждают наличие у шума неспецифических экстраауральных эффектов воздействия, в том числе при воздействии шума с уровнями звука менее 80 дБА. Известно, что шум, являясь общебиологическим раздражителем большой интенсивности, оказывает влияние на многие органы и системы, снижает адаптационные способности организма в целом [2,3,8,14,15]. Полученные данные о влиянии шума на РХП и ЗВУТ в условиях современного производства титановых сплавов при сочетанном воздействии других вредных производственных (общая и локальная вибрация, неблагоприятный микроклимат, вредные вещества, тяжесть и напряженность трудового процесса и др.), и поведенческих факторов риска служат доказательством высокого оздоровительного потенциала мероприятий по снижению шума на рабочих местах.

#### Выводы:

1. Производственный шум по количеству работников, подверженных его воздействию, является одним из ведущих профессиональных факторов риска производства титановых сплавов. Уровень профессионального риска по гигиеническим критериям в изучаемых профессиях модернизируемых производственных участков категоризируется от малого до высокого (классы условий труда 3.1–3.3), по критерию профессиональной заболеваемости — от переносимого до высокого ( $I_{нс}$  от 0 до 0,25). Профессиональная нейросенсорная тугоухость регистрировалась в профессиональных группах кузнецов на молотах и прессах, токарей-карусельщиков, токарей.

2. Показано, что шум как производственный стрессор большой биологической активности может являться пусковым механизмом развития патологии многих органов и систем организма. В условиях модернизации производства

наблюдается уменьшение профессиональной заболеваемости, обусловленной воздействием шума, и увеличение возраста и стажа работы в шуме до установления диагноза.

3. Отмечается значительный оздоровительный эффект по снижению профессиональной заболеваемости от шума у кузнецов при замене молотового оборудования прессовым и станочников при замене станков на обрабатывающие центры с ЧПУ, что является научным обоснованием необходимости дальнейшего внедрения мероприятий программы сохранения слуха на предприятии.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прогнозирование воздействия вредных факторов условий труда и оценка профессионального риска для здоровья работников: Методические рекомендации. М.: НИИ МТ РАМН; 2010.
2. Измеров Н.Ф., Суворов Г.А., Прокopenko Л.В. Человек и шум. М.: ГЭОТАР-МЕД; 2001.
3. Денисов Э.И. Шум на рабочем месте: ПДУ, оценка риска и прогнозирование потери слуха. *Анализ риска здоровью*. 2018; 3: 13–23.
4. Бухтияров И.В., Денисов Э.И., Курьеров Н.Н., Прокopenko Л.В., Булгакова М.В., Хахилева О.О. Совершенствование критериев потери слуха от шума и оценка профессионального риска. *Мед. труда и пром. экол.* 2018; 4: 1–9.
5. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах: СанПиН 2.2.4.3359–16. М.; 2016.
6. Денисов Э.И., Илькаева Е.Н. Шум и риск потери слуха. Профессиональный риск для здоровья работников: Руководство. М.: Тровант, 2003.
7. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда: Р 2.2.2006–05. М.; 2005.
8. Суворов Г.А., Карагодина И.А., Прокopenko Л.В., Шкаринов А.Н., Куралесин Н.А., Сисев В.А. Шум. Физические факторы производственной и природной среды. Гигиеническая оценка и контроль. М.: Медицина; 2003.
9. Акустика. Оценка потери слуха вследствие воздействия шума: ГОСТ Р ИСО 1999–2017. М.; 2017.
10. Шум. Методы определения потерь слуха человека: ГОСТ 12.4.062–78. М.; 1978.
11. Федеральные клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике потери слуха, вызванной шумом. *Мед. труда и пром. экол.* 2016; 3: 37–48.
12. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки: Р 2.2.1766–03. М., 2003.
13. Мазитова Н.Н., Аденинская Е.Е., Панкова В.Б., Симонина Н.И., Федина И.Н., Преображенская Е.А., Бомштейн Н.Г., Северова М.М., Волохов Л.А. Влияние производственного шума на слух: систематический обзор зарубежной литературы. *Мед. труда и пром. экол.* 2017; 2: 48–53.
14. Андреева-Галанина Е.Ц., Алексеев С.В., Кадыскин А.В., Суворов Г.А. Шум и шумовая болезнь. Л., Медицина; 1972.
15. Concha-Barrientos M., Campbell-Lendrum D., Steenland K. Occupational noise: assessing the burden of disease from work-related hearing impairment at national and local levels. WHO Environmental Burden of Disease Series. Geneva: World Health Organization, 2004; 9: 41.

## REFERENCES

1. Analysis of the impact of harmful factors in the workplace and occupational risk assessment in workers: technical guidelines. *Metodicheskiye rekomendatsii*. M.: NII MT RAMN; 2010 (in Russian).
2. Izmerov N.F., Suvorov G. A., Prokopenko L.V. Noise health effects. M.: GEOTAR-MED; 2001 (in Russian).
3. Denisov E.I. Noise exposure in the workplace: permissible exposure limits, risk assessment and occupational hearing loss. *Analiz riska*. 2018; 3: 13–23 (in Russian).
4. Bukhtiyarov I.V., Denisov E.I., Kur'yev N.N., Prokopenko L.V., Bulgakova M.V., Khakhileva O.O. Noise-induced hearing loss criteria adjustment and occupational risk assessment. *Med. truda i prom. ekologiya*. 2018; 4: 1–9 (in Russian).
5. Occupational safety standards for physical factors exposure in the workplaces. SanPiN 2.2.4.3359–16. M.; 2016 (in Russian).
6. Denisov E.I., Il'yayeva Ye.N. Noise exposure and hearing loss risk. *Professional'nyj risk dlya zdorov'ya rabotnikov: Rukovodstvo*. M.: Trovant; 2003 (in Russian).
7. Manual on hygienic assessment of working environment factors. Classification of working conditions. *Rukovodstvo R 2.2.2006–05*. M., 2005; 137. (in Russian).
8. Suvorov G. A., Karagodina I.L., Prokopenko L.V., Shkarinov L.N., Kuralesin N.A., Sisev V. A. Noise. *Fizicheskiye faktory proizvodstvennoj i prirodnoj sredy. Gigiyenicheskaya otsenka i kontrol'*. M.: Meditsina; 2003 (in Russian).
9. Acoustics. Noise-induced hearing loss evaluation. A National Standard GOST R ISO 1999–2017. M.; 2017. (in Russian).
10. Noise. Hearing loss evaluation procedures. A National Standard GOST 12.4.062–78. M.; 1978 (in Russian).
11. The National Guidelines on noise-induced hearing loss diagnosis, treatment and prevention. *Med. truda i prom. ekol.* 2016; 3: 37–48 (in Russian).
12. Manual on occupational health risk assessment in workers. Major considerations and criteria of assessment. *Rukovodstvo R 2.2.1766–03*. M.; 2003 (in Russian).
13. Mazitova N.N., Adeninskaya Ye.Ye., Pankova V.B., Simonova N.I., Fedina I.N., Preobrazhenskaya Ye.A., Bomshtejn N.G., Severov M. M., Volokhov L.L. The impact of occupational noise on hearing function: a literature review. *Med. truda i prom. ekol.* 2017; 2: 48–53. (in Russian).
14. Andreyeva-Galanina Ye.Ts., Alekseyev S.V., Kadyskin A.V., Suvorov G. A. Noise exposure and noise health effects. St. Petersburg, Meditsina; 1972 (in Russian).
15. Concha-Barrientos M., Campbell-Lendrum D., Steenland K. Occupational noise: assessing the burden of disease from work-related hearing impairment at national and local levels. WHO Environmental Burden of Disease Series. Geneva: World Health Organization, 2004; 9: 41.

Дата поступления / Received: 06.12.2018

Дата принятия к печати / Accepted: 10.12.2018

Дата публикации / Published: 18.03.2019