



Преображенская Е.А., Сухова А.В., Крючкова Е.Н.

Вероятностный и фактический риск профессиональной нейросенсорной тугоухости у работников «шумовых» производств

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 141014, Мытищи, Россия

Введение. Высокая заболеваемость профессиональной нейросенсорной тугоухостью (ПНСТ) позволяет отнести проблему профилактики и прогнозирования риска ПНСТ к числу социально значимых.

Цель исследования – оценить вероятностный риск потери слуха, вызванной шумом, рассчитанного по ГОСТ Р ИСО 1999-2017, и фактический риск ПНСТ у работников «шумовых» производств по данным эпидемиологического исследования.

Материалы и методы. Расчёт вероятностного риска потери слуха по ГОСТ Р ИСО 1999-2017 включал оценку возрастных, шумовых и общих потерь слуха при экспозиции шума с $L_{экв} = 85, 90, 95$ и 100 дБА. Фактический риск ПНСТ оценивали по результатам обследования 600 подземных горнорабочих и 600 работников обогащательных фабрик.

Результаты. Расчёт вероятностного риска по ГОСТ Р ИСО 1999-2017 и оценка фактического риска по данным эпидемиологических исследований показали, что риск ПНСТ зависит как от экспозиции шума, так и от возраста. По мере увеличения уровней воздействующего на работника шума риск ПНСТ в большей степени становится детерминированным действием шума. При уровнях шума $L_{экв} = 85, 90$ и 95 дБА вероятностный риск, рассчитанный в соответствии с ГОСТ Р ИСО 1999-2017, совпадает с фактическим риском, установленным по данным эпидемиологических исследований. В то же время у подземных горнорабочих, подвергающихся воздействию высокоинтенсивного шума $L_{экв} = 100$ дБА, фактический риск оказался не столь высоким, как можно было предполагать по расчётным данным.

Заключение. Полученные результаты позволяют утверждать, что стандарт ГОСТ ИСО 1999-2017 с высокой долей вероятности позволяет прогнозировать групповой риск потери слуха вследствие воздействия шума, количественно оценить степень риска и может использоваться для формирования групп риска ПНСТ и разработки программ сохранения слуха.

Ключевые слова: профессиональная нейросенсорная тугоухость; потеря слуха вследствие воздействия шума; вероятностный риск; фактический риск; эпидемиологические исследования; экспозиция шума; горнодобывающее предприятие

Для цитирования: Преображенская Е.А., Сухова А.В., Крючкова Е.Н. Вероятностный и фактический риск профессиональной нейросенсорной тугоухости у работников «шумовых» производств. *Гигиена и санитария*. 2021; 100 (9): 947–952. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-9-947-952>

Для корреспонденции: Преображенская Елена Александровна, доктор мед. наук, вед. науч. сотр. Института общей и профессиональной патологии ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, 141014, Мытищи. E-mail: preob@fferismana.ru

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

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов: Преображенская Е.А., Сухова А.В. – концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, статический анализ, написание текста, работа с литературой, редактирование; Крючкова Е.Н. – концепция и дизайн исследования, написание текста, работа с литературой, редактирование. Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Поступила 15.06.2021 / Принята к печати 17.08.2021 / Опубликована 20.09.2021

Elena A. Preobrazhenskaia, Anna V. Sukhova, Elena N. Kriuchkova

Comparative analysis of the potential and actual risk of noise-induced hearing loss in employees of “noise” industries

Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Mytishchi, 141014, Russian Federation

Introduction. The high incidence of noise-induced hearing loss (NIHL) makes it possible to attribute the problem of prevention and prediction of the risk of NIHL to the number of socially significant ones.

The aim of the study is to conduct a comparative assessment of the potential risk of hearing loss caused by noise according to GOST R ISO 1999-2017, and the actual risk of NIHL in workers of “noise” industries according to epidemiological research.

Materials and methods. The calculation of the potential risk of hearing loss according to GOST R ISO 1999-2017 included assessing age, noise and total hearing loss at noise exposure with 85, 90, 95 and 100 dBA. The actual risk of NIHL was evaluated on survey data of 600 miners and 600 workers of processing plants.

Results. The calculation of the probable risk according to GOST R ISO 1999-2017 and the assessment of the actual risk according to epidemiological studies showed that the risk of NIHL depends on both noise exposure and age. As the levels of noise affecting an employee increase, the risk of an NIHL becomes more determined by the effect of noise. At noise levels 85, 90 and 95 dBA, the probable risk calculated under GOST R ISO 1999-2017 coincides with the actual risk established according to epidemiological studies. At the same time, for miners exposed to high-intensity noise 100 dBA, the real risk was not as high as could be assumed from the calculated data.

Conclusion. The results obtained allow stating that the GOST ISO 1999-2017 standard with a high degree of potential risk allows predicting the group risk of hearing loss due to noise exposure, to quantify the degree of risk and can be used for the formation of risk groups for NIHL and the development of programs for the preservation of hearing.

Keywords: noise-induced hearing loss; probable risk; actual risk; epidemiological studies; noise exposure; mining enterprise

For citation: Preobrazhenskaia E.A., Sukhova A.V., Kriuchkova E.N. Comparative analysis of the potential and actual risk of noise-induced hearing loss in employees of “noise” industries. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2021; 100 (9): 947–952. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-9-947-952> (In Russ.)

For correspondence: Elena A. Preobrazhenskaia, MD, PhD., DSci, Leading researcher of the Institute of General and Professional Pathology of the Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Mytishchi, 141014, Russian Federation. E-mail: preob@fferisman.ru

Information about the authors:

Preobrazhenskaia E.A., <https://orcid.org/0000-0003-1941-0491> Sukhova A.V., <https://orcid.org/0000-0002-1915-1138>
Kriuchkova E.N., <https://orcid.org/0000-0002-4800-433X>

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

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Contribution: Preobrazhenskaia E.A. — the concept and design of the study, collection and static processing of material, writing a text, collection of literature data, editing; Sukhova A.V. — the concept and design of the study, collection and static processing of material, writing a text, collection of literature data, editing; Kriuchkova E.A. — the concept and design of the study, writing a text, collection of literature data, editing. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

Received: June 15, 2021 / Accepted: August 17, 2021 / Published: September 20, 2021

Введение

Прогнозирование профзаболеваний и болезней, обусловленных неблагоприятными условиями труда, является приоритетным направлением в охране здоровья работающих, реализация которого позволит сохранить трудовые ресурсы и профессиональное долголетие, уменьшить экономический ущерб, связанный с факторами производственной среды.

В последнее десятилетие отмечается рост показателей заболеваемости профессиональной нейросенсорной тугоухостью (ПНСТ) (код по МКБ-10 — H83.3), что обусловлено многочисленным контингентом работников, подвергающихся в процессе трудовой деятельности воздействию шума, превышающего санитарные нормы. Наиболее остро данная проблема стоит в ведущих отраслях экономики — горнорудной, машиностроительной, нефтедобывающей, на предприятиях транспорта и связи [1].

Негативное влияние производственного шума на организм человека весьма разнообразно и не ограничивается органом слуха. Являясь хроническим стрессовым фактором, шум воздействует на центральную нервную и сердечно-сосудистую системы, вызывая ряд ответных нейрогуморальных и рефлекторных реакций, нарушающих процессы адаптации, следствием которых являются повышение артериального давления, изменения в иммунной и эндокринной системах, повышенная утомляемость, снижение работоспособности [2–7]. Снижение слуха существенно влияет на безопасность труда в условиях вредных и опасных факторов производственной среды, ограничивает коммуникативные связи и профессиональную деятельность, ухудшает качество жизни. Зачастую профессиональная потеря слуха приводит к стойкой утрате трудоспособности [8, 9]. Вышесказанное позволяет отнести проблему профилактики и прогнозирования ПНСТ к числу социально значимых.

Научные поиски методов и математических моделей прогнозирования потери слуха, вызванной шумом, ведутся с 70-х годов прошлого века. В настоящее время существует несколько моделей прогнозирования профессиональной тугоухости, предложенных как отечественными, так и зарубежными учёными [10–14].

Основными данными для действующей в нашей стране оценки вероятностного профессионального риска являются результаты производственного лабораторного контроля и специальной оценки условий труда, на основании которых проводится ранжирование риска по классу вредности и опасности условий труда в зависимости от уровня воздействующего шума в соответствии с Руководством Р 2.2.1766-03¹. Существенным недостатком этой методологии является отсутствие возможности количественной оценки риска профессиональной потери слуха и повышения порогов слышимости.

Для прогнозирования риска профессиональной потери слуха более перспективным представляется метод расчёта повышения порогов слышимости в зависимости от возраста,

интенсивности и длительности воздействия шума, изложенный в ISO 1999:2013², принятого в нашей стране в качестве национального стандарта ГОСТ Р ИСО 1999-2017 «Акустика. Оценка потери слуха вследствие воздействия шума»³. Метод применим для расчёта вероятности стойкой потери слуха вследствие воздействия производственного шума, количественной оценки снижения слуха, выявляемой в ходе аудиометрического исследования, а также разработки профилактических мероприятий по сохранению слуха у работников «шумовых» профессий.

Однако стандарт не регламентирует частоты и комбинации частот, не устанавливает пограничный порог слышимости, превышение которого свидетельствует о наличии нарушения слуха. Значения вышеперечисленных параметров задаются пользователем стандарта согласно национальным критериям оценки степени снижения слуха, принятым в конкретной стране.

К настоящему времени остаётся ряд нерешённых вопросов, касающихся поиска новых методов прогнозирования и профилактики ПНСТ на основе единых методических подходов к оценке степени снижения слуха, действующих в настоящее время в нашей стране.

Цель — оценить вероятностный риск потери слуха, вызванной шумом, рассчитанного по ГОСТ Р ИСО 1999-2017, и фактический риск ПНСТ у работников «шумовых» производств по данным эпидемиологического исследования.

Материалы и методы

На первом этапе определяли вероятностный риск потери слуха по ГОСТ Р ИСО 1999-2017, включающий методики определения возрастных, шумовых и общих потерь слуха.

Возрастные изменения порогов слышимости у мужчин в возрасте 30–60 лет определяли по таблице Приложения А ГОСТ Р ИСО 1999-2017. Использовали частоты 500; 1000; 2000 и 4000 Гц с расчётом среднего повышения порогов слуха на этих частотах по трём процентиям (10; 50; 90%) для возрастных групп 30; 40; 50 и 60 лет.

Повышение порогов слуха, вызванное шумом, определяли по таблице Приложения Д на частотах 500; 1000; 2000 и 4000 Гц для стажевых групп 10; 20 и 30 лет по трём процентиям (10; 50; 90%) при экспозиции шума с эквивалентным уровнем ($L_{экв}$) 85; 90; 95 и 100 дБА.

Общие потери слуха от возраста и шума для экспонированной группы лиц, подвергавшейся воздействию шума, рассчитывали путём сложения возрастных и шумовых порогов слышимости.

Вероятностный риск потери слуха, вызванной шумом, определяли в соответствии с Приложением С стандарта ГОСТ Р ИСО 1999-2017 путём вычисления разности вероятностного риска общей потери слуха и потери слуха вследствие возрастных изменений.

¹ Руководство Р 2.2.1766-03 Гигиена труда «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки» М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004; 24 с.

² Международный стандарт ISO 1999:2013 «Акустика. Оценка потери слуха вследствие воздействия шума» (ISO 1999:2013 «Acoustics — Estimation of noise-induced hearing», IDT).

³ ГОСТ Р ИСО 1999-2017 «Акустика. Оценка потери слуха вследствие воздействия шума». Стандартиформ, 2017.

Таблица 1 / Table 1

Вероятностный риск потери слуха от «шума и возраста» / «возраста» / «шума» (%) у мужчин, подвергавшихся воздействию шума $L_{экв} = 85; 90; 95; 100$ дБА (по ГОСТ Р ИСО 1999-2017)

Probable risk of hearing loss «caused by noise and age-related» / «age-related» / «caused by noise»

Уровень шума ($L_{экв}$), дБА Level of noise (L_{ex8h}), dBA	Возраст, лет Age, years	Вероятностный риск потери слуха «от шума и возраста» / «от возраста» / «от шума», % Probable risk of hearing loss «caused by noise and age-related» / «age-related» / «caused by noise»		
		стаж работы, лет working life, years		
		10	20	30
85	30	–	–	–
	40	1 / 0 / 1	1 / 0 / 1	–
	50	5 / 4 / 1	6 / 4 / 2	7 / 4 / 3
	60	20 / 18 / 2	22 / 18 / 4	23 / 18 / 5
90	30	0	–	–
	40	4 / 0 / 4	4 / 0 / 4	–
	50	10 / 4 / 6	11 / 4 / 7	12 / 4 / 8
	60	26 / 18 / 8	27 / 18 / 9	30 / 18 / 12
95	30	5 / 0 / 5	–	–
	40	9 / 0 / 9	11 / 0 / 11	–
	50	19 / 4 / 15	22 / 4 / 18	27 / 4 / 23
	60	35 / 18 / 17	38 / 18 / 20	40 / 18 / 22
100	30	19 / 0 / 19	–	–
	40	25 / 0 / 25	36 / 0 / 36	–
	50	34 / 4 / 30	41 / 4 / 37	48 / 4 / 44
	60	48 / 18 / 30	60 / 18 / 42	62 / 18 / 44

На втором этапе оценивали фактический риск ПНСТ на основании эпидемиологического обследования 1200 рабочих предприятий горнодобывающей промышленности, из них 600 подземных горнорабочих и 600 работников обогатительных фабрик.

Согласно гигиенической оценке условий труда, приоритетным фактором риска развития ПНСТ у подземных горнорабочих (проходчики, машинисты погрузочно-доставочных машин, бурильщики) является интенсивный шум, эквивалентные уровни которого достигают 100 дБА (класс 3.3).

На обогатительных фабриках наиболее высоким уровням шума подвергаются работники участков дробления, грохочения и измельчения руды – дробильщики, у которых шум достигает 95 дБА (класс 3.2), и слесари-ремонтники – 90 дБА (класс 3.2). Меньшие уровни шума отмечаются у машинистов конвейера – эквивалентные уровни шума незначительно превышают предельно допустимый уровень (ПДУ) и составляют 85 дБА (класс 3.1).

В исследование были включены работники в возрасте от 24 до 60 лет, средний возраст подземных горнорабочих составил $46,1 \pm 8,3$ года, рабочих обогатительных фабрик – $43,9 \pm 7,9$ года. Стаж работы варьировал от 5 до 35 лет, средний стаж подземных горнорабочих – $18,9 \pm 7,5$ года, рабочих фабрик – $17,3 \pm 8,1$ года.

Оценку функционального состояния слухового анализатора проводили с помощью клинико-аудиологического обследования, включающего осмотр ЛОР-органов и тональную пороговую аудиометрию в диапазоне частот 125–8000 Гц.

В качестве критерия значения риска развития профессиональной потери слуха при определении вероятностного и фактического рисков использовали критерии оценки степени снижения слуха, изложенные в Клинических реко-

мендациях «Потеря слуха, вызванная шумом» (2018)⁴: среднее повышение порогов слуха на частотах 500; 1000; 2000; 4000 Гц – 26 дБ.

На третьем этапе сопоставляли вероятностный риск потери слуха, вызванной шумом, рассчитанный по ГОСТ Р ИСО 1999-2017, с фактическим риском ПНСТ у работников «шумовых» производств при экспозиции шума с $L_{экв} = 85; 90; 95$ и 100 дБА и стажем работы 10; 20 и 30 лет.

Статистическая обработка результатов проводилась с помощью Microsoft Excel, Statistica 10,0. Для оценки достоверности различий использовали критерий χ^2 Пирсона.

Результаты

Результаты расчёта вероятностного риска общей потери слуха «от шума и возраста», с выделением «возрастной» и «шумовой» составляющей представлены в табл. 1.

Из представленных данных видно, что вероятность развития потери слуха зависит как от экспозиции шума, так и от возраста. Риск потери слуха в подвергавшейся воздействию шума популяции мужчин детерминирован действием шума, о чём свидетельствует соотношение общих потерь слуха «от шума и возраста» и потерь слуха «от шума». Например, вероятность потери слуха у мужчины в возрасте 50 лет при воздействии шума с эквивалентным уровнем $L_{экв} = 90$ дБА и стажем работы 30 лет составляет 12%, из них 8% будет обусловлено экспозицией шума, а 4% – возрастными изменениями.

В возрастной группе 60 лет риск потери слуха с увеличением стажа работы значительно нарастает, однако возрастная составляющая превалирует (при уровнях шума $L_{экв} = 85–90$ дБА) или равнозначна шумовому вкладу (при уровнях шума $L_{экв} = 95$ дБА). Эта тенденция особенно чётко прослеживается при уровнях шума низкой интенсивности до 85 дБА.

Так, вероятность развития нейросенсорной тугоухости в популяции мужчин, не подвергавшихся действию производственного шума, составляет для 50-летних мужчин 4%, тогда как у 60-летних этот показатель возрастает в 4,5 раза, достигая 18%. То есть практически каждый пятый-шестой мужчина в возрасте 60 лет имеет снижение слуха, соответствующее I степени тугоухости, обусловленное возрастными инволютивными процессами в слуховом анализаторе. При экспозиции шума с эквивалентным уровнем 85 дБА возрастная составляющая преобладает в формировании потерь слуха, а вклад шумового воздействия невелик и составляет 1–5%, что позволяет говорить о приемлемости профессионального риска для данной когорты лиц.

В табл. 2 представлены средние пороги слышимости на частотах 500; 1000; 2000 и 4000 Гц (с усреднением по возрасту) и вероятность профессиональной потери слуха (ПНСТ), рассчитанные по ГОСТ ИСО 1999-2017, при разных уровнях шума, что позволило определить стажевые зоны риска.

Из данных, представленных в табл. 2, следует, что риск потери слуха при воздействии шума интенсивностью 85 дБА наиболее вероятен при стаже работы в шуме 30 лет и составляет 4%. При воздействии шума интенсивностью 90 дБА ПНСТ формируется при стажевой экспозиции 20 лет, вероятность её развития – 6,7%. При увеличении интенсивности шума до 95 дБА изменения в слуховом анализаторе возможны уже после 10 лет работы. Наибольшие потери слуха наблюдаются при экспозиции шума 100 дБА: в стажевой группе 10 лет риск потери слуха имеет каждый пятый работник, в стажевой группе 20 лет – каждый третий, при стаже работы 30 лет вероятность возникновения ПНСТ достигает 44%.

Следующим этапом нашей работы было определение фактического риска ПНСТ на основании эпидемиологических исследований. Проведённое клинико-аудиологическое обследование показало, что среди подземных горнорабочих

⁴ Клинические рекомендации КР609 «Потеря слуха, вызванная шумом», Министерство здравоохранения Российской Федерации, 2018. https://cr.rosminzdrav.ru/recommend/609_1. Дата обращения 02.05.2021.

Таблица 2 / Table 2

Средние пороги слышимости на частотах 500–4000 Гц и вероятностный риск ПНСТ (по ГОСТ Р ИСО 1999-2017)

Average hearing thresholds at frequencies of 500–4000 Hz and probable risk of NIHL (by GOST R ISO 1999-2017)

Уровень шума (L _{экв}), дБА Level of noise (Lex8h), dBA	Стаж работы, лет / Working life, years								
	10			20			30		
	Среднеарифметическое повышение порогов слуха на частотах 500; 1000; 2000 и 4000 Гц (дБ) Average increase of hearing thresholds at frequencies of 500, 1000, 2000 and 4000 Hz (dB)								
	процентиль, % / percentile, %								
	90	50	10	90	50	10	90	50	10
85	0	7.75	21.0	-1.25	9.6	24.4	0.2	11.8	28.2*
90	0	9.5	24.2	0.23	12.2	28.5*	1.5	14.8	32.5*
95	0.1	13.0	29.0*	2.75	16.5	33.1*	5.9	19.5	37.1*
100	2.8	18.1	37.2*	8.0	23.7	43.0*	11.8	27.4	48.0*
	Вероятность профессиональной потери слуха, % Probability of noise-induced hearing loss, %								
85	0.5			1.5			4		
90	2.0			6.7			10		
95	7			16			22.5		
100	19			36			44		

Примечание. * – риск развития ПНСТ при критериальном значении повышения порогов слышимости 26 дБ.

Note. * – risk for NIHL development under – criteria levels of elevation of hearing thresholds up 26 dB.

шумовая патология органа слуха имеет высокое распространение и диагностирована у 12% обследованных.

У работников обогатительных фабрик нарушение функции слухового анализатора с развитием ПНСТ выявлено у 5% обследованных. У машинистов конвейеров снижение слуха встречалось реже по сравнению с другими профессиональными группами ($p < 0,05$) и диагностировалась в 1,2% случаев.

На рис. 1 представлены периоды наибольшего риска развития ПНСТ в зависимости от стажа работы и параметров производственного шума.

У подземных горнорабочих ПНСТ диагностируется при стаже работы 10–14 лет в 9% случаев, при стаже 15–19 лет – 19% случаев, при стаже 20–24 лет и более заболевание диагностируется у каждого третьего работника (31%). Средний стаж работы на момент развития ПНСТ у подземных горнорабочих составляет $22 \pm 1,7$ года.

У дробильщиков ПНСТ формируется в стажевой группе 10–14 лет (6%), достоверно возрастает ($p < 0,05$) в стажевой группе 20–24 лет, достигая максимальных значений в этот период (19%).

Среди слесарей-ремонтников профессиональная потеря слуха развивается в более поздние сроки, в стажевой группе 15–19 лет выявляются единичные случаи ПНСТ (3,5%), наибольшая частота потерь слуха приходится на период 25–29 лет (12%) ($p < 0,05$).

У машинистов конвейеров отмечается наименьший риск развития ПНСТ, что обусловлено воздействием шума низкой интенсивности (85 дБА). ПНСТ выявлена у 1,2% работников при стаже работы 30 лет без достоверных различий между стажевыми группами.

Средний стаж работы, при котором развивается ПНСТ, составляет у дробильщиков – $24,2 \pm 2,1$ года, у слесарей-ремонтников – $27 \pm 2,4$ года, у машинистов конвейера – $32 \pm 1,7$ года.

С увеличением стажа работы частота ПНСТ достоверно возрастает у работников всех профессиональных групп ($R^2 = 0,8–0,9$) за исключением машинистов конвейера.

Сравнивая показатели вероятностного риска потери слуха, рассчитанные по ГОСТ Р ИСО 1999-2017, с фактическими данными, полученными в рамках эпидемиологического обследования, можно сделать вывод об их сопоставимости (рис. 2).

При уровнях шумах $L_{экв} = 85; 90$ и 95 дБА вероятностный прогностический риск, рассчитанный в соответствии с ГОСТ Р ИСО 1999-2017, совпадает с фактическим риском, установленным по данным эпидемиологических исследований. В то же время у подземных горнорабочих, подвергающихся воздействию высокоинтенсивного шума $L_{экв} = 100$ дБА, фактический риск оказался не столь высоким, как можно было предполагать по расчётным данным.

Полученные результаты позволяют утверждать, что стандарт ГОСТ ИСО 1999-2017 с высокой долей вероятности позволяет прогнозировать групповой риск потери слуха вследствие воздействия шума, а также количественно оценить степень риска.

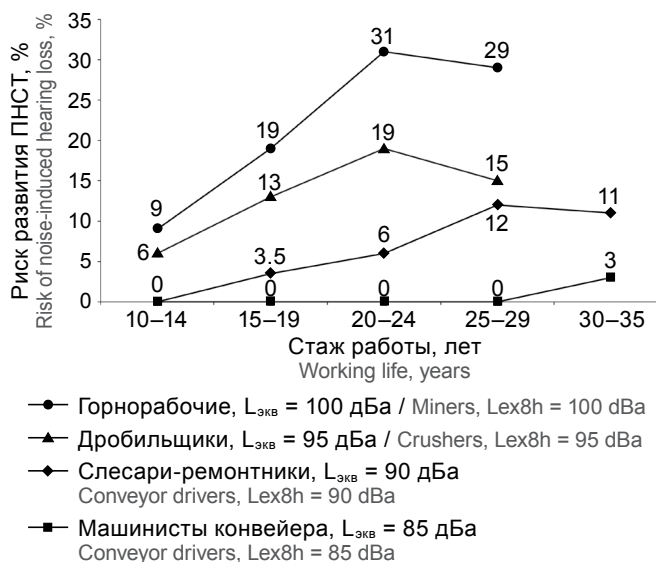


Рис. 1. Фактический риск ПНСТ у работников горнодобывающих предприятий в зависимости от стажа работы, %.

Fig. 1. Real risk for noise-induced hearing loss in mining workers, depending on exposure to noise, %.

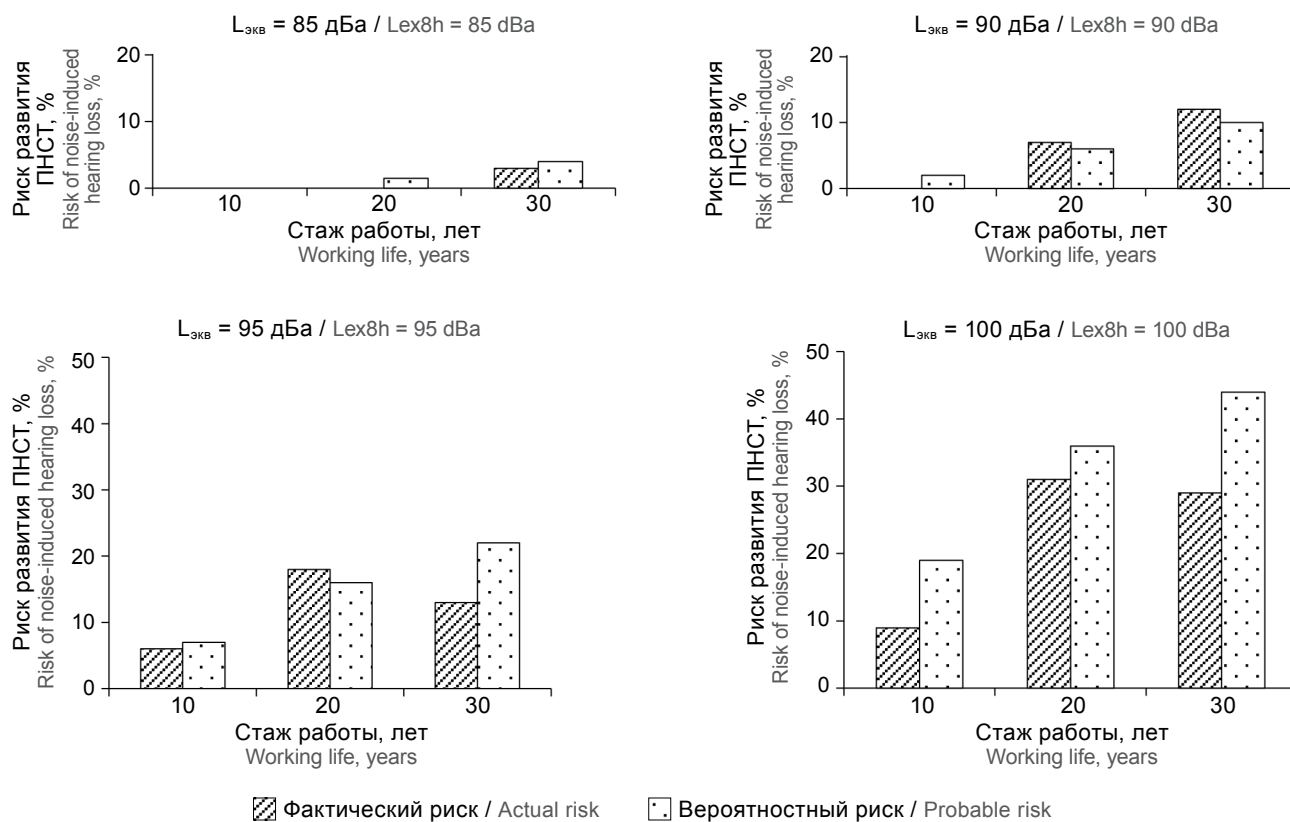


Рис. 2. Вероятностный и фактический риск ПНСТ у работников горнодобывающих предприятий, %.

Fig. 2. Probable and real risk of noise-induced hearing loss in mining workers, %.

Обсуждение

Стандарт ГОСТ Р ИСО 1999-2017 позволяет дифференцированно оценить риск развития ПНСТ как от возраста, так и от производственного шума, что особенно важно при установлении диагноза профессионального заболевания органа слуха в сложных и спорных случаях (прерывистый или непродолжительный стаж работы в условиях воздействия шума, незначительно превышающего ПДУ; отсутствие типичных клинико-аудиологических признаков шумового поражения органа слуха).

В настоящем исследовании мы рассчитали вероятность потери слуха от возраста, от воздействия шума и совокупности этих факторов в соответствии с критериями оценки снижения слуха, принятыми в 2018 г. и соответствующими международным стандартам.

При уровнях шума, незначительно превышающих предельно допустимый уровень и соответствующих 81–85 дБА, потеря слуха, определяемая по ГОСТ Р ИСО 1999-2017, в значительной мере обусловлена возрастной составляющей, и вероятность риска ПНСТ практически соответствует общепопуляционному риску, что подтверждается результатами эпидемиологических исследований, согласно которым ПНСТ у машинистов конвейера диагностируется в единичных случаях (1,2%) при стаже работы более 30 лет.

В последние годы происходит постепенное реформирование нормативной базы гигиены и медицины труда, направленное на либерализацию санитарно-эпидемиологических требований на рабочих местах, в частности по шуму. В то же время соблюдение гигиенических нормативов имеет важное значение для сохранения здоровья работников и профилактики негативного влияния шума на здоровье человека. Введённый в действие в 2021 г. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению

безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»⁵ допускает для отдельных отраслей экономики предельно допустимый уровень шума от 81 до 85 дБА при условии проведения работодателем оценки профессионального риска и подтверждения его приемлемости для здоровья работников.

Расчёт вероятности потери слуха на основе ГОСТ Р ИСО 1999-2017 и результаты клинико-аудиологического обследования работников «шумовых» профессий, полученные в рамках проведения ПМО, могут быть использованы для подтверждения приемлемости профессионального риска, обусловленного воздействием шума, превышающим ПДУ. Это даёт возможность сформировать группы риска, разработать дифференцированные лечебно-профилактические мероприятия и программы сохранения слуха с учётом категории риска.

При увеличении уровней шума до 90 дБА вероятностный риск потери слуха (по ГОСТ Р ИСО 1999-2017) в большей степени детерминирован действием шума, о чём свидетельствует эпидемиологическое изучение стажевой динамики ПНСТ у работников горнодобывающей промышленности. Шум интенсивностью 90 дБА вызывает медленное нарастание ПНСТ с увеличением стажа работы, при этом пик формирования ПНСТ наблюдается при стаже работы 25–29 лет.

Наиболее агрессивное действие на слуховой анализатор оказывает интенсивный шум (95–100 дБА), что подтверждается расчётными данными вероятностного риска по ГОСТ Р ИСО 1999-2017, а также высокой частотой, ранним

⁵ СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». https://www.rospotrebnadzor.ru/files/news/GN_sreda%20obitaniya_compressed.pdf

формированием (при стаже 10 лет) и быстрым прогрессированием ПНСТ у подземных горнорабочих и дробильщиков обогатительных фабрик. При этом выявлена следующая тенденция: действие высокоинтенсивного шума (95–100 дБА) приводит к увеличению риска ПНСТ при стаже 20–24 лет, и в дальнейшем при продолжении трудовой деятельности риск ПНСТ остаётся на прежнем уровне. Возможно, что в этом случае на показатели риска ПНСТ оказывает влияние так называемый «естественный отбор», когда большая часть стажированных рабочих увольняется, выработав льготный стаж, или трудоустраивается в другие профессии, а остаются работать в профессии наиболее устойчивые к действию шума работники.

Однако расхождения в величинах вероятностного и фактического рисков ПНСТ для высокоинтенсивного шума $L_{экв} = 100$ дБА, выявленные по результатам нашего исследования, свидетельствуют о необходимости дальнейших исследований в этой области с учётом индивидуальных факторов риска её развития, а также выявлению механизмов устойчивости организма к воздействию производственного шума.

Проведённые исследования подтверждают, что метод оценки риска потери слуха по ГОСТ Р ИСО 1999–2017 может использоваться для формирования групп риска ПНСТ при проведении периодических медицинских осмотров, разра-

ботки индивидуальных программ сохранения слуха и проведения дифференцированных профилактических мероприятий с учётом категории риска.

Заключение

Расчёт вероятностного риска по ГОСТ Р ИСО 1999–2017 и оценка фактического риска по данным эпидемиологических исследований показали, что риск ПНСТ зависит как от экспозиции шума, так и от возраста.

По мере увеличения уровня действующего на работника шума риск ПНСТ в большей степени становится детерминированным действием шума, что подтверждается показателями вероятностного риска по ГОСТ Р ИСО 1999–2017 и фактического риска, определённого по результатам клинично-аудиологического исследования.

При уровнях шума $L_{экв} = 85; 90$ и 95 дБА вероятностный риск, рассчитанный в соответствии с ГОСТ Р ИСО 1999–2017, совпадает с фактическим риском, установленным по данным эпидемиологических исследований. Для высокоинтенсивного шума $L_{экв} = 100$ дБА, по данным нашего исследования, выявлены расхождения в величинах вероятностного и фактического рисков ПНСТ, что диктует необходимость продолжения исследований в этой области.

Литература

(п.п. 6, 7, 10–12 см. References)

1. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 году». М.; 2020.
2. Дроздова Т.В. Нейросенсорная тугоухость профессионального генеза как дезадаптационный процесс головного мозга. *Российская оториноларингология*. 2007; (1): 61–5.
3. Рукавишников В.С., Панков В.А., Кулешова М.В., Картапольцева Н.В., Русанова Д.В., Бодиевская Г.М. и соавт. Теории сенсорного конфликта при воздействии физических факторов: основные положения и закономерности формирования. *Медицина труда и промышленная экология*. 2015; (4): 1–6.
4. Федина И.Н., Преображенская Е.А., Серебряков П.В., Панкова В.Б. Экстраауральные эффекты при профессиональной тугоухости. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(6): 531–6. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-6-531-536> (in Russian)
5. Панкова В.Б., Преображенская Е.А., Федина И.Н. Профессиональный риск нарушений слуха на фоне сердечно-сосудистой патологии у работников «шумовых» производств. *Вестник оториноларингологии*. 2016; (5): 45–9. <https://doi.org/10.17116/otorino201681545-49>
6. Денисов Э.И., Аденинская Е.Е., Еремин А.Л., Курьеров Н.Н. Профессиональная потеря слуха – проблема здоровья и безопасности. *Медицина труда и промышленная экология*. 2014; (7): 45–7.
7. Петрова Н.Н., Петрова Е.В. Оценка психоэмоционального статуса пациентов с профессиональными нарушениями слуха. *Медицина труда и промышленная экология*. 2017; (9): 151–2.
8. Денисов Э.И. Шум на рабочем месте: ПДУ, оценка риска и прогнозирование потери слуха. *Анализ риска здоровью*. 2018; (3): 13–23. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.3.02>
9. Прокопенко Л.В., Курьеров Н.Н., Лагутина А.В., Почтарева Е.С. Определение и оценка группового избыточного (атрибутивного) риска потерь слуха от шума. *Медицина труда и промышленная экология*. 2019; (4): 212–8. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-212-218>

References

1. State Report «On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2019». Moscow; 2020. (in Russian)
2. Drozdova T.V. Occupational hearing loss as a disadaptation process of the brain. *Rossiyskaya otorinolaringologiya*. 2007; (1): 61–5. (in Russian)
3. Rukavishnikov V.S., Pankov V.A., Kuleshova M.V., Kartapol'tseva N.V., Rusanova D.V., Bodienkova G.M., et al. On theory of sensory conflict under exposure to physical factors: main principles and concepts of formation. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2015; (4): 1–6. (in Russian)
4. Fedina I.N., Preobrazhenskaya E.A., Serebryakov P.V., Pankova V.B. Extraaural effects in the occupational hearing loss. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2018; 97(6): 531–6. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-6-531-536> (in Russian)
5. Pankova V.B., Preobrazhenskaya E.A., Fedina I.N. The occupational risk of hearing impairment associated with cardiovascular pathologies in the subjects engaged of “noisy” industries. *Vestnik otorinolaringologii*. 2016; (5): 45–9. <https://doi.org/10.17116/otorino201681545-49> (in Russian)
6. Basner M., Babisch W., Davis A., Brink M., Clark C., Janssen S., et al. Auditory and non-auditory effects of noise on health. *Lancet*. 2014; 383(9925): 1325–32. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(13\)61613-x](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(13)61613-x)
7. Skogstad M., Johannessen H.A., Tynes T., Mehlum I.S., Nordby K.C., Lie A. Systematic review of the cardiovascular effects of occupational noise. *Occup. Med. (Lond)*. 2016; 66(6): 500. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqw113>
8. Denisov E.I., Adeninskaya E.E., Eremin A.L., Kur'evov N.N. Occupational deafness – problem of health and safety. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2014; (7): 45–7. (in Russian)
9. Petrova N.N., Petrova E.V. Evaluation of psychoemotional state of patients with professional hearing loss. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2017; (9): 151–2. (in Russian)
10. Robinson D.W. Noise exposure and hearing: A new look at the experimental data. *Health and Safety Executive Contract Research Report*. 1987; (1).
11. Starck J., Pyykko I., Toppila E., Pekkarinen J. Do the models assess noise-induced hearing loss correctly? *ACES*. 1996; 7(3): 21–6.
12. Toppila E., Pyykko I., Starck J. Age and noise-induced hearing loss. *Scan. Audiol*. 2001; 30(4): 236–44.
13. Denisov E.I. Noise at a workplace: permissible level, risk assessment and hearing loss prediction. *Анализ риска здоровью*. 2018; (3): 13–23. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.3.02> (in Russian)
14. Prokopenko L.V., Kur'evov N.N., Lagutina A.V., Pochtareva E.S. Calculation and assessment noise induced hearing loss excess risk in group of population. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2019; (4): 212–8. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-212-218> (in Russian)