



Бухтияров И.В.^{1,2}, Фатхутдинова Л.М.³, Амиров Н.Х.³

Современные подходы к гигиенической характеристике шума на рабочих местах (обзор литературы)

¹ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», 105275, Москва, Россия;

²ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), 119991, Москва, Россия;

³ФГБОУ ВО «Казанский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации», 420012, Казань, Россия

РЕЗЮМЕ

Высокая медико-социальная значимость шума делает актуальной разработку мер по оценке и управлению профессиональными рисками для здоровья, в том числе гигиеническую оценку экспозиции и нормирование уровней воздействия на рабочих местах.

Представлена сравнительная характеристика современных подходов, принятых в Российской Федерации и предлагаемых международными и национальными организациями (Международная организация труда и др.), к обоснованию гигиенических критериев и нормативов экспозиции шума, методам оценки профессиональных рисков, гигиеническим критериям связи болезни с профессией.

Установлена высокая степень гармонизации критериев, используемых для гигиенической характеристики экспозиции шумом. Предельно допустимый уровень для эквивалентного уровня звука за восьмичасовую смену, установленный в Российской Федерации, является одним из самых низких в мире. Это способствует раннему внедрению профилактических программ, а также инженерных и организационных мероприятий по снижению рисков профессиональной потери слуха. Априорная оценка профессионального риска — важный инструмент прогнозирования вероятности потери слуха, но модели должны верифицироваться на основе современных эпидемиологических данных, предоставляющих апостериорные вероятности и оценки рисков. Критерии установления связи болезни с профессией, принятые в Российской Федерации, более строгие: в них входят превышение ПДУ шума и наличие профессионального стажа более 10 лет.

Заключение. Несмотря на различия в нормативах, методология оценки производственного шума базируется на общих принципах. С появлением новых данных возникла необходимость пересмотра перечня показателей: учёта временной структуры шума, параметра эквивалентности воздействия, уровней действий, уточнение моделей оценки априорного риска. Эффективная система гигиенической оценки шума — ключевой инструмент управления профессиональными рисками.

Ключевые слова: производственный шум; нормирование; профессиональный риск; Международная организация труда; международные подходы; Российская Федерация; обзор

Для цитирования: Бухтияров И.В., Фатхутдинова Л.М., Амиров Н.Х. Современные подходы к гигиенической характеристике шума на рабочих местах (обзор литературы). *Гигиена и санитария*. 2026; 105(6): 623–631. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2026-105-6-623-631> <https://elibrary.ru/jkvitj>

Для корреспонденции: Фатхутдинова Лилия Минвагизовна, e-mail: liliya.fatkhutdinova@kazangmu.ru

Вклад авторов: Бухтияров И.В. — концепция и дизайн исследования, редактирование; Фатхутдинова Л.М. — концепция и дизайн исследования, сбор материала и обработка данных, написание текста; Амиров Н.Х. — концепция и дизайн исследования, редактирование. Все соавторы — утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех её частей.

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

Финансирование. Исследование не имело финансовой поддержки.

Поступила: 19.02.2026 / Поступила после доработки: 20.04.2026 / Принята к печати: 18.06.2026 / Опубликовано: 31.07.2026

Igor V. Bukhtiyarov^{1,2}, Liliya M. Fatkhutdinova³, Nail Kh. Amirov³

Modern approaches to the hygienic characteristics of noise at the workplace (literature review)

¹Izmerov Research Institute of Occupational Health, Moscow, 105275, Russian Federation;

²Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, 119991, Russian Federation;

³Kazan State Medical University, Kazan, 420012, Russian Federation

ABSTRACT

The high medical and social significance of noise makes it relevant to develop measures for health risk management, including hygienic assessment of exposure, regulation of exposure levels at the workplace, and occupational risk assessment. There has been conducted a comparative analysis of modern approaches adopted in the Russian Federation and those proposed by international and national organizations, including the ILO, regarding hygienic criteria and standards for noise exposure, methods of occupational risk assessment, and hygienic criteria for establishing the relationship between disease and occupation. A high degree of harmonization has been established regarding the criteria used for the occupational noise exposure assessment. The exposure limit value for the 8-hour time-weighted average sound level established in the Russian Federation is among the lowest in the world, which is a factor contributing to the early implementation of hearing conservation programs, as well as engineering and managerial measures, and to the reduction of risks of occupational hearing loss. A priori occupational risk assessment based on noise levels is an important tool for predicting the likelihood of hearing loss, but models must be verified using modern epidemiological data that provide a posteriori probabilities and risk estimates. The criteria for establishing the relationship between disease and occupation adopted in the Russian Federation are more stringent and include the requirement of exceeding the exposure limit value for noise, as well as a longer work tenure of more than 10 years.

Conclusion. Despite differences in regulations, occupational noise assessment is based on common principles. With the emergence of new data, there is a need to revise the list of parameters, considering the temporal structure of noise, exchange rates, action levels, and refining a priori risk assessment models. An effective system for exposure assessment is a key tool for managing occupational risks.

Keywords: occupational noise; regulation; occupational risk; ILO; international approaches; Russian Federation; review

For citation: Bukhtiyarov I.V., Fatkhutdinova L.M., Amirov N.Kh. Modern approaches to the hygienic characteristics of noise at the workplace (literature review). *Gigiena i Sanitariya / Hygiene and Sanitation, Russian journal*. 2026; 105(6): 623–631. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2026-105-6-623-631> <https://elibrary.ru/jkvitj> (In Russ.)

For correspondence: Liliya M. Fatkhutdinova, e-mail: liliya.fatkhutdinova@kazangmu.ru

Contribution: Bukhtiyarov I.V. — the concept and design of the study, writing text; Fatkhutdinova L.M. — the concept and design of the study, collection and processing of material, writing text; Amiron N.Kh. — the concept and design of the study, writing text. 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.

Funding. The study had no sponsorship.

Received: February 19, 2026 / Revised: April 20, 2026 / Accepted: June 18, 2026 / Published: July 31, 2026

Введение

Шум — один из наиболее распространённых вредных производственных факторов. Согласно данным систематического обзора и метаанализа экспертов ВОЗ/МОТ, 17% работников подвергаются на рабочих местах шуму на уровне 85 дБ(А) и выше [1]. В разных регионах мира 7–21% проблем со слухом, приводящих к инвалидизации, возникают в результате чрезмерного воздействия шума на рабочем месте [2, 3]. Глобальное бремя профессиональной утраты слуха составило ≈ 8 млн потерянных лет здоровой жизни (DALY) в 2021 г., увеличившись по сравнению с 1990 г. в два раза [4]. По данным Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, под воздействием акустических факторов повышенного уровня работают 19% работников, занятых во вредных (опасных) условиях труда [5].

Громкий шум создают горнодобыча, крупное оборудование для металлообработки и строительных работ, оборудование в машиностроении, промышленная печать с использованием ротационных прессов, насосы и компрессоры в химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей промышленности, буровые установки, текстильное оборудование, заводы по розливу напитков, большие скопления животных, сельскохозяйственные машины, ручные инструменты, открытые офисы и колл-центры [6–8].

Шум относится к наиболее распространённым причинам предупреждаемой потери слуха [2], а также может вызывать неблагоприятные экстраауральные эффекты, в том числе сердечно-сосудистые нарушения, снижение работоспособности, проблемы со сном, раздражение, стресс [9–13], повышать производственный травматизм [14, 15]. Частично потеря слуха связана с возрастом, при этом мужчины теряют слух больше, чем женщины. К факторам, которые могут повысить риск профессиональной потери слуха, причисляют наследственность, социально-экономическое положение, курение, высокое артериальное давление, диабет, вибрацию и химические вещества [7]. Высокая медико-социальная значимость последствий негативного воздействия шума делает особенно актуальной разработку мер по управлению рисками для здоровья, в том числе гигиеническую оценку экспозиции, нормирование воздействия на рабочих местах и оценку профессиональных рисков.

Целью обзорного исследования стала сравнительная характеристика современных подходов к гигиенической оценке и нормированию шума в рамках санитарно-гигиенического нормирования, принятого в Российской Федерации (РФ), и подходов, предлагаемых Международной организацией труда (МОТ) и другими национальными и международными организациями.

Методология

Использован экспертно-аналитический метод для сравнения гигиенических критериев и нормативов профессиональной экспозиции шумом, оценки профессиональных ри-

сков, гигиенических критериев связи болезни с профессией на основе изучения нормативной документации и руководств по диагностике и предупреждению профессиональных патологий.

Объекты анализа:

1) последние версии руководства Международной организации труда (МОТ) «Диагностические и гигиенические критерии профессиональных заболеваний. Руководство по диагностике и профилактике заболеваний, включённых в Перечень профессиональных заболеваний МОТ (пересмотренный в 2010 г.)» (2022 г.) [6] и национального руководства «Профессиональная патология» (2024 г.) [9];

2) стандарты Международной организации по стандартизации (ISO — ИСО) и их аналоги, разработанные в рамках национальной адаптации в Российской Федерации, межгосударственные стандарты, государственные стандарты системы безопасности труда (ССБТ);

3) санитарные нормы и правила, руководства и методические указания, входящие в систему государственного санитарно-эпидемиологического нормирования;

4) федеральные клинические рекомендации «Потеря слуха, вызванная шумом» (2024 г.) [16];

5) директивные документы Европейского союза (ЕС) [17], Управления по охране труда США (Occupational Safety and Health Administration, OSHA) [18, 19], Национального института охраны труда США (National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH) [20], Американской ассоциации государственных промышленных гигиенистов (American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) [21]; Государственного комитета по здравоохранению Китайской Народной Республики (КНР) [22, 23]; Японского общества охраны труда [24];

6) систематический обзор «Прогресс и рекомендации по установлению профессиональных пределов воздействия шума», описывающий стандарты трёх международных организаций и 35 стран по шуму на рабочих местах [25].

Полные тексты документов анализировались по справочной правовой системе «Гарант» с использованием официальных сайтов, а также в виде изданных руководств и рефератов с открытым доступом.

Сравнение российских гигиенических критериев и нормативов с подходами Международной организации труда

Результаты сравнительно-аналитического исследования представлены в табл. 1, 2.

Шум на рабочих местах нормируется в виде уровней звукового давления в децибелах (дБ) с использованием шкал частотной коррекции А и С. Для характеристики априорных профессиональных рисков применяются стажевая доза шума, вероятность нарушения слуха, класс условий труда, вероятность развития профессиональных болезней (риск), связанная с воздействием производственного шума (см. табл. 1).

Таблица 1 / Table 1

Критерии экспозиции к шуму на рабочих местах и оценка профессиональных рисков в рамках санитарно-гигиенического нормирования в Российской Федерации и подходов, предлагаемых МОТ**Exposure criteria for occupational noise and occupational risk assessment within the framework of the Russian hygienic standardization system and ILO approaches**

Показатель Criteria	Российская Федерация ^{1,2,3,5} Russian Federation ^{1,2,3,5}	МОТ [6] ILO [6]
Эквивалентный уровень звука, L_{pAeq8} , дБ(А), см. примечание 1 The equivalent sound level, L_{pAeq8} , dB(A), see note 1	Предельно допустимый уровень (ПДУ) 80 дБ(А) ¹ Permissible exposure limit (PEL) 80 dB(A) ¹	Предельно допустимый уровень 85 дБ(А) Exposure limit value (ELV) 85 dB(A)
Параметр эквивалентности воздействия, см. примечание 2 Exchange rate, see note 2	Не применяется Not applied	3 дБ(А) 3 dB(A)
Максимальные уровни звука, измеренные с временными коррекциями S (медленно) и I (импульс), $L_{p,ASmax}$, дБ(А) и $L_{p,Almax}$, дБ(А) соответственно, см. примечание 3 Maximum sound levels measured with time weightings S (slow) and I (impulse), $L_{p,ASmax}$, dB(A) and $L_{p,Almax}$, dB(A) respectively, see note 3	110 дБ(А) и 125 дБ(А) для временных коррекций S (медленно) и I (импульс) соответственно ¹ 110 dB(A) and 125 dB(A) for time weightings S (slow) and I (impulse) respectively ¹	Не предусмотрено Not applied
Пиковый скорректированный по С уровень звука, $L_{pC peak}$, дБ(С) C-weighted peak sound level, $L_{pC peak}$, dB(C)	137 дБ(С) ¹ 137 dB(C) ¹	137 дБ(С) 137 dB(C)
Стажевая доза шума, характеризующая шумовое воздействие за рабочий стаж, $L_{cnd}(T)$, дБ(А) Cumulative noise dose, characterizing noise exposure over work tenure, $L_{cnd}(T)$, dB(A)	При шуме выше 80 дБ(А) ² : $L_{cnd}(T) = L_{pAeqT} + 10 \lg(T/T_0)$, где: T – стаж в годах; T_0 – 1 год For noise level above 80 dB(A) ² : $L_{cnd}(T) = L_{pAeqT} + 10 \lg(T/T_0)$, where: T – years of exposure; T_0 – 1 year	Не предусмотрено Not applied
Вероятность нарушения слуха вследствие воздействия шума с учётом величины постоянного смещения порога слышимости The probability of hearing impairment due to noise exposure, considering the noise-induced permanent threshold shift	Априорная оценка риска. Согласно модели ISO 1999:2013 ³ , версией которой является ГОСТ Р ИСО 1999–2017 ⁴ , риск потери слуха и постоянное смещение порога слышимости, вызванное шумом (noise-induced permanent threshold shift – NIPTS), зависят от комбинации четырёх основных переменных: возраста, пола, эквивалентного уровня звукового давления и стажа воздействия шума. Априорная оценка группового избыточного риска потерь слуха с учётом прогнозируемой NIPTS может быть рассчитана с применением различных наборов аудиометрических частот и граничных порогов слышимости (fence). Модель ISO 1999:2013 приводит пример расчёта на основе нормального (гауссовского) распределения с использованием аудиометрических частот 1, 2 и 4 кГц и граничном пороге слышимости 27 дБ. Имеется мобильное приложение для расчётов [26] A priori risk assessment. According to the ISO 1999:2013 ³ model, the version of which is GOST R ISO 1999–2017 ⁴ , the risk of hearing loss and the noise-induced permanent threshold shift (NIPTS) depend on a combination of four major variables: age, sex, equivalent sound pressure level, and years of exposure. A priori assessment of the group excess risk of hearing considering the predicted NIPTS, can be calculated using various sets of audiometric frequencies and fence levels. The ISO 1999:2013 model provides a calculation example based on a normal (Gaussian) distribution using audiometric frequencies of 1, 2, and 4 kHz and a fence level of 27 dB. Mobile application for calculations is available [26]	
Класс условий труда (КУТ): степень превышения ПДУ Class of working conditions (CWC): degree of PEL exceeded	Априорная оценка риска ⁵ : 2 (допустимый) – ≤ ПДУ; 3.1 (вредный 1-й степени) – до 5 дБ(А); 3.2 (вредный 2-й степени) – до 15 дБ(А); 3.3 (вредный 3-й степени) – до 25 дБ(А); 3.4 (вредный 4-й степени) – до 35 дБ(А); 4 (опасный) – более чем на 35 дБ(А) A priori risk assessment ⁵ : 2 (permissible) – ≤ PEL; 3.1 (hazardous 1 st degree) – PEL exceeded up to 5 dB(A); 3.2 (hazardous 2 nd degree) – PEL exceeded up to 15 dB(A); 3.3 (hazardous 3 rd degree) – PEL exceeded up to 25 dB(A); 3.4 (hazardous 4 th degree) – PEL exceeded up to 35 dB(A); 4 (dangerous) – PEL exceeded up to more than 35 dB(A)	Не предусмотрено Not applied
Вероятность развития профессиональных болезней (риск), связанная с воздействием производственного шума Probability (risk) of developing occupational diseases associated with occupational noise exposure	Априорная оценка риска ² определяется по формуле или таблице с учётом стажевой дозы шума $L_{cnd}(T)$ A priori risk assessment: determined by formula or table considering the cumulative noise dose $L_{cnd}(T)$	Не предусмотрено Not applied

Продолжение Таблицы 1 на стр. 626 / Continuation of Table 1 on pages 626

Продолжение Таблицы 1. Начало на стр. 625 / Continuation of Table 1. Beginning on page 625

Показатель Criteria	Российская Федерация ^{1,2,3,5} Russian Federation ^{1,2,3,5}	MOT [6] ILO [6]
Сопутствующие факторы рабочей среды и трудового процесса Contributing factors of the working environment and work process	Напряжённость труда, тяжесть труда, нагревающий микроклимат, вибрация, инфразвук, токсические вещества [16] Mental and physical workload, hot climate, vibration, infrasound, toxic substances [16]	Органические растворители (например, стирол, толуол, ксилол), монооксид углерода, пары металлов Organic solvents (e.g. styrene, toluene, xylene), carbon monoxide, and metal fumes

Примечание. 1) L_{pAeq8} — измеренный или рассчитанный относительно 8-часовой рабочей смены, дБ(А); 2) Параметр эквивалентности воздействия (обменный уровень) (exchange rate в англоязычной литературе) определяется как число децибел, прибавляемых к уровню шума при уменьшении времени его действия в два раза для сохранения той же дозы шума, что соответствует «правилу равной энергии» [27]; 3) L_{pASmax} и L_{pAImax} — наибольший среднеквадратический уровень звукового давления, измеренный в заданном интервале времени с временными коррекциями S (медленно) или I (импульс) соответственно.

¹ СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

² Руководство Р 2.2.3969–23 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки».

³ Международный стандарт ISO 1999:2013 «Акустика. Оценка потери слуха вследствие воздействия шума» (ISO 1999:2013 «Acoustics — Estimation of noise-induced hearing», IDT).

⁴ ГОСТ Р ИСО 1999–2017 «Акустика. Оценка потери слуха вследствие воздействия шума». Стандартинформ, 2017.

⁵ Руководство Р 2.2.2006–05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

Note: 1) L_{pAeq8} — 8-hour time-weighted average (8hr TWA), dB(A); 2) the equivalent exposure parameter (referred to as exchange rate in English-language literature) is defined as the number of decibels added to the noise level when the duration of exposure is reduced by half to maintain the same noise dose, corresponding to the «equal energy rule» [27]; 3) L_{pASmax} and L_{pAImax} — the highest root-mean-square sound pressure level measured over a given time interval with time weightings S (slow) or (impulse), respectively, dB(A).

Таблица 2 / Table 2

Гигиенические критерии связи болезни с профессией при воздействии на работника шума (коды МКБ-10 — H83.3 и Z57.0).

Сравнение подходов, принятых в Российской Федерации и МОТ

Exposure criteria for establishing occupational disease causality in workers exposed to noise (ICD-10 codes H83.3 + Z57.0).

Comparison of Russian and ILO approaches

Критерии Criteria	РФ Russian Federation	MOT [6] ILO [6]
Уровни шума Noise levels	Шум выше 80 дБ(А) ¹ Noise above 80 dB(A) ¹	Длительное или неоднократное воздействие уровней шума, превышающих 85 дБ(А), в качестве восьмичасового средневзвешенного уровня звука или повторяющихся пиковых уровней шума, превышающих 137 дБ(С). Воздействие уровней шума более 80 дБ(А) и пикового шума более 135 дБ(С) может соответствовать источнику лёгкой профессиональной потери слуха Long-term or repeated exposure to noise levels exceeding 85 dB(A) as an 8 hour-TWA, or repeated peak noise levels exceeding 137 dB(C). Exposure to noise levels above 80 dB(A) and peak noise above 135 dB(C) may already correspond to a source of mild occupational hearing loss
Минимальная продолжительность воздействия Minimum exposure duration	Непрерывный стаж более 10 лет [16]. Развитие патологических изменений в органе слуха происходит в том случае, когда повышенный шум действует на работника в течение длительного времени (как правило, свыше 5 лет, обычно от 10 до 14 лет) ² Continuous work tenure of more than 10 years [16]. Hearing loss occurs when high levels of noise exposure last for a long time (over 5 years, typically 10–14 years) ²	Как правило, 5 лет при уровнях, превышающих 85 дБ(А) (в качестве восьмичасового средневзвешенного уровня звука). Тем не менее при более высоких уровнях ежедневного воздействия шести месяцев может быть достаточно для наиболее восприимчивых людей. Увеличение воздействия шума на каждые 3 дБ удваивает интенсивность воздействия и вдвое сокращает время развития нежелательных эффектов Typically, 5 years at levels exceeding 85 dB (A) as an 8 hour-TWA; however, 6 months at higher levels of daily exposure may be sufficient for the most susceptible individuals. An increase in noise exposure by every 3 dB doubles the intensity of exposure and halves the time for the development of adverse effects
Минимальный латентный период Minimum latent period	Не применяется Not applied	Не применяется (потеря слуха происходит постепенно и усиливается с увеличением уровня воздействия) Not applied (hearing loss occurs gradually and increases with increasing exposure level)

Примечание. ¹ СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

² Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.1.003–2014 «Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности».

Сравнительный анализ российской и основных международных систем нормирования шума на рабочих местах

Современные стандарты шума на рабочих местах восходят к документам 50-х годов прошлого столетия; они получили развитие благодаря научным исследованиям плеяды выдающихся отечественных и зарубежных исследователей [28–36]. Основными критериями экспозиции шумом (см. ниже) являются эквивалентный уровень звука за восьмичасовую смену L_{pAeq8} , дБ(А) и пиковый уровень звука L_{pCpeak} , дБ(С). Дополнительными характеристиками могут быть максимальные уровни звука на временных коррекциях S (медленно) и I (импульс) – L_{pASmax} и $L_{pAISmax}$, дБ(А), доза шума (D , %) и стажевая доза шума дБ(А), а также параметр эквивалентности воздействия (обменный уровень). В некоторых случаях наряду с предельно допустимыми уровнями вводятся и более низкие, так называемые уровни действий. Эквивалентные уровни звука могут усредняться не только за рабочую смену (8 ч), но и за рабочую неделю (40 ч). Эквивалентные восьмичасовые уровни звука находятся в диапазоне 80–90 дБ(А), что отражено в табл. 1 и дополнительной информации по другим странам в [25]. Ниже приводится более подробное описание российской и основных международных систем нормирования шума на рабочих местах.

Директивой ЕС 2003/10/ЕС [17] установлен предельный уровень экспозиции (ELV – exposure limit value) 87 дБ(А) для эквивалентного восьмичасового уровня звука (с учётом применения средств индивидуальной защиты), два уровня действия – нижний 80 дБ(А) и верхний 85 дБ(А), параметр эквивалентности 3 дБ(А) для расчёта ограничения времени работы в условиях шума. Допускается применять в национальном законодательстве недельный эквивалентный уровень звука 87 дБ(А). При превышении 80 дБ(А) должна быть реализована программа сохранения слуха. Если верхний уровень действия 85 дБ(А) превышен, работодатель обязан разработать и внедрить программу технических и (или) организационных мероприятий, направленных на снижение воздействия шума (изменение методов работы, замена шумного оборудования, технический дизайн, мероприятия по экранированию, звукоизоляции и звукопоглощению, техническое обслуживание, режим труда с ограничением времени работы и перерывами, обучение и информирование работников). Пиковые уровни шума ограничиваются 140 дБ(С), нижний и верхний уровни действий – 135 и 137 дБ(С) соответственно. Положения Директивы ЕС 2003/10/ЕС соответствуют требованиям стандарта ISO 1999:1990¹ [37].

Управление по охране труда США (OSHA) устанавливает менее строгие обязательные требования к шуму [18, 19]. Предельно допустимый уровень (permissible noise exposure level, PEL) составляет 90 дБ(А) для временной коррекции «медленно» и 8-часовой продолжительности воздействия, с параметром эквивалентности 5 дБ(А) – время воздействия сокращается вдвое при каждом повышении на 5 дБ(А), максимально допустимый уровень – 115 дБ(А) в течение не более 15 минут; при этом использование СИЗ не засчитывается в снижение нагрузки. При превышении предельно допустимых уровней работодатель обязан применять административные и технологические меры. Если эквивалентный восьмичасовой уровень звука превышает уровень действий 85 дБ(А), работодатель должен внедрить эффективную программу сохранения слуха: мониторинг уровней шума на рабочих местах, информирование и обучение работников, ежегодная аудиометрия, использование средств индивидуальной защиты (СИЗ), ведение индивидуальных записей о результатах мониторинга уровней шума и слухо-

вой функции и др. Уровни импульсного шума не должны превышать 140 дБ(С). Дополнительной характеристикой шумового воздействия является доза шума (D), которая рассчитывается по формуле (1):

$$D = 100 \sum_{i=1}^n (C_i / T_i) (\%), \quad (1)$$

где C_i – время экспозиции к шуму; T_i – допустимое время воздействия для данного уровня шума.

Эквивалентный 8-часовой уровень звука может быть рассчитан исходя из дозы шума по формуле (2):

$$L_{pAeq8} = 16,61 \cdot \log_{10}(D / 100) + 90. \quad (2)$$

Таким образом, это взаимозаменяемые показатели. Доза 50% соответствует 85 дБ(А).

Национальный институт охраны труда США (NIOSH) [20] и Американская ассоциация государственных промышленных гигиенистов (ACGIH) [21] придерживаются более консервативной позиции по сравнению с OSHA и рекомендуют допустимый уровень экспозиции к шуму (PEL) 85 дБ(А) с параметром эквивалентности 3 дБ(А), при этом уровень действий устанавливается NIOSH (США) в 80 дБ(А), а ACGIH – 82 дБ(А). Необходимо отметить, что рекомендации NIOSH (США) и ACGIH не являются обязательными к исполнению федеральными стандартами США, однако часто используются в международной практике. Похожих позиций придерживается и Государственный комитет по здравоохранению КНР [22, 23], устанавливая единый норматив в 85 дБ(А) для восьмичасового эквивалентного уровня звука при пятидневной рабочей неделе и 40-часового эквивалентного уровня звука при рабочей неделе менее пяти дней, параметр эквивалентности 3 дБ(А).

Рекомендация использовать в качестве основного норматива уровни звукового давления по октавным полосам частот сохраняется в производственных нормативах шума Японского общества охраны труда (Japan Society of Occupational Health) [24]. Для постоянного и прерывистого шума нормативы представлены в виде спектральных кривых для продолжительностей воздействия от 8 ч до 30 мин. Эквивалентный восьмичасовой уровень звука установлен в 85 дБ(А), параметр эквивалентности – 3 дБ(А), предельный уровень импульсного шума установлен в 120 дБ(А) с применением понижающих поправок в случае частоты импульсов более 100 раз в день.

ПДУ для эквивалентного восьмичасового уровня звука в Российской Федерации² 80 дБ(А) ниже пороговых значений, предлагаемых международными или национальными организациями других стран. Позиция экспертов МОТ 85 дБ(А) сопоставима с нормативами Государственного комитета по здравоохранению КНР, а также рекомендациями NIOSH (США) и является более строгой по сравнению с официальными пределами, принятыми в ЕС и США. Допустимый уровень шума по Директиве ЕС 2003/10/ЕС [17] составляет 87 дБ(А), при этом активные меры для снижения шумовой нагрузки должны приниматься начиная с 80 дБ(А). Критерии OSHA ещё выше – 90 дБ(А), уровень действий 85 дБ(А). В Российской Федерации уровень действий, предполагающий реализацию программ сохранения слуха, а при необходимости – инженерных и организационных мероприятий, фактически совпадает с предельно допустимым уровнем 80 дБ(А).

Необходимо отметить, что в СССР до 1983 г., а также в РФ в 2016–2021 гг. ПДУ шума составлял 85 дБ(А). До «регуляторной гильотины» в нашей стране действовал нормативный документ³, допускающий для отдельных отраслей экономики ПДУ для эквивалентного уровня звука за восьмичасовую смену от 80 до 85 дБ(А) при условии под-

¹ International Standard Organization (ISO) ISO 1999:1990: Acoustics – Determination of Occupational Noise Exposure and Estimation of Noise-Induced Hearing Impairment. International Standard Organization; Geneva, Switzerland: 1990.

² СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

³ СанПиН 2.2.4.3359–16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» (отменён).

тверждения приемлемого риска для здоровья работающих по результатам проведения оценки профессионального риска для здоровья и выполнения комплекса мероприятий, направленных на минимизацию рисков, что практически соответствовало позициям MOT и NIOSH США.

Гигиенические нормативы по шуму, рекомендуемые различными национальными и международными организациями, в том числе и отечественное нормирование, не предлагают ПДУ по октавным полосам частот (за исключением японских рекомендаций), а также поправки на импульсный характер шума для эквивалентного уровня звука, несмотря на предположения о более выраженном негативном воздействии такого шума [6]. При этом российский ГОСТ 12.1.003–2014⁴ указывает на возможность использования таких поправок. В последнее время идёт активная дискуссия о необходимости учёта куртозиса (эксперса распределения звукового давления во времени). Это может стать важным дополнением к традиционным методам нормирования шума, оценивающим только среднюю энергию, поскольку подход позволяет учитывать влияние временной структуры шума на риск развития тугоухости [25].

Особенностью международного нормирования является ограничение времени воздействия шума на рабочих местах при уровнях, превышающих установленные пределы, в соответствии с тем или иным значением параметра эквивалентности (в основном 3 дБ, что соответствует правилу равной энергии; OSHA – 5 дБ)⁵. В Российской Федерации установление вредного класса условий труда требует доплаты в размере не менее 4% тарифной ставки (оклада), сокращения продолжительности рабочей недели (не более 36 ч для КУТ 3.3–3.4), а также предоставления дополнительного отпуска (не менее 7 календарных дней для КУТ 3.2–3.4)⁶, но не предполагает ограничения времени воздействия в зависимости от уровней шума на рабочем месте.

Среди экспертов продолжается активная дискуссия о том, на каком уровне следует устанавливать ПДУ производственного шума. Результаты современных метаанализов подтверждают наличие зависимости «доза – эффект» для профессиональной потери слуха, которая имеет линейный характер в диапазоне 80–90 дБ(А), получая резкий «перелом» в районе 90 дБ(А) с быстрым нарастанием риска профессиональной тугоухости [39]. Исследования демонстрируют, что увеличение уровня производственного шума на каждые 5 дБ(А) ассоциировано с повышением относительного риска производственных травм на 22% [14]. Анализ 20-летней практики применения законодательства США (OSHA – 90 дБ(А) и параметр эквивалентности 5 дБ) вызвал у авторов (некоторые были действующими или экс-сотрудниками Департамента труда и промышленности штата Вашингтон) серьёзные опасения относительно адекватности стратегий профилактики, регулирования и контроля соблюдения норм в Соединённых Штатах [40]. В частности, была показана недооценка доли рабочих мест с уровнями шума, превышающими 85 и 90 дБ(А), при применении дозиметров шума со встроенным параметром эквивалентности 5 дБ(А) по сравнению с 3 дБ(А). Кроме того, высокие ПДУ приводили к большей толерантности к высоким уровням шума на рабочих местах как со стороны регулирующих органов, так и работодателей. При этом основное внимание в профилактических программах уделялось средствам индивидуальной защиты. В Кокрейновском обзоре [41] на основании публикации по изучению уровней шума в горнодобывающей промышленности США до и после изменения регуляторных требований, устанавливаемых Управлением

по безопасности и охране труда в горнодобывающей промышленности США (MSHA) [42], был сделан вывод о том, что ужесточение законодательства может снижать регистрируемые уровни шума на рабочих местах. В 10-летнем проспективном наблюдении было показано, что несмотря на то, что уровень действий в 80 дБ(А) уже обязывал работников использовать СИЗ, на практике при шуме 80–85 дБ(А) их носили реже, чем при более высоких уровнях, не воспринимая этот диапазон как опасный [43]. Таким образом, несмотря на невысокие в целом риски потери слуха от воздействия шума в диапазоне 80–85 дБ(А) [27, 43, 44], более строгое нормирование с установлением предельного уровня производственного шума 80 дБ(А) и использование параметра эквивалентности 3 дБ(А) для мониторинга уровней звука на рабочих местах могут повышать качество исполнения программ сохранения слуха на предприятиях и снижать риски профессиональной потери слуха.

Оценка априорного риска профессиональной потери слуха

Международным подходом к оценке априорных вероятностей нарушения слуха по причине воздействия шума с учётом величины постоянного смещения порога слышимости является метод, изложенный в стандарте ISO 1999:2013⁷. Величина группового избыточного риска потери слуха зависит от принятого интегрального показателя потерь, заданного критерия степени потери, математической модели (например, нормальное или логнормальное распределение) и отражает вероятность дополнительных случаев потери слуха, обусловленных воздействием шума⁸. При этом национальные подходы к оценке потерь слуха могут существенно различаться: в частности, это касается наборов аудиометрических частот для расчёта интегрального показателя и граничных порогов слышимости [6, 16, 20, 45, 46].

Необходимо отметить, что при использовании расчётных подходов к априорной оценке риска профессиональной потери слуха некоторые задачи не решены. Ретроспективные когортные лонгитудинальные исследования [47, 48], предоставившие апостериорные оценки вероятности постоянного смещения порогов слышимости в различных профессиональных группах, показывают, что априорный подход в соответствии с моделью ISO 1999:2013 даёт, как правило, завышенные оценки по сравнению с фактическими данными, которые, кроме того, могут отклоняться от нормального распределения, чаще всего используемого для расчётов. Недавно опубликованное масштабное проспективное 20-летнее норвежское исследование [49] показало, что связь между воздействием производственного шума и снижением слуха была более сильной среди участников в возрасте 30–39 лет по сравнению с участниками 20–29 лет. Это свидетельствует о сигмовидной, а не логарифмической зависимости снижения слуха от возраста, как это предполагается предиктивной моделью ISO 1999:2013 [50]. Аналогичные выводы были сделаны ранее и в финском систематическом обзоре [51]. Указанные выше ограничения необходимо учитывать при интерпретации и практическом применении данной модели. Тем не менее модель ISO 1999:2013 может служить полезным ориентиром, дополняя результаты эпидемиологических исследований на основе клинических наблюдений и предоставляя в их отсутствие расчётный инструмент для оценки профессиональных рисков потери слуха [52], в том числе при проведении периодических медицинских осмотров и аудиометрического обследования [45].

⁴ Межгосударственный стандарт ГОСТ 12.1.003–2014 «Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности».

⁵ Американская ассоциация промышленных гигиенистов (AИНА) предлагает удобный онлайн-калькулятор для расчётов по критериям NIOSH США и ACGIH [38].

⁶ Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ.

⁷ Международный стандарт ISO 1999:2013 «Акустика. Оценка потери слуха вследствие воздействия шума» (ISO 1999:2013 «Acoustics – Estimation of noise-induced hearing», IDT).

⁸ Методические рекомендации МР 2.2.0394–25 «Оценка вероятности потери слуха, вызванной шумом, у рабочих промышленных предприятий».

В российской практике результаты измерений шума являются исходными данными для априорной оценки профессионального риска, которую предлагается проводить с использованием различных подходов, включая оценку экспозиции и установление класса условий труда^{9,10}, расчёт стажевой дозы шумового воздействия с последующим определением риска развития профессиональной потери слуха⁹, а также модели международного стандарта ISO 1999:2013^{7,8,9,11}. Это выстраивает с учётом комплексного применения различных критериев логическую цепочку: оценка экспозиции — определение класса условий труда (степени вредности) — расчёт риска развития потери слуха — комплекс мер профилактики [53].

В то время как модели оценки риска, представленные в современных нормативных документах, ориентированы преимущественно на изолированное действие шума, реальные условия труда характеризуются комплексом факторов, а индивидуальные особенности, факторы образа жизни и коморбидность могут значимо модифицировать влияние факторов рабочей среды и трудового процесса [7]. Многие эксперты [2, 6] указывают на необходимость учёта сочетанного действия шума и ототоксических веществ, в первую очередь органических растворителей. Сочетанное воздействие шума и органических растворителей может увеличивать риск профессиональной потери слуха почти в три раза [25]. Отечественные клинические рекомендации «Потеря слуха, вызванная шумом» [16] содержат широкий перечень сопутствующих факторов, в который входят не только токсические вещества, но и факторы трудового процесса (тяжесть и напряжённость труда), нагревающий микроклимат, вибрация, инфразвук. Аналитическая платформа, разработанная НИИ медицины труда, может служить примером подхода, в котором для расчёта индивидуального и усреднённого суммарного риска профессиональной потери слуха предпринята попытка интегрировать шесть критериев: класс условий труда; стаж работника; наличие ранних признаков болезни; наличие хронических неинфекционных патологий; факторы риска, повышающие вероятность развития ХНИЗ; медицинский прогноз риска возникновения и течения болезни¹² [54].

Верификация и уточнение моделей оценки априорного риска должны проводиться на основе использования фактических данных и оценок апостериорного риска, полученных в результате эпидемиологических исследований, дизайн которых соответствует требованиям доказательности.

⁹ Руководство Р 2.2.3969—23 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки».

¹⁰ Руководство Р 2.2.2006—05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

¹¹ ГОСТ Р ИСО 1999—2017 «Акустика. Оценка потери слуха вследствие воздействия шума». Стандартинформ, 2017.

¹² Методические рекомендации по формированию групп риска развития профессиональных заболеваний на основе результатов предварительных и периодических медицинских осмотров (Медико-профилактическая технология) (утв. Министерством здравоохранения Российской Федерации и Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации, 2024 г.).

Гигиенические критерии связи болезни с профессией

Установление профессионального характера тугоухости невозможно без анализа шумового воздействия за весь период трудовой деятельности. Значимостью такой оценки является определяющей, однако универсального международного стандарта на сегодняшний день не существует. Анализ зарубежной практики показывает, что в странах с различными подходами к формированию списков профессиональных болезней критерии оценки экспозиции могут существенно отличаться. Сравнительная характеристика (Российская Федерация и МОТ) рекомендуемых показателей для оценки воздействия шума при подтверждении у работника профессиональной патологии представлена в табл. 2.

Необходимо отметить различия в критериях МОТ и Российской Федерации для установления связи потери слуха с профессиональной деятельностью. 1. Эксперты МОТ предлагают учитывать не только эквивалентные, но и пиковые уровни шума. 2. Принятые в качестве допороговых уровни экспозиции рассматриваются как потенциально способные приводить к лёгкой профессиональной потере слуха. 3. Считается, что непрерывный стаж должен быть не менее 5 лет, а не 10 лет, как установлено в федеральных клинических рекомендациях [16], при этом для восприимчивых людей достаточно и 6 мес; увеличение интенсивности шума на 3 дБ вдвое сокращает время развития неблагоприятных эффектов. 4. Признаются постепенное развитие болезни и отсутствие латентного периода.

Заключение

Проведённый анализ установил высокую степень гармонизации критериев, используемых для гигиенической характеристики экспозиции шумом. При этом предельно допустимый уровень для эквивалентного уровня звука за восьмичасовую смену, установленный в Российской Федерации, — один из самых низких в мире. Этот фактор способствует раннему внедрению профилактических программ, а также инженерных и организационных мероприятий и снижению рисков профессиональной потери слуха. Априорная оценка профессионального риска на основе данных об уровнях шума на рабочих местах является важным инструментом для прогнозирования вероятности потери слуха, но модели должны верифицироваться на основе современных эпидемиологических данных, предоставляющих апостериорные вероятности и оценки риска. Критерии установления связи болезни с профессией, принятые в России, строже: они включают необходимость превышения ПДУ шума, а также длительный профессиональный стаж. Несмотря на различия в национальных нормативах, методология оценки производственного шума базируется во многом на общих принципах международных стандартов. При этом с появлением новых данных возникает необходимость пересмотра перечня нормируемых показателей. Так, обсуждается учёт временной структуры шума (куртозис), необходимость шире использовать параметр эквивалентности воздействия 3 дБ(А) и вводить уровни активных действий. Эффективная система гигиенической оценки шума на рабочих местах — один из ключевых инструментов оценки и управления профессиональными рисками.

Литература

(п.п. 1–4, 6–8, 10–14, 17–26, 28, 30, 37–43, 47–52 см. References)

5. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2024 году». М.: 2025.
9. Бухтияров И.В. *Профессиональная патология: национальное руководство*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2024.
15. Бухтияров И.В., Измеров Н.Ф., Тихонова Г.И., Чуранова А.Н. Производственный травматизм как критерий профессионального риска. *Проблемы прогнозирования*. 2017; (5): 140–9. <https://elibrary.ru/ykxive>
16. Потеря слуха, вызванная шумом. Клинические рекомендации; 2024. Доступно: https://cr.minzdrav.gov.ru/view-cr/609_2
27. 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>

29. Лотова Е.И., Вейс Л.Г. Творческая деятельность Евгении Цезаревны Андреевой-Галанниной (к Международному году женщин). *Гигиена и санитария*. 1975; 54(11): 52–5.
31. Хаймович М.Л. Материалы клинико-физиологического исследования лиц, подвергающихся длительному воздействию шума. *Гигиена и санитария*. 1960; 39(9): 32–6.
32. Андреева-Галаннина Е.Ц., Суворов Г.А., Лихницкий А.М. Гигиеническая оценка импульсного шума. *Гигиена и санитария*. 1968; 47(8): 24–9.
33. Андреева-Галаннина Е.Ц., Алексеев С.В., Ильяхук Ю.М., Кадышкин А.В. К вопросу об изучении влияния шума на организм. *Гигиена и санитария*. 1969; 48(11): 70–5.
34. Андреева-Галаннина Е.Ц., Алексеев С.В., Кадышкин А.В., Суворов Г.А. *Шум и шумовая болезнь*. Ленинград: Медицина; 1972.
35. Суворов Г.А., Шкаринов Л.Н., Денисов Э.И. *Гигиеническое нормирование производственных шумов и вибраций*. М.: Медицина; 1984.
36. Суворов Г.А., Прокопенко Л.В. *Акустические колебания: шум, инфразвук, ультразвук*. М.; 2000.
44. 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): 947–52. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-9-947-952> <https://elibrary.ru/mjhd1b>
45. Бухтияров И.В., Денисов Э.И., Курьеров Н.Н., Прокопенко Л.В., Булгакова М.В., Хахилева О.О. Совершенствование критериев потери слуха от шума и оценка профессионального риска. *Медицина труда и промышленная экология*. 2018; (4): 1–9. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2018-4-1-9> <https://elibrary.ru/ywrkfe>
46. Прокопенко Л.В., Курьеров Н.Н., Лагутина А.В. Избыточный риск потерь слуха от шума: проблема выбора показателей и критериев. *Вестник оториноларингологии*. 2020; 85(6): 27–33. <https://doi.org/10.17116/otorino20208506127> <https://elibrary.ru/dpbbsw>
53. 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>
54. Зибарев Е.В., Бухтияров И.В., Вострикова С.М., Кравченко О.К., Бессонова А.К., Мухин К.С. Аналитическая платформа по формированию групп риска развития профессиональных заболеваний и анализу эффективности профилактических мероприятий. *Анализ риска здоровью*. 2025; (3): 41–51. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2025.3.05> <https://elibrary.ru/nagxpc>

References

1. Teixeira L.R., Pega F., de Abreu W., de Almeida M.S., de Andrade C.A.F., Azevedo T.M., et al. The prevalence of occupational exposure to noise: A systematic review and meta-analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury. *Environ. Int.* 2021; 154: 106380. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106380> <https://elibrary.ru/veswlu>
2. WHO. World report on hearing; 2021. Available at: <https://who.int/publications/i/item/9789240020481>
3. Nelson D.I., Nelson R.Y., Concha-Barrientos M., Fingerhut M. The global burden of occupational noise-induced hearing loss. *Am. J. Ind. Med.* 2005; 48(6): 446–58. <https://doi.org/10.1002/ajim.20223>
4. Gong X., Yi M., Jiang C., Xiong Q., Xu B., Weng F., et al. Global burden and trends of occupational noise-induced hearing loss (1990–2021) and projection to 2040. *Front. Public Health.* 2025; 13: 1682413. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1682413> <https://elibrary.ru/porwee>
5. State report «On the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Russian Federation in 2024». Moscow; 2025. (in Russian)
6. Niu Ed.S., Colosio C., Cagurno M., Adisesh. A. Diagnostic and Exposure Criteria for Occupational Diseases: Guidance notes for diagnosis and prevention of the diseases in the ILO List of Occupational Diseases (revised 2010). ILO; 2022.
7. 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> <https://elibrary.ru/wukirr>
8. Themann C.L., Masterson E.A. Occupational noise exposure: A review of its effects, epidemiology, and impact with recommendations for reducing its burden. *J. Acoust. Soc. Am.* 2019; 146(5): 3879. <https://doi.org/10.1121/1.5134465> <https://elibrary.ru/ojahvd>
9. Bukhtiyarov I.V. *Occupational Pathology: National Guidelines [Professional'naya patologiya: natsional'noe rukovodstvo]*. Moscow: GEOTAR-Media; 2024. (in Russian)
10. Chen K.H., Su S.B., Chen K.T. An overview of occupational noise-induced hearing loss among workers: epidemiology, pathogenesis, and preventive measures. *Environ. Health Prev. Med.* 2020; 25(1): 65. <https://doi.org/10.1186/s12199-020-00906-0> <https://elibrary.ru/kyqqcf>
11. 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>
12. Teixeira L.R., Pega F., Dzhambov A.M., Bortkiewicz A., da Silva D.T.C., de Andrade C.A.F., et al. The effect of occupational exposure to noise on ischaemic heart disease, stroke and hypertension: A systematic review and meta-analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the Work-Related Burden of Disease and Injury. *Environ. Int.* 2021; 154: 106387. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106387> <https://elibrary.ru/oqqqwd>
13. Hahad O., Kuntic M., Al-Kindi S., Kuntic I., Gilan D., Petrowski K., et al. Noise and mental health: evidence, mechanisms, and consequences. *J. Expo. Sci. Environ. Epidemiol.* 2025; 35(1): 16–23. <https://doi.org/10.1038/s41370-024-00642-5> <https://elibrary.ru/pexyes>
14. Dzhambov A., Dimitrova D. Occupational noise exposure and the risk for work-related injury: a systematic review and meta-analysis. *Ann. Work Expo. Health.* 2017; 61(9): 1037–53. <https://doi.org/10.1093/annweh/wxx078>
15. Bukhtiyarov I.V., Izmerov N.F., Tikhonova G.I., Churanova A.N. Occupational injuries as a criterion of professional risk. *Studies on Russian Economic Development.* 2017; 28(5): 568–74. <https://doi.org/10.1134/S1057570017050045> <https://elibrary.ru/xnolbw>
16. Noise-Induced Hearing Loss. Clinical Guidelines; 2024. Available at: https://cr.minzdrav.gov.ru/view-cr/609_2 (in Russian)
17. Directive 2003/10/EC of the European Parliament and of the Council of 6 February 2003 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (noise) (Seventeenth individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC); 2003. Available at: <http://data.europa.eu/eli/dir/2003/10/oj>
18. OSHA Standard 1910.95 – Occupational Noise Exposure. Available at: <https://osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.95>
19. Scarlet Tech. What Is the OSHA Noise Standard? A Complete Breakdown of Limits, Programs, and Compliance Tools; 2025. Available at: <https://scarlet-tech.com/osha-noise-standard>
20. U.S. Department of Health and Human Services. Occupational Noise Exposure: Criteria for a Recommended Standard by Department of Health and Human Services. DHHS (NIOSH) Publication No. 98–126; 1998. Available at: <https://occupationalhearingloss.com/pdf/NIOSH-98-126.pdf>
21. 2025 TLVs® and BEIs®: Based on the Documentation of the Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices. ACGIH; 2025.
22. Dong Y., Li Y., Liu Y., Zhao Y., Zhang H., Sun Y., et al. Surveillance of noise exposure levels in workplaces in Beijing. *Front. Public Health.* 2025; 13: 1486497. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1486497> <https://elibrary.ru/pkorge>
23. GBZ 2.2–2007. Occupational exposure limits for hazardous agents in the workplace – Part 2: Physical agents. Beijing: People's Medical Publishing House; 2007. Available at: <https://chinesestandard.net/PDF/English.aspx/GBZ2.2-2007>
24. Japan Society for Occupational Health. Recommendation of occupational exposure limits (2025–2026). *Environ. Occup. Health Pract.* 2025; 7(1): ROEL2025. <https://doi.org/10.1539/cohp.ROEL2025>
25. Zeng A., Huang Y., Xin J., Li J., Qiu W., Zhang M. Progress and recommendations of developing occupational exposure limits for noise – a systematic review. *Heliyon.* 2024; 10(18): e37878. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e37878> <https://elibrary.ru/uallpx>
26. App Store – Apple. Hearing Loss Estimator. Available at: <https://apps.apple.com/ru/app/hearing-loss-estimator/id6753997999>
27. Prokopenko L.V., Courierov N.N., Lagutina A.V., Pochtariova 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 труда 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)
28. Montano W.I. I. I. Slavin the forgotten Russian acoustician who defined in 1956 the noise levels limits for workplaces the first in world practice. *Noise Theory and Practice.* 2020; 6(2): 7–17. <https://elibrary.ru/czonis>
29. Lotova E.I., Veis L.G. The scientific and creative legacy of Ye.Ts. Andreyeva-Galanina (dedicated to the International Women's Year). *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal).* 1975; 54(11): 52–5. (in Russian)
30. Kerr M.J., Neitzel R.L., Hong O., Sataloff R.T. Historical review of efforts to reduce noise-induced hearing loss in the United States. *Am. J. Ind. Med.* 2017; 60(6): 569–77. <https://doi.org/10.1002/ajim.22627>
31. Khaimovich M.L. Materials of clinical and physiological study of persons exposed to long-term noise. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal).* 1960; 39(9): 32–6. (in Russian)
32. Andreeva-Galanina E.Ts., Suvorov G.A., Likhnikitskii A.M. Hygienic evaluation of impulsive noise. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal).* 1968; 47(8): 24–9. (in Russian)
33. Andreeva-Galanina E.Ts., Alekseev S.V., Il'yashuk YU.M., Kadyskin A.V. On the issue of studying the effect of noise on the body. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal).* 1969; 48(11): 70–5. (in Russian)
34. Andreeva-Galanina E.Ts., Alekseev S.V., Kadyskin A.V., Suvorov G.A. *Noise and Noise Sickness [Shum i shumovaya bolez'n']*. Leningrad: Meditsina; 1972. (in Russian)
35. Suvorov G.A., Shkarinov L.N., Denisov E.I. *Hygienic Standardization of Occupational Noise and Vibrations [Gigienicheskoe normirovanie proizvodstvennykh шумов i vibratsii]*. Moscow: Meditsina; 1984. (in Russian)
36. Suvorov G.A., Prokopenko L.V. *Acoustic Vibrations: Noise, Infrasound, Ultrasound [Akusticheskie kolebaniya: шум, инфразвук, ультразвук]*. Moscow; 2000. (in Russian)
37. Śliwińska-Kowalska M., Zaborowski K. WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A systematic review on environmental noise and

Review article

- permanent hearing loss and tinnitus. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2017; 14(10): 1139. <https://doi.org/10.3390/ijerph14101139>
38. American Industrial Hygiene Association (AIHA). Allowable Exposure Time – NIOSH (T). Available at: <https://aiha.org/ih-calculator-app/calcs/allowable-exposure-time-niosh.html>
 39. Yang P., Xie H., Li Y., Jin K. The effect of noise exposure on high-frequency hearing loss among Chinese workers: A meta-analysis. *Healthcare (Basel)*. 2023; 11(8): 1079. <https://doi.org/10.3390/healthcare11081079> <https://elibrary.ru/lnymyl>
 40. Daniell W.E., Swan S.S., McDaniel M.M., Camp J.E., Cohen M.A., Stebbins J.G. Noise exposure and hearing loss prevention programmes after 20 years of regulations in the United States. *Occup. Environ. Med.* 2006; 63(5): 343–51. <https://doi.org/10.1136/oem.2005.024588>
 41. Tikka C., Verbeek J.H., Kateman E., Morata T.C., Dreschler W.A., Ferrite S. Interventions to prevent occupational noise-induced hearing loss. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2017; 7(7): CD006396. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd006396.pub4>
 42. Joy G.J., Middendorf P.J. Noise exposure and hearing conservation in U.S. coal mines — a surveillance report. *J. Occup. Environ. Hyg.* 2007; 4(1): 26–35. <https://doi.org/10.1080/15459620601067209>
 43. Frederiksen T.W., Ramlau-Hansen C.H., Stokholm Z.A., Grynderup M.B., Hansen Å.M., Kristiansen J., et al. Noise-induced hearing loss — a preventable disease? Results of a 10-year longitudinal study of workers exposed to occupational noise. *Noise Health*. 2017; 19(87): 103–11. https://doi.org/10.4103/nah.nah_100_16
 44. 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): 947–52. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-9-947-952> <https://elibrary.ru/mjhd1b> (in Russian)
 45. Bukhtiyarov I.V., Denisov E.I., Courierov N.N., Prokopenko L.V., Bulgakova M.V., Khahileva O.O. Improvement of noise-induced hearing loss criteria and occupational risk assessment. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2018; (4): 1–9. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2018-4-1-9> <https://elibrary.ru/ywrfke> (in Russian)
 46. Prokopenko L.V., Courierov N.N., Lagutina A.V. Noise-induced hearing loss excess risk: indicators and criteria the problem of choosing. *Vestnik otorinolaringologii*. 2020; 85(6): 27–33. <https://doi.org/10.17116/otorino20208506127> <https://elibrary.ru/dpbbsw> (in Russian)
 47. Lie A., Skogstad M., Johnsen T.S., Engdahl B., Tambs K. Noise-induced hearing loss in a longitudinal study of Norwegian railway workers. *BMJ Open*. 2016; 6(9): e011923. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-011923>
 48. Guest M., Boggess M., Attia J. SHOAMP study team and Scientific Advisory Committee. Relative risk of elevated hearing threshold compared to ISO1999 normative populations for Royal Australian Air Force male personnel. *Hear. Res.* 2012; 285(1–2): 65–76. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2012.01.007>
 49. Molaug I., Engdahl B., Mehlum I.S., Stokholm Z.A., Kolstad H., Aarhus L. Quantitative levels of noise exposure and 20-year hearing decline: findings from a prospective cohort study (the HUNT Study). *Int. J. Audiol.* 2024; 63(1): 40–8. <https://doi.org/10.1080/14992027.2022.2143432>
 50. Burns W., Robinson D.W. *Hearing and Noise in Industry*. London: Her Majesty's Stationery Office; 1970.
 51. Ijaz S., Verbeek J., Toppila E., Kateman E., Rytönen E., Dreschler W., et al. *A Systematic Review of Predictors of Noise Induced Hearing Loss*. Helsinki: Finnish Institute of Occupational Health; 2014. Available at: <https://julkari.fi/server/api/core/bitstreams/da928e0c-42ae-4d57-b7ac-ae2247f79276/content>
 52. 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>
 53. Denisov E.I. Noise at a workplace: permissible noise levels, risk assessment and hearing loss prediction. *Health Risk Analysis*. 2018; (3): 13–23. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2018.3.02.eng> <https://elibrary.ru/dcnisy>
 54. Zibarev E.V., Bukhtiyarov I.V., Vostrikova S.M., Kravchenko O.K., Bessonova A.K., Mukhin K.S. Analytical platform for creating risk groups for development of occupational diseases and analyzing effectiveness of preventive measures. *Health Risk Analysis*. 2025; (3): 41–51. <https://doi.org/10.21668/health.risk/2025.3.05.eng> <https://elibrary.ru/qtvwpw>

Сведения об авторах

Бухтияров Игорь Валентинович, доктор мед. наук, профессор, академик РАН, директор ФГБНУ «НИИ МТ», 105275, Москва, Россия. E-mail: bukhtiyarov@iriioh.ru
Фатхутдинова Лилия Минвагизовна, доктор мед. наук, профессор, зав. каф. гигиены, медицины труда ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России, 420012, Казань, Россия. E-mail: liliya.fatkhutdinova@kazangmu.ru

Амиров Наиль Хабибулович, доктор мед. наук, профессор, академик РАН, профессор каф. гигиены, медицины труда ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России, 420012, Казань, Россия. E-mail: nail.amirov@kazangmu.ru

About the authors

Igor V. Bukhtiyarov, DSc (Medicine), professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, director, Izmerov Research Institute of Occupational Health, Moscow, 105275, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0002-8317-2718> E-mail: bukhtiyarov@iriioh.ru

Liliya M. Fatkhutdinova, DSc (Medicine), professor, head, Department of Hygiene and Occupational Medicine, Kazan State Medical University, Kazan, 420012, Russian Federation, <https://orcid.org/0000-0001-9506-563X> E-mail: liliya.fatkhutdinova@kazangmu.ru

Nail Kh. Amirov, DSc (Medicine), professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, professor, Department Hygiene and Occupational Medicine, Kazan State Medical University, Kazan, 420012, Russian Federation, <https://orcid.org/0009-0003-5731-3972> E-mail: nail.amirov@kazangmu.ru