

Оценка риска потери слуха как повышение порогов слышимости

Тюрин А.П.^{1*}, Парахин Д.В.²

¹ Д.т.н, проф., ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова», ул. Студенческая, д. 7, г. Ижевск, Удмуртская Республика, РФ

² Преподаватель, ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова», ул. Студенческая, д. 7, г. Ижевск, Удмуртская Республика, РФ

Аннотация

Оценка риска потери слуха у рабочих профессий может быть оценена как снижение порогов слышимости. Исследования, выполненные на двух группах населения, соответственно, подверженных и неподверженных шумовому воздействию, позволили сформировать основные положения по оценке потери слуха у разных категорий людей. При этом учитываются пол, возраст и стаж работы человека. Содержание данной рукописи уточняет правила вычисления повышения порогов слуха в соответствии с положениями международного стандарта «Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment». Показана взаимосвязь российского руководства по гигиенической оценке условий труда с положениями стандарта в плане выбора основных критериев, участвующих в вычислениях.

Ключевые слова: риск, повышение порога слышимости, уровень звука, рабочие профессии.

Risk assessment of hearing impairment as an increasing of hearing thresholds

Tyurin A.P.¹, Parakhin D.V.²

¹ *DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk Technical University, Studencheskaya str., 7, Izhevsk, Udmurt Republic, Russia*

² *Senior lecturer, Kalashnikov Izhevsk Technical University, Studencheskaya str., 7, Izhevsk, Udmurt Republic, Russia*

Abstract

Risk assessment of hearing loss from working professions can be estimated as a reduction in the hearing thresholds. Studies carried out on two groups of the population, respectively, subject to and not susceptible to noise levels, allowed to form the basic statement on the assessment of hearing loss among different categories of people. This takes into account sex, age and length of human work. The contents of this manuscript clarifies the rules for calculating of increasing hearing thresholds in accordance with the international standard «Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment». The interrelation of the Russian leadership on the hygienic assessment of working conditions with the statement of the standard in terms of the choice of the main criteria involved in the calculations.

Key words: *risk, increasing of hearing thresholds, sound level, occupations of workers.*

1. Постановка задачи

При решении вопросов охраны труда и обеспечении безопасности жизнедеятельности важным является оценка профессиональных рисков на основе специальных методик. Риск, обусловленный повышенным шумовым воздействием, связан с изменением порогов слышимости работников, находящихся в зоне повышенного шумового воздействия. Прогнозирование воздействия шума на пороги слышимости человека, как в условиях работы, так и вне ее также весьма актуально при планировании мероприятий по улучшению условий производственной среды.

*E-mail: asd1978@mail.ru (Тюрин А.П.)

Порог слышимости, дБ, связанный с возрастом и шумом, H' , у людей, подверженных шумовому воздействию, можно вычислить с использованием следующей эмпирической формулы [1]:

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

где H – порог слышимости, дБ, связанный с возрастом;

N – действительное или потенциальное значение сдвига порога, обусловленное воздействием шума, дБ.

Член $\frac{HN}{120}$ начинает вносить поправки в результаты при условии, что $H + N$ более чем 40 дБ.

2. Аналитическое решение

Используя положения, предложенные в [1, 2, 3], решим следующую задачу применительно к некоторой профессии с заранее известным фактическим уровнем звука на рабочем месте. Для исследования примем, что на рабочих местах трудятся женщины.

Необходимо вычислить риск поражения слуха при шумовом воздействии на органы слуха рабочего в возрасте 45 лет, которые испытывают на себе воздействие уровня шума в среднем каждый день $L_{A,8h} = 90$ дБ в течение 15 лет (8 ч/день, 5 дней в неделю, 50 недель/год). В этом случае класс условий его труда характеризуются второй степенью вредности третьего класса. В соответствии с Р 2.2.2006-05 [4] вредные условия труда второй степени приводят к нарушениям в состоянии здоровья по крайней мере через 15 лет, следовательно, стаж взят именно на этом уровне.

Для оценки поражающего воздействия шума используем частоты 500, 1000, 2000, 3000, 4000 и 6000 Гц. Пороговые средневозрастные пороги слышимости H_Q для населения, не подверженного воздействию шума, вычисляются в соответствии с [1] (табл. 1) и далее усредняются по всем частотам. Поскольку методика предполагает только учет возраста в 30, 40, 50 и 60 лет, то с использованием графического метода как нелинейной (рис. 1), так и линейной интерполяции (в отдельных случаях) находим значения порогов слышимости, дБ, для рабочих возраста 45 лет применительно к долям (квантилям) распределения в 0,9; 0,5; 0,1.

Таблица 1. Значения порогов слышимости, в дБ

Частота, Гц	Пороги слышимости, дБ														
	Возраст, годы/ доли (квантили)														
	30			40			45			50			60		
	0,9	0,5	0,1	0,9	0,5	0,1	0,9	0,5	0,1	0,9	0,5	0,1	0,9	0,5	0,1
Мужчины	-6	1	9	-5	2	11	Не определяем			-4	4	14	-3	6	18
500	-6	1	9	-5	2	11	Не определяем			-4	4	14	-2	7	19
1000	-7	1	11	-6	3	15	Не определяем			-4	7	21	-1	12	29
2000	-7	2	13	-5	6	19	Не определяем			-2	12	29	3	20	42
3000	-7	2	14	-4	8	23	Не определяем			0	16	37	7	28	55
4000	-8	3	16	-5	9	26	Не определяем			0	18	41	8	32	62
6000							Не определяем								
Женщины															
500	-6	1	9	-5	2	11	-4,5	3	12,5	-4	4	14	-3	6	18
1000	-6	1	9	-5	2	11	-4,5	3	12,5	-4	4	14	-2	7	19
2000	-6	1	10	-5	3	13	-4,1	4,3	15,3	-3	6	18	-1	11	25
3000	-7	1	11	-5	4	15	-4,1	6	17,8	-3	8	21	0	13	30
4000	-7	1	12	-6	4	17	-4,8	6,2	20,9	-3	9	25	1	16	35
6000	-8	2	14	-6	6	21	-4,1	8,8	25,9	-2	12	31	2	21	45

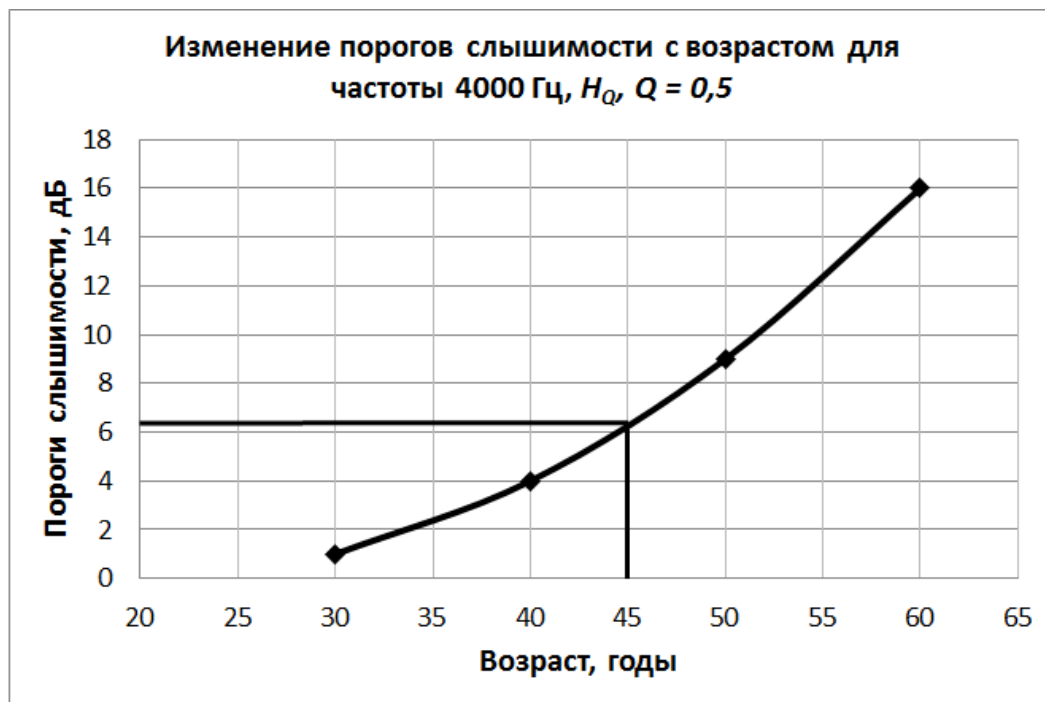


Рис.1. Изменение порогов слышимости с возрастом для частоты 4000 Гц, H_Q , $Q = 0,5$

В табл. 2 отражены значения сформированного порогового сдвига в зависимости от стажа работы для разных долей распределения работающего населения. На рис. 2 методом нелинейной интерполяции (или линейной в отдельных случаях) определены значения порогов слышимости, формирующихся под воздействием шума в течение трудового стажа, для женщин возраста 45 лет и стажа, равного 15 лет, отраженные в табл. 2.

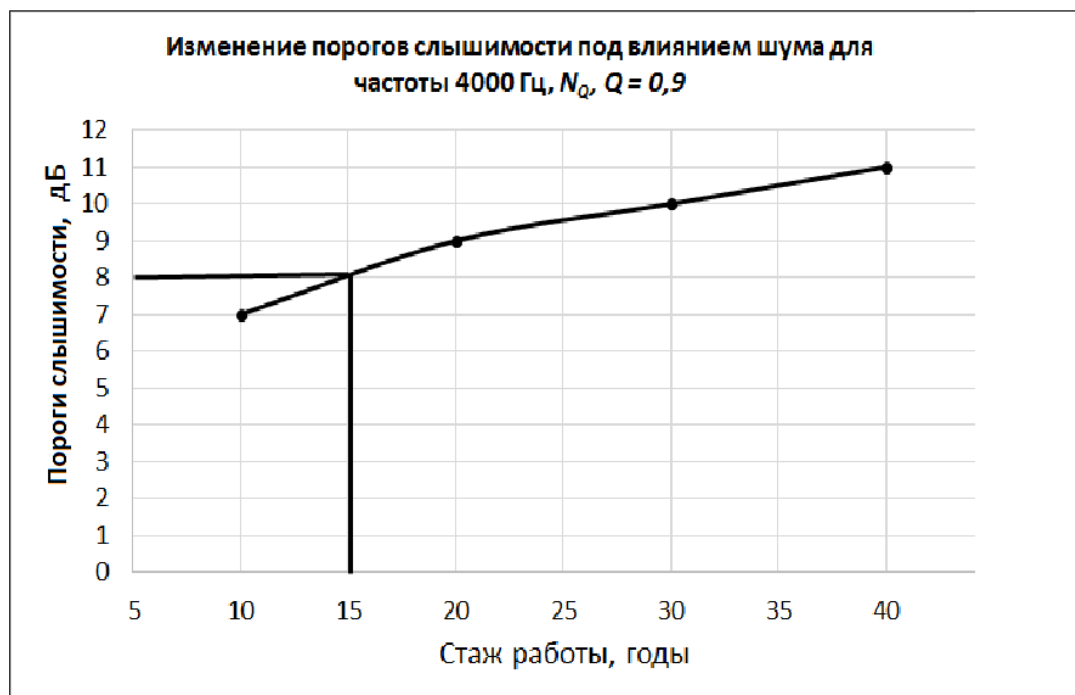


Рис. 2. Изменение порогов слышимости под влиянием шума для частоты 4000 Гц, $N_Q, Q = 0,9$

$$\begin{aligned}
 H_{0,9;45} &= \frac{[(-4,5) + (-4,5) + (-4,1) + (-4,1) + (-4,8) + (-4,1)]}{6} = -4,35 \text{ дБ}, \\
 H_{0,5;45} &= \frac{[3 + 3 + 4,3 + 6 + 6,2 + 8,8]}{6} = 5,2 \text{ дБ}, \\
 H_{0,1;45} &= \frac{[12,5 + 12,5 + 15,3 + 17,8 + 20,9 + 25,9]}{6} = 17,5 \text{ дБ}.
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

Таблица 2. Сформированный пороговый сдвиг, обусловленный воздействием шума уровня $L_{A, 8h} = 90$ дБ

Частота, Гц	Сформированный пороговый сдвиг, обусловленный воздействием шума, дБ														
	Время воздействия, годы														
	10			15			20			30			40		
	Квантили														
	0,9	0,5	0,1	0,9	0,5	0,1	0,9	0,5	0,1	0,9	0,5	0,1	0,9	0,5	0,1
500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	0	2	6	1	3	7	2	4	8	3	5	9	4	6	10
3000	4	8	13	5,7	9,1	14,6	7	10	16	8	11	18	9	12	19
4000	7	11	15	8	12	16,7	9	13	18	10	14	19	11	15	20
6000	3	7	12	3,5	7,5	13	4	8	14	5	9	15	6	10	15

Далее, значения сформированного порогового сдвига, обусловленные воздействием шума, вычисляются по формуле:

$$N_{0,9;15} = \frac{0+0+1+5,7+8+3,5}{6} = 3,0 \text{ дБ},$$

$$N_{0,5;15} = \frac{0+0+3+9,1+12+7,5}{6} = 5,3 \text{ дБ}, \quad (3)$$

$$N_{0,1;15} = \frac{0+0+7+14,6+16,7+13}{6} = 8,6 \text{ дБ}.$$

Тогда результаты распределения порогов слышимости, обусловленные возрастом и шумом для работников, подверженных шумовому воздействию, находятся как

$$H_{0,9}^* = H_{0,9;45} + N_{0,9;15} = -4,35 + 3,0 = -1,35 \text{ дБ}.$$

$$H_{0,5}^* = H_{0,5;45} + N_{0,5;15} = 5,2 + 5,3 = 10,5 \text{ дБ}. \quad (4)$$

$$H_{0,1}^* = H_{0,1;45} + N_{0,1;15} = 17,5 + 8,6 = 26,1 \text{ дБ}.$$

Пояснение результатов вычисления представлено на рис. 3 в Гауссовых координатах с различными величинами риска ослабления слуха. Корректируя данные [5], можно отметить, что существует доля работников, ухудшение слуха которых не происходит.

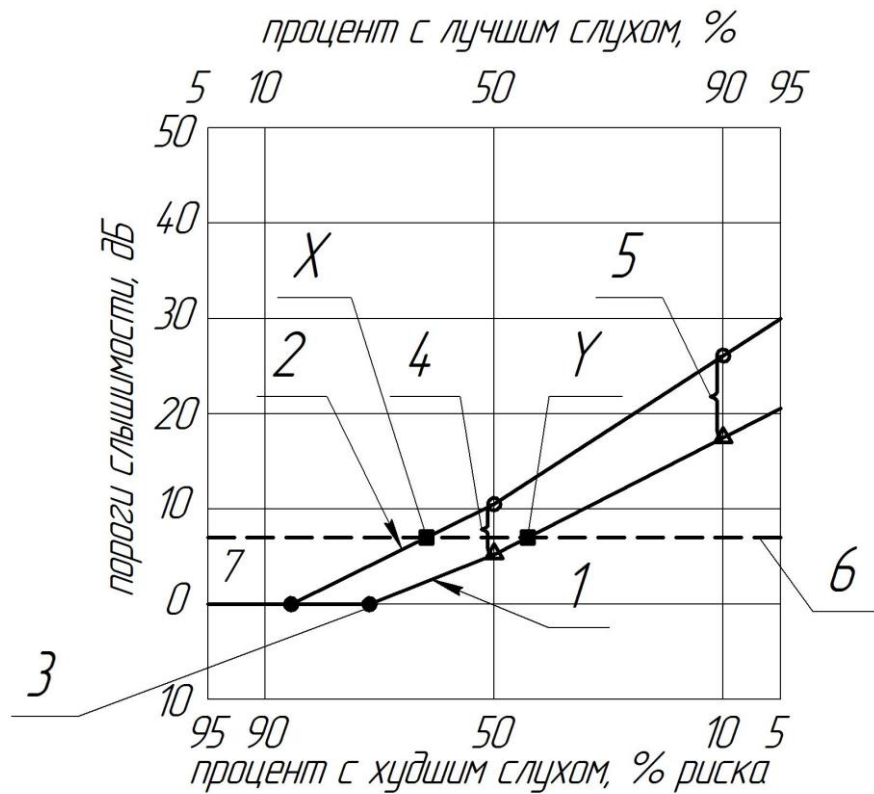


Рис. 3. Оценка риска при воздействии шума на исследуемую категорию работников

- 1 – пороги слышимости работников, не подверженных шумовому воздействию;
- 2 – пороги слышимости работников, подверженных шумовому воздействию;
- 3 – значение доли работников, ухудшения слуха которых не происходит;
- 4 – значение сдвига порога для 50 % работников;
- 5 – значение сдвига порога для 10 % работников;
- 6 – существующее превышение шума на рабочих местах пультовщиков (7 дБ);
- $X = 61,8\%$ – риск поражения вследствие возраста и шума;
- $Y = 44,1\%$ – риск снижения слуха у работников.

Ограничительное значение принято на уровне 7 дБ, как среднее значение превышения нормативного значения уровня звукового давления на рабочих местах исследуемой категории работников. Можно заметить, что при увеличении процента людей с нарушениями порогов восприятия (по нижней оси абсцисс), начиная с 72 % повышения порогов слуха не происходит.

Разница между точками X и Y составляет 17,7 %. Эта величина равна риску ухудшения слуха вследствие воздействия шума, наблюдаемого у исследуемой категории работников. То есть в течение, по крайней мере, 15 лет работы у 17,7 % работников произойдет снижение порогов слышимости на 7 дБ.

Таким образом, вычисления показывают, что количество работников с определенным значением риска снижения слуха обратно пропорционально значениям сдвига порогов слышимости.

Список литературы

1. Acoustic – Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment / International Standard ISO 1999. Second edition 1990-01-15. – ISO: Switzerland, 1990. – 21 pp.
2. Johnson, D.L. Derivation of presbycusis and noise induced permanent threshold shift (NIPTS) to be used for the basis of a standard on the effects of noise on hearing, AMRL-TR-78-128, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, USA, September 1978.
3. 19. Passchier-Vermeer, W. The effects of age, ontological factors and occupational noise exposure on hearing threshold levels of various populations. Basic and Applied Aspects of Noise-induced Hearing Loss, Salvi, Richard J., Henderson, D., Hamernik, R.P., and Colletti, V. (editors), Plenum Press, New York and London, 1986.
4. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Руководство. Р 2.2.2006 – 05.
5. Парахин, Д. В. Обеспечение допустимых норм шума и напряженности труда в рабочей зоне пультовщиков предприятий машиностроительного профиля : дис. ... канд. техн. наук : 05.26.01 : защищена 19.05.16 / Д. В. Парахин. – СПб., 2016. – 149 с. – Библиогр.: с. 133-144.