

Читать
онлайн
Read
online

Преображенская Е.А., Сухова А.В., Яцына И.В.

Методика оценки вероятности потери слуха, вызванной шумом

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. Прогнозирование профессиональной потери слуха является перспективным направлением в охране здоровья работников промышленных предприятий.

Цель исследования — разработать и апробировать методику оценки вероятности потери слуха, вызванной шумом, с учётом количественных критериев оценки степени снижения слуха, принятых в Российской Федерации для разработки риск-ориентированных профилактических программ.

Материалы и методы. Оценка вероятности потери слуха, вызванной шумом, проводится в соответствии с ГОСТ Р ИСО 1999–2017 и включает определение возрастных, шумовых и общих потерь слуха. Для количественной оценки степени снижения слуха используется комбинация аудиометрических частот 500; 1000; 2000; 4000 Гц в соответствии с классификацией степени потери слуха, вызванной шумом. Вероятность профессиональной потери слуха, вызванной шумом (%), определяют путём построения графика распределения вероятностных порогов слышимости, обусловленных возрастом и шумом, для соответствующих перцентилей (10; 50; 90%).

Результаты. Разработанная методика дополняет и конкретизирует требования ГОСТ Р ИСО 1999–2017 в отношении комбинации аудиометрических частот, по которым проводится оценка вероятности потери слуха, вызванной шумом, граничных порогов слышимости, превышение которых свидетельствует о наличии определённой степени снижения слуха. На основании разработанной методики рассчитаны вероятностные пороги слышимости при экспозиции шума 85; 90; 95; 100 дБА. Определена вероятность профессиональной потери слуха в зависимости от возраста, стажа работы и экспозиции шума.

Ограничения исследования. Ограничения исследования определены особенностями модели оценки потери слуха вследствие воздействия шума по ГОСТ ИСО 1999–2017 и критериями оценки степени снижения слуха у работающих в шуме на аудиометрических частотах 500; 1000; 2000; 4000 Гц.

Заключение. Разработанный алгоритм позволит определить вероятность потери слуха, вызванной шумом, прогнозировать сроки развития профессиональной потери слуха в зависимости от интенсивности и длительности воздействия шума, возраста работника, разрабатывать риск-ориентированные профилактические программы.

Ключевые слова: шум; вероятность потери слуха, вызванной шумом; работники промышленных предприятий; профессиональная потеря слуха; аудиологические показатели; признаки воздействия шума; профессиональная нейросенсорная тугоухость

Соблюдение этических стандартов. Исследование не требует заключения комитета по биомедицинской этике или иных документов.

Для цитирования: Преображенская Е.А., Сухова А.В., Яцына И.В. Методика оценки вероятности потери слуха, вызванной шумом. *Гигиена и санитария*. 2023; 102(12): 1286–1291. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-12-1286-1291> <https://elibrary.ru/hedbhk>

Для корреспонденции: Преображенская Елена Александровна, доктор мед. наук, вед. науч. сотр. научно-диагностического отделения функциональных методов исследования Института общей и профессиональной патологии ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора. E-mail: elenapreob@yandex.ru

Участие авторов: Преображенская Е.А. — концепция исследования, сбор и обработка материала, работа с литературными источниками, написание текста, редактирование; Сухова А.В. — концепция исследования, написание текста, работа с литературными источниками, редактирование; Яцына И.В. — концепция исследования, редактирование. *Все соавторы* — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

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

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила: 30.10.2023 / Принята к печати: 15.11.2023 / Опубликовано: 28.12.2023

Elena A. Preobrazhenskaya, Anna V. Sukhova, Irina V. Yatsyna

Methodology for assessing the probability of hearing loss caused by noise

Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of the Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing, Mytishchi, 141014, Russian Federation

Introduction. Predicting occupational hearing loss is a promising direction in the health protection of industrial workers.

The purpose of the study is to develop and test a methodology for assessing the probability of hearing loss caused by noise, taking into account quantitative criteria for assessing the degree of hearing loss adopted in the Russian Federation.

Materials and methods. The assessment of the probability of hearing loss caused by noise is carried out in accordance with GOST R ISO 1999–2017 and includes the determination of age, noise, and general hearing loss. To quantify the degree of hearing loss, a combination of audiometric frequencies of 500, 1000, 2000, 4000 Hz is used in accordance with the classification of the degree of hearing loss caused by noise. The probability of occupational hearing loss caused by noise (%) is determined by plotting the distribution of probabilistic hearing thresholds due to age and noise for the corresponding percentiles (10, 50, 90%).

Results. The developed methodology complements and specifies the requirements of GOST R ISO 1999–2017 with respect to the combination of audiometric frequencies, according to which the probability of hearing loss caused by noise is assessed. The boundary thresholds of audibility, the excess of which indicates the presence of a certain degree of hearing loss. Based on the developed methodology, the probabilistic thresholds of audibility at noise exposure of 85, 90, 95, 100 dBA are calculated. The probability of occupational hearing loss is determined depending on age, work experience, and noise exposure.

Limitations. The limitations of the study are determined by the features of the model for assessing hearing loss due to noise exposure according to GOST ISO 1999–2017 and the criteria for assessing the degree of hearing loss in noise workers at audiometric frequencies of 500, 1000, 2000, 4000 Hz.

Original article

Conclusion. The developed algorithm will make it possible to determine the probability of hearing loss caused by noise, predict the timing of the development of occupational hearing loss depending on the intensity and duration of noise exposure, the age of the employee, and develop risk-oriented preventive programs.

Keywords: noise; probability of hearing loss caused by noise; industrial workers; occupational hearing loss; audiological indicators; signs of noise exposure; occupational sensorineural hearing loss

Compliance with ethical standards. The study does not require the conclusion of the Biomedical ethics committee or other documents.

For citation: Preobrazhenskaya E.A., Sukhova A.V., Yatsyna I.V. Methodology for assessing the probability of hearing loss caused by noise. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2023; 102(12): 1286–1291. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2023-102-12-1286-1291> <https://elibrary.ru/hedbhk> (In Russ.)

For correspondence: Elena A. Preobrazhenskaya, MD, PhD, DSci., Leading Researcher of the Scientific and Diagnostic Department of Functional Research Methods, Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman of the Federal Service for Supervision in Protection of the Rights of Consumer and Man Wellbeing, Mytishchi, 141014, Russian Federation. E-mail: elenapreb@yandex.ru

Information about the authors:

Preobrazhenskaya E.A., <https://orcid.org/0000-0003-1941-0491> Sukhova A.V., <https://orcid.org/0000-0002-1915-1138>
Yatsyna I.V., <https://orcid.org/0000-0002-8650-8803>

Contribution: Preobrazhenskaya E.A. – research concept, collection and processing of material, work with literary sources, writing text, editing; Sukhova A.V. – research concept, writing text, work with literary sources, editing; Yatsyna I.V. – research concept, editing. All authors are responsible for the integrity of all parts of the manuscript and approval of the manuscript final version.

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

Acknowledgement. The study had no sponsorship.

Received: October 30, 2023 / Accepted: November 15, 2023 / Published: December 28, 2023

Введение

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

Шум является одним из наиболее распространённых физических факторов по числу объектов, не отвечающих санитарно-гигиеническим требованиям. По данным «Результатов мониторинга охраны и условий труда в Российской Федерации в 2021 году», шум занимает лидирующие позиции по количеству рабочих мест с вредными условиями труда в следующих видах экономической деятельности: добыча полезных ископаемых (20,35%), обрабатывающие производства (13,93%), сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство (7,62%); организации, осуществляющие водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов (8,69%); строительство (6,16%)¹.

Доля рабочих мест на промышленных предприятиях, не соответствующих гигиеническим нормативам по шуму, составляет 15,48%².

В структуре профессиональных заболеваний на первом месте заболевания и их последствия, связанные с воздействием производственных физических факторов, доля которых составила 47,11% (от всех впервые выявленных профессиональных заболеваний в РФ в 2022 г.). Наибольшая доля всех случаев профзаболеваний в данной группе приходится на потерю слуха, вызванную воздействием производственного шума, – 56,07%.

Снижение слуха существенно влияет на безопасность труда в условиях вредных и опасных факторов производственной среды, ограничивает коммуникативные связи и профессиональную деятельность, ухудшает качество жизни, нередко приводит к стойкой утрате трудоспособности. Поэтому проблема профилактики, определения вероятности потери слуха, вызванной шумом, сохраняет свою актуальность для снижения профессионального риска.

Контроль экспозиции шума, прогноз вероятности потери слуха, аудиометрический контроль при периодических

медицинских осмотрах и меры профилактики должны быть комплексом мер в программах сохранения слуха [1].

Остаётся ряд нерешённых вопросов, касающихся поиска адекватных технологий для анализа, количественной оценки и прогнозирования вероятности потери слуха, вызванной производственным шумом, обеспечения безопасных условий труда и охраны здоровья работников.

В настоящее время оценка профессионального риска, обусловленного воздействием шума, проводится с Руководством Р 2.2.1766–03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки»³. Существенным недостатком этой методологии является отсутствие возможности количественной оценки риска профессиональной потери слуха с учётом степени снижения слуха и повышения порогов слышимости, что ограничивает возможности эффективного управления этим риском.

В научных исследованиях особое внимание уделяется количественной оценке профессионального риска потери слуха с применением вероятностных методов, позволяющих прогнозировать уровни профессиональной заболеваемости, степень нарушения здоровья и проводить категорирование риска [2–5].

Для прогнозирования риска профессиональной потери слуха наиболее перспективным представляется метод расчёта вероятностных порогов слышимости в зависимости от возраста, интенсивности и длительности воздействия шума, представленный в Национальном стандарте ГОСТ Р ИСО 1999–2017 «Акустика. Оценка потери слуха вследствие воздействия шума» (далее – ГОСТ Р ИСО 1999–2017)⁴, соответствующий Международному стандарту ISO 1999:2013 «Акустика. Оценка потери слуха вследствие воздействия шума»⁵, основанному на многолетней практике изучения зависимости доза-эффект. ГОСТ Р ИСО 1999 содержит статистические данные для определения порогов слышимости, обусловленных возрастом и воздействием шума различного уровня, но не регламентирует частоты и комбинации частот, по которым проводится оценка снижения слуха, не устанавливает

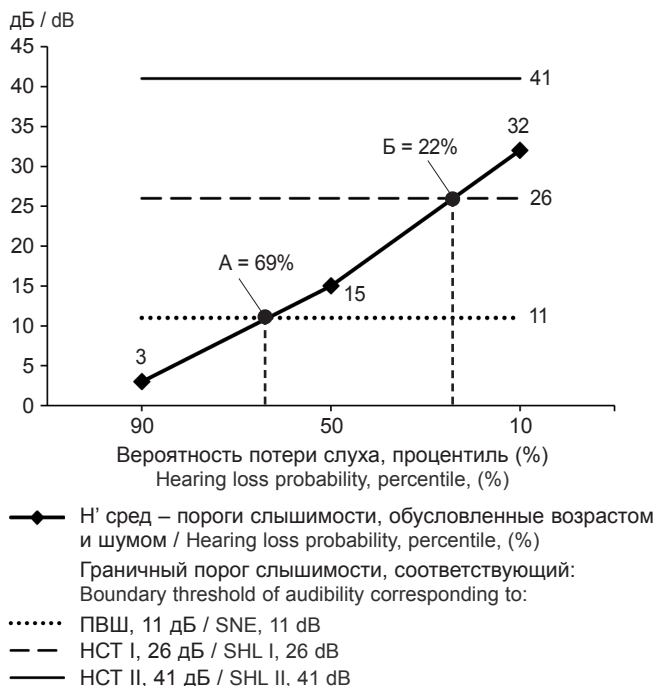
³ Руководство Р 2.2.1766–03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки».

⁴ ГОСТ Р ИСО 1999–2017 Национальный стандарт Российской Федерации. «Акустика. Оценка потери слуха вследствие воздействия шума», введённый приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17.10.2017 г. № 1435-ст (далее – ГОСТ Р ИСО 1999–2017).

⁵ Международный стандарт ISO 1999:2013 «Акустика. Оценка потери слуха вследствие воздействия шума» (ISO 1999:2013 «Acoustics – Estimation of noise-induced hearing», IDT).

¹ Результаты мониторинга условий и охраны труда в Российской Федерации в 2021 году. Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации, ФГБУ «ВНИИ труда» Минтруда России.

² О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2022 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2023.



Определение вероятности потери слуха для работника в возрасте 50 лет, подвергающегося воздействию шума 95 дБА, со стажем работы 20 лет. А – вероятность потери слуха, соответствующая ПВШ; Б – вероятность потери слуха, соответствующая НСТ I степени.

Determination of the probability of hearing loss for an employee aged 50 years, exposed to 95 dBA noise, with 20 years of work experience. SNE – signs of noise exposure, SHL – sensorineural hearing loss, A – the probability of hearing loss corresponding to the SNE, Б – the probability of hearing loss corresponding to SNL of the 1st degree.

лишает пограничный порог слышимости, превышение которого свидетельствует о наличии нарушения слуха. Поэтому для практического применения ГОСТ Р ИСО 1999–2017 должен быть дополнен положениями, устанавливающими критерии оценки степени снижения слуха, принятыми в конкретной стране.

До 2018 г. в практике ЛОР-профпатологии применялись критерии оценки степени снижения слуха у работников «шумовых» профессий, изложенные в документах^{6,7}, с определением среднеарифметической величины порогов слуха на трёх частотах (500; 1000; 2000 Гц) и отдельно на частоте 4000 Гц, что не соответствовало международной классификации, предполагающей оценку степени потери слуха по четырём частотам (500; 1000; 2000; 4000 Гц) [6]. Данное обстоятельство определило необходимость дальнейшей доработки количественных критериев оценки слуха, результатом которой явилась классификация степени потери слуха у работающих в шуме, представленная в клинических рекомендациях «Потеря слуха, вызванная шумом»⁸ [7]. Вышеназванная классификация и критерии оценки степени потери слуха разработаны с учётом требований охраны труда и безопасности на рабочем месте, критериями медико-социальной экспертизы, приоритетами ранней диагностики и своевременной реализации профилактических программ [6, 8].

⁶ ГОСТ 12.4.062–78 ССБТ. Шум. Методы определения потерь слуха человека.

⁷ Диагностика, экспертиза трудоспособности и профилактика профессиональной сенсоневральной тугоухости. Методические рекомендации. Письмо МЗ РФ от 06 ноября 2012 г. № 14-1/10/2-3508. М., 2012.

⁸ Клинические рекомендации «Потеря слуха, вызванная шумом», 2018.

Цель исследования – разработать и апробировать методику оценки вероятности потери слуха, вызванной шумом, с учётом количественных критериев оценки степени снижения слуха, принятых в Российской Федерации для разработки риск-ориентированных профилактических программ.

Материалы и методы

Методика оценки вероятности потери слуха, вызванной шумом, включает определение следующих показателей:

- определение вероятностных порогов слышимости в зависимости от возраста, стажа работы, экспозиции шума, дБ;
- расчёт вероятности потери слуха, вызванной шумом, %.

Для количественной оценки степени снижения слуха используется комбинация аудиометрических частот 500; 1000; 2000; 4000 Гц в соответствии с классификацией степени потери слуха, вызванной шумом [6, 8]. Вероятностные пороги слышимости определяли для частот 500; 1000; 2000 и 4000 Гц и рассчитывали вероятностный среднеарифметический порог слышимости на этих частотах. Если среднеарифметический порог слышимости находился в пределах 11–25 дБ, то у работника определялись признаки воздействия шума (ПВШ) (трудоспособен в профессии), 26–40 дБ – нейросенсорная тугоухость I степени (НСТ I) (трудоспособность не ограничена), 41–55 дБ – нейросенсорная тугоухость II степени (НСТ II) (нетрудоспособен в своей профессии).

Определение вероятностных порогов слышимости проводили в соответствии с ГОСТ Р ИСО 1999–2017 и включали определение возрастных, шумовых и общих потерь слуха.

Расчёт вероятностных порогов слышимости выполнялся по формуле:

$$H' = H + N - H \cdot N / 120 \text{ (дБ)}, \quad (1)$$

где H' – вероятностный порог слышимости, обусловленный возрастом и шумом, дБ; H – вероятностный порог слышимости, связанный с возрастом, дБ; N – вероятностный порог слышимости, вызванный шумом, дБ.

Последний член формулы учитывается при значениях $H + N > 40$ дБ.

Вероятностные пороги слышимости определялись для различных процентилей (10; 50; 90%) в зависимости от возраста, стажа работы и стажевой экспозиции шума. Процентиль 90% отражает минимальные пороги слуха, процентиль 50% – средние значения, процентиль 10% – максимальные значения порогов слуха.

На первом этапе определяют вероятностный порог слышимости, связанный с возрастом (H) для каждой аудиометрической частоты: H_{500} , H_{1000} , H_{2000} , H_{4000} Гц по приложению А (ГОСТ Р ИСО 1999–2017).

На втором этапе определяют значения порогов слышимости, связанных с шумом (N), для каждой аудиометрической частоты N_{500} , N_{1000} , N_{2000} , N_{4000} Гц по приложению Д (ГОСТ Р ИСО 1999–2017).

На третьем этапе определяют порог слышимости, связанный с возрастом и шумом (H'), для аудиометрических частот H'_{500} , H'_{1000} , H'_{2000} , H'_{4000} Гц по формуле (1).

На четвёртом этапе определяется среднеарифметическое значение порога слышимости, обусловленного возрастом и шумом ($H'_{\text{сред}}$) на частотах 500; 1000; 2000; 4000 Гц.

На пятом этапе полученные значения вероятностных порогов слышимости от возраста и шума ($H'_{\text{сред}}$ на частотах 500; 1000; 2000; 4000 Гц) сопоставляют с критериями оценки степени снижения слуха у работающих в шуме и определяют степень снижения слуха (ПВШ, НСТ I ст., НСТ II ст.) для каждого процентиля.

Вероятность профессиональной потери слуха, вызванной шумом (%), определяют путём построения графика распределения вероятностных порогов слышимости, обусловленных возрастом и шумом, для соответствующих процентилей.

Точка пересечения графика с граничным порогом слышимости 11 дБ соответствует вероятности развития признаков воздействия шума (ПВШ).

Таблица 1 / Table 1

Вероятностные пороги слышимости на частотах 500; 1000; 2000; 4000 Гц ($H'_{\text{сред.}}$, дБ) при экспозиции шума 85; 90; 95; 100 дБА
 Probabilistic thresholds of audibility (H' environments, dB) at frequencies of 500; 1000; 2000; 4000 Hz with noise exposure of 85; 90; 95; 100 dBA

Возраст, лет Age, years	Вероятностные пороги слышимости ($H'_{\text{сред.}}$, дБ) на частотах 500; 1000; 2000; 4000 Гц, дБ Probabilistic audibility thresholds (H' environments, dB) at frequencies 500; 1000; 2000; 4000 Hz, dB											
	Стаж работы в условиях воздействия шума, лет / Work experience in conditions of noise exposure, years											
	10			20			30			40		
	Процентиль, % / Percentile, %											
	90	50	10	90	50	10	90	50	10	90	50	10
<i>Уровень шума $L_{\text{экв}} = 85$ дБА / Noise level $L_{\text{eq}} = 85$ dBA</i>												
30	-5.8	2.8	12.8	–	–	–	–	–	–	–	–	–
40	-4.3	5.3	17.0	-3.8	5.5	17.5	–	–	–	–	–	–
50	-2.0	9.3	22.8	-1.5	9.5	23.2	1.3	9.5	23.3	–	–	–
60	1.0	14.8	31.5*	1.5	15	31.9*	1.8	15	31.9*	1.8	15.5	31.9*
<i>Уровень шума $L_{\text{экв}} = 90$ дБА / Noise level $L_{\text{eq}} = 90$ dBA</i>												
30	-4.8	4.5	16.0	–	–	–	–	–	–	–	–	–
40	-3.3	7.0	20.3	-2.3	8.0	21.5	–	–	–	–	–	–
50	-1.0	11.0	25.4	0	12.0	26.4*	0.5	12.5	26.8*	–	–	–
60	2.0	16.5	33.8*	3.0	16.7	34.6*	3.5	17.2	35.0*	4.0	17.5	35.5*
<i>Уровень шума $L_{\text{экв}} = 95$ дБА / Noise level $L_{\text{eq}} = 95$ dBA</i>												
30	-3.0	8.0	22.0	–	–	–	–	–	–	–	–	–
40	-1.5	10.5	25.0	0.8	12.5	27.3*	–	–	–	–	–	–
50	0.8	14.5	30.5*	3.0	16.5	32.6*	4.0	18.0	32.8*	–	–	–
60	3.8	18.9	37.7*	6.0	20.7	39.3*	7.0	22.0	40.2*	7.8	22.8	41.1**
<i>Уровень шума $L_{\text{экв}} = 100$ дБА / Noise level $L_{\text{eq}} = 100$ dBA</i>												
30	-0.3	13.5	30.8*	–	–	–	–	–	–	–	–	–
40	1.3	16.0	34.3*	5.5	19.7	37.8*	–	–	–	–	–	–
50	3.5	19.0	38.4*	7.8	23.0	42.3**	10.3	25.3	44.8**	–	–	–
60	6.5	23.8	45.2**	10.8	27.7*	48.8**	13.3	30.0*	51.0**	15.0	31.6*	52.8**

Примечание. * – вероятность потери слуха, вызванной шумом, соответствующей НСТ I степени (граничный порог слышимости > 26 дБ); ** – вероятность потери слуха, вызванной шумом, соответствующей НСТ II степени (граничный порог слышимости > 41 дБ).

Note: * – the probability of hearing loss caused by noise corresponding to grade I SNL (hearing threshold > 26 dB); ** – the probability of hearing loss caused by noise corresponding to grade II SNL (hearing threshold > 41 dB).

Точка пересечения графика с граничным порогом слышимости 26 дБ соответствует вероятности развития НСТ I степени.

Точка пересечения графика с граничным порогом слышимости 41 дБ соответствует вероятности развития НСТ II степени.

Определение вероятности профессиональной потери слуха от воздействия шума представлено на рисунке.

Результаты

В табл. 1 представлены результаты расчёта вероятностных порогов слышимости, обусловленные шумом и возрастом, для стажевых групп 10; 20; 30; 40 лет и экспозиции шума 85; 90; 95; 100 дБА.

Например, для работника в возрасте 50 лет со стажем работы 20 лет в условиях воздействия шума интенсивностью

95 дБА максимальное повышение порогов слышимости составляет 32,6 дБ, что соответствует НСТ I степени. Среднее повышение порогов слышимости для процентиля 50% составляет 16,5 дБ, что соответствует ПВШ. Минимальное повышение порогов слышимости для процентиля 90% составляет 3 дБ, что соответствует норме.

В табл. 2 приведены результаты расчёта вероятности потери слуха в зависимости от трёх основных этиологических факторов, влияющих на снижение слуха: возраста, стажа работы и экспозиции шума.

Как представлено в табл. 2, для работника в возрасте 50 лет со стажем работы 20 лет в условиях воздействия шума интенсивностью $L_{\text{экв}} = 95$ дБА вероятность развития признаков воздействия шума составляет 69%, НСТ I от воздействия шума – 22%. Вероятность потери трудоспособности, обусловленной формированием НСТ II, составит 3%.

Таблица 2 / Table 2

Вероятность профессиональной потери слуха, вызванной шумом, %
Probability of occupational hearing loss caused by noise, %

Возраст, лет Age, years	Вероятность потери слуха, % / Probability of hearing loss, %								
	Стаж работы 10 лет Work experience of 10 years			Стаж работы 20 лет Work experience of 20 years			Стаж работы 30 лет Work experience of 30 years		
	Степень снижения слуха / Degree of hearing loss								
	ПВШ SNE	НСТ I SHL I	НСТ II SHL II	ПВШ SNE	НСТ I SHL I	НСТ II SHL II	ПВШ SNE	НСТ I SHL I	НСТ II SHL II
<i>Уровень шума L экв = 85 дБА / Noise level L eq = 85 dBA</i>									
30	16	0	0	—	—	—	—	—	—
40	27	0	0	27	0	0	—	—	—
50	42	6	0	42	6	0	42	6	0
60	65	21	1	65	21	1	65	21	1
<i>Уровень шума L экв = 90 дБА / Noise level L eq = 90 dBA</i>									
30	25	0	0	—	—	—	—	—	—
40	35	2	0	39	4	0	—	—	—
50	50	8	0	56	10	0	56	12	0
60	71	26	3	73	28	5	74	28	5
<i>Уровень шума L экв = 95 дБА / Noise level L eq = 95 dBA</i>									
30	39	5	0	—	—	—	—	—	—
40	48	8	0	55	12	0	—	—	—
50	62	17	0	69	22	3	75	25	3
60	77	33	7	81	38	9	83	40	9
<i>Уровень шума L экв = 100 дБА / Noise level L eq = 100 dBA</i>									
30	60	18	1	—	—	—	—	—	—
40	67	24	3	78	34	7	—	—	—
50	73	30	7	84	40	14	87	44	16
60	82	45	16	90	56	22	94	63	27

Примечание. ПВШ – признаки воздействия шума; НСТ I – нейросенсорная тугоухость I степени; НСТ II – нейросенсорная тугоухость II степени.

Note: SNE – signs of noise exposure; SHL I – sensorineural hearing loss of I degree; SHL II – sensorineural hearing loss of II degree.

Обсуждение

Анализ литературных источников показал, что стандарт ISO 1999:2013, принятый в нашей стране в качестве национального стандарта ГОСТ ИСО 1999–2017, используется для оценки и прогнозирования профессионального риска потери слуха [9–14]. На основе стандарта ISO 1999:2013 предлагается алгоритм оценки эффектов производственного акустического шума и идентификации обнаруженного у работника заболевания в качестве профессионального [15]. Стандарт ISO 1999:2013 может использоваться в качестве раннего предупреждения потери слуха [16].

С использованием модели стандарта ISO 1999:2013 (ГОСТ ИСО Р 1999–2017) имеются разработки по расчёту группового избыточного риска потери слуха и шкалы его оценки [3, 17].

Ранее предложенные методики определения вероятности потери слуха на основе ISO 1999:2013 (ГОСТ ИСО Р 1999–2017) использовали устаревшие на настоящий момент критерии, предполагающие оценку степени снижения слуха на трёх частотах 500; 1000; 2000 Гц [5, 15, 18, 19].

Критерии оценки профессиональной потери слуха, использованные в настоящей методике, учитывают сохранение здоровья и безопасность работника (восприятие акустической обстановки на рабочем месте, речевых сообщений, предупредительных сигналов), наличие значимого с социальных позиций нарушения слуха [6], приоритеты ранней диагностики нарушений слуха от шума и индивидуальных программ реабилитации слуха [20].

Разработанная методика дополняет и конкретизирует требования ГОСТ Р ИСО 1999–2017 в отношении комбинации аудиометрических частот, по которым проводится оценка вероятности потери слуха, вызванной шумом, граничных порогов слышимости, превышение которых свидетельствует о наличии определённой степени снижения слуха.

Разработанная методика может использоваться для гигиенической оценки и профилактики профессионального риска, связанного с воздействием шума, специалистами медико-профилактического профиля, ведомствами и организациями, принимающими участие в обеспечении безопасных условий труда и охране здоровья работников.

Ограничения исследования. Ограничения исследования определены особенностями модели оценки потери слуха вследствие воздействия шума по ГОСТ ИСО 1999–2017 и критериями оценки степени снижения слуха у работающих в шуме на аудиометрических частотах 500; 1000; 2000; 4000 Гц.

Заключение

Представлена методика расчёта вероятности потери слуха, вызванной шумом, с учётом критериев оценки степени

снижения слуха, принятых в Российской Федерации, на основе ГОСТ Р ИСО 1999–2017.

Разработанная методика позволяет определить вероятность потери слуха, вызванной шумом, прогнозировать сроки развития профессиональной потери слуха в зависимости от интенсивности и длительности воздействия шума, возраст от работника, формировать стажевые группы риска, разрабатывать риск-ориентированные профилактические программы по минимизации профессионального риска для здоровья промышленных рабочих.

Литература

(п.п. 10–14, 16 см. References)

- 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> <https://elibrary.ru/yckcdz>
- Зайцева Н.В., Шур П.З., Алексеев В.Б., Савочкина А.А., Савочкин А.И., Хрущева Е.В. Методические подходы к оценке категорий профессионального риска, обусловленного различными видами нарушений здоровья работников, связанными с комплексом факторов рабочей среды и трудового процесса. *Анализ риска здоровью*. 2020; (4): 23–30. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2020.4.03> <https://elibrary.ru/kixqvo>
- 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; 59(4): 212–18. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-212-218> <https://elibrary.ru/anercb>
- Черный К.А., Белокрылова Е.Л. Методика оценки профессионального риска здоровью работников при воздействии производственного шума. *Безопасность жизнедеятельности*. 2021; (7): 19–24. <https://elibrary.ru/ukurpw>
- Федорович Г.В. О гигиенических основаниях нормирования шума. *Безопасность и охрана труда*. 2015; (3): 57–63. <https://elibrary.ru/umzbwt>
- Панкова В.Б. Значение количественной оценки потери слуха у лиц, работающих в условиях воздействия повышенной шумовой нагрузки. *Вестник оториноларингологии*. 2018; 83(3): 33–6. <https://doi.org/10.17116/otorino201883333> <https://elibrary.ru/usntmz>
- Статья Р. Клинические рекомендации. Потеря слуха, вызванная шумом (проект). *Медицина труда и промышленная экология*. 2018; 58(2): 42–63. <https://elibrary.ru/ytbqmb>
- Панкова В.Б., Федина И.Н., Андреева И.В., Башмакова Е.Е., Бобошко М.Ю., Бомштейн Н.Г. и др. *Профессиональные заболевания ЛОР-органов: руководство для врачей*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2023. <https://doi.org/10.33029/9704-7704-5-ENT-2023-1-552> <https://elibrary.ru/dfmlpq>
- Андрюняк И.В. Анализ и оценка риска условий труда машиниста паровых турбин. *Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии*. 2021; 14(5): 520–37. <https://doi.org/10.17516/1999-494X-0330> <https://elibrary.ru/igrldj>
- Федорович Г.В. Идентификация заболевания в качестве профессионального. *Безопасность и охрана труда*. 2018; (1): 23–7. <https://elibrary.ru/ywqmlh>
- Прокопенко Л.В., Курьеров Н.Н., Лагутина А.В., Почтарева Е.С. Обоснование риск-ориентированных гигиенических критериев и классификации условий труда по шуму с учётом группового атрибутивного (избыточного) риска потери слуха. *Медицина труда и промышленная экология*. 2022; 62(3): 185–92. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-3-185-192> <https://elibrary.ru/dmdvwx>
- Федотова И.В., Черникова Е.Ф., Некрасова М.М. *Методические основы оценки профессионального риска: учебное пособие*. Нижний Новгород: МедиаЛ; 2022. <https://elibrary.ru/jtgmpc>
- Денисов Э.И., Илькаева Е.Н. Шум и риск потери слуха. В кн.: Измеров Н.Ф., Денисов Э.И., ред. *Профессиональный риск для здоровья работников: руководство*. М.: Тривант; 2003: 114–24. <https://elibrary.ru/rxfzfbz>
- Дайхес Н.А., Бухтияров И.В., Таварткиладзе Г.А., Панкова В.Б., Федина И.Н. Основные положения клинических рекомендаций «Потеря слуха, вызванная шумом». *Вестник оториноларингологии*. 2019; 84(5): 15–9. <https://doi.org/10.17116/otorino20198405115> <https://elibrary.ru/senmsy>

References

- Denisov E.I. Noise at a workplace: permissible noise levels, risk assessment and hearing loss prediction. *Analiz riska zdorov'yu*. 2018; (3): 13–23. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.3.02> <https://elibrary.ru/dcnisy>
- Zaytseva N.V., Shur P.Z., Alekseev V.B., Savochkina A.A., Savochkin A.I., Khrushcheva E.V. Methodical approaches to assessing categories of occupational risk predetermined by various health disorders among workers related to occupational and labor process factors. *Analiz riska zdorov'yu*. 2020; (4): 24–31. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2020.4.03> <https://elibrary.ru/ipsuzd>
- Prokopenko L.V., Kur'evov N.N., Lagutina A.V., Pochtareva E.S. Identification and assessment of the group redundant (attributive) risk of hearing loss from noise. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2019; 59(4): 212–18. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-4-212-218> <https://elibrary.ru/anercb> (in Russian)
- Chernyy K.A., Belokrylova E.L. Method of occupational health risk assessment of workers in industrial noise impact. *Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti*. 2021; (7): 19–24. <https://elibrary.ru/ukurpw> (in Russian)
- Fedorovich G.V. The hygienic bases of noise restriction. *Bezopasnost' i okhrana truda*. 2015; (3): 57–63. <https://elibrary.ru/umzbwt> (in Russian)
- Pankova V.B. The importance of the quantitative assessment of the hearing impairment in the subjects employed under conditions of enhanced noise. *Vestnik otorinolaringologii*. 2018; 83(3): 33–6. <https://doi.org/10.17116/otorino201883333> <https://elibrary.ru/usntmz> (in Russian)
- Stat'ya R. Clinical recommendations. Hearing loss due to noise (project). *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2018; (2): 42–63. <https://elibrary.ru/ytbqmb> (in Russian)
- Pankova V.B., Fedina I.N., Andreeva I.V., Bashmakova E.E., Boboshko M.Yu., Bomshteyn N.G., et al. *Occupational Diseases of ENT Organs: A Guide for Doctors [Professional'nye zabolevaniya LOR-organov: rukovodstvo dlya vrachey]*. Moscow: GEOTAR-Media; 2023. <https://doi.org/10.33029/9704-7704-5-ENT-2023-1-552> (in Russian)
- Andrunyak I.V. Analysis and risk assessment of the working conditions of a steam turbine operator. *Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Seriya: Tekhnika i tekhnologii*. 2021; 14(5): 520–37. <https://doi.org/10.17516/1999-494X-0330> <https://elibrary.ru/igrldj> (in Russian)
- Wang X., Hu W. Application of ISO 1999:2013 (E) model in risk assessment of hearing loss caused by industrial noise. *Wei Sheng Yan Jiu*. 2022; 51(4): 650–5. <https://doi.org/10.19813/j.cnki.weishengyanjiu.2022.04.025> (in Chinese)
- Deng Y., Liu A., Wang D., Li X., Zheng J., Hu W. Risk assessment of hearing loss of noise workers in three petrochemical enterprises. *Wei Sheng Yan Jiu*. 2022; 51(6): 918–33. <https://doi.org/10.19813/j.cnki.weishengyanjiu.2022.06.011> (in Chinese)
- Sliwiska-Kowalska M. New trends in the prevention of occupational noise-induced hearing loss. *Int. J. Occup. Med. Environ. Health*. 2020; 33(6): 841–48. <https://doi.org/10.13075/ijomh.1896.01600>
- Lie A., Skogstad M., Johannessen H.A., Tynes T., Mehlum I.S., Nordby K.C., et al. Occupational noise exposure and hearing: a systematic review. *Int. Arch. Occup. Environ. Health*. 2016; 89(3): 351–72. <https://doi.org/10.1007/s00420-015-1083-5>
- Dobie R.A. Is this STS work-related? ISO 1999 predictions as an adjunct to clinical judgment. *Am. J. Ind. Med.* 2015; 58(12): 1311–8. <https://doi.org/10.1002/ajim.22534>
- Fedorovich G.V. Identification of the disease as an occupational one. *Bezopasnost' i okhrana truda*. 2018; (1): 23–7. <https://elibrary.ru/ywqmlh> (in Russian)
- Wang X., Bian H., Dong Y., Kang N., Hu W. Risk assessment of noise-induced hearing loss among workers in railway transportation equipment manufacturing enterprises. *Wei Sheng Yan Jiu*. 2022; 51(6): 904–10. <https://doi.org/10.19813/j.cnki.weishengyanjiu.2022.06.009> (in Chinese)
- Prokopenko L.V., Kur'evov N.N., Lagutina A.V., Pochtareva E.S. Substantiation of risk-oriented hygienic criteria and classification of working conditions by noise, taking into account the group attributive (excessive) risk of hearing loss. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2022; 62(3): 185–92. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2022-62-3-185-192> <https://elibrary.ru/dmdvwx> (in Russian)
- Fedotova I.V., Chernikova E.F., Nekrasova M.M. *Methodological Foundations of Occupational Risk Assessment: Textbook [Metodicheskie osnovy otsenki professional'nogo riska: uchebnoe posobie]*. Nizhniy Novgorod: Medial'; 2022. <https://elibrary.ru/jtgmpc> (in Russian)
- Denisov E.I., Il'kaeva E.N. Noise and the risk of hearing loss. In: Izmerov N.F., Denisov E.I., eds. *Occupational Health Risk for Employees: Manual [Professional'nyy risk dlya zdorov'ya rabotnikov: rukovodstvo]*. Moscow: Trovant; 2003: 114–24. <https://elibrary.ru/rxfzfbz> (in Russian)
- Daykhes N.A., Bukhtiyarov I.V., Tavartkikladze G.A., Pankova V.B., Fedina I.N. Key points of 'noise-induced hearing loss' clinical guidelines. *Vestnik otorinolaringologii*. 2019; 84(5): 15–9. <https://doi.org/10.17116/otorino20198405115> <https://elibrary.ru/senmsy> (in Russian)