

УДК 331.432.6:613 .644

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/41/36>

АНАЛИЗ И МОДЕРНИЗАЦИЯ МЕТОДА ОЦЕНКИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ШУМА

©*Балакина Н. А.*, ORCID: 0000-0001-6850-3067, SPIN-код: 7303-3763,
Севастопольский государственный университет,

г. Севастополь, Россия, NBalakina@sevsu.ru

©*Балакин А. И.*, ORCID: 0000-0003-0456-4770, SPIN-код: 7846-7306, канд. техн. наук,
Севастопольский государственный университет,

г. Севастополь, Россия, AIBalakin@sevsu.ru

ANALYSIS AND MODERNIZATION OF THE METHOD OF EVALUATION OF OCCUPATIONAL EXPOSURE TO NOISE

©*Balakina N.*, ORCID: 0000-0001-6850-3067, SPIN-code: 7303-3763,
Sevastopol State University, Sevastopol, Russia, NBalakina@sevsu.ru

©*Balakin A.*, ORCID: 0000-0003-0456-4770, SPIN-code: 7846-7306,
Ph.D., Sevastopol State University, Sevastopol, Russia, AIBalakin@sevsu.ru

Аннотация. Приводится оценка негативного воздействия шума на организм человека. Рассмотрена зависимость этого воздействия от интенсивности шума, длительности его действия в течение рабочего дня, стажа работы в условиях воздействия шума, а также от индивидуальной чувствительности организма, интенсивности физической нагрузки и комплекса других вредных производственных факторов. Проведен анализ используемых в настоящее время методов нормирования шума, его контроля и оценки на рабочих местах. Рассмотрены нормативные документы в области оценки шума на производстве. Приводится взаимосвязь между предельно допустимыми эквивалентными уровнями звука и категориями тяжести трудового процесса, также зависимость степени риска повреждения слуха от эквивалентного уровня шума и продолжительности работы. В работе доказывается предпочтительность использования дозовой оценки шума, с точки зрения учета реальной степени риска повреждения слуха, при этом указываются недостатки присущи данной методике. В дальнейшем предлагается создание средства измерения, позволяющего оценивать, как эквивалентные уровни шума, так и полученную дозу шума.

Abstract. An assessment of the negative impact of noise on the human body is given. The dependence of this effect on the intensity of noise, the duration of its action during the working day, the length of service in terms of exposure to noise, as well as the individual sensitivity of the organism, the intensity of physical activity and a complex of other harmful production factors, is considered. The analysis of the currently used methods of noise rationing, its control and evaluation at workplaces is carried out. Considered regulatory documents in the field of noise assessment in the workplace. The relationship between the maximum permissible equivalent sound levels and the severity categories of the labor process is given, as well as the dependence of the degree of risk of hearing damage on the equivalent noise level and duration of work. The paper proves the preference of using a dose assessment of noise from the point of view of taking into account the real degree of risk of hearing damage while pointing out the disadvantages inherent in this technique. In the future, it is proposed to create a measurement tool that allows evaluating both equivalent noise levels and the resulting dose of noise.

Ключевые слова: производственный шум, нормирование шума, доза шума.

Keywords: production noise, noise rationing, a dose of noise.

Введение

Все большую актуальность в настоящее время приобретает задача борьбы с производственным шумом. Это связано с возрастанием производственных мощностей, увеличением количества технологического оборудования и инструмента.

Воздействие шума на организм человека вызывает изменения, прежде всего, в органе слуха, нервной и сердечно-сосудистой системах. При этом степень выраженности этих изменений различна. Она зависит от интенсивности шума, длительности его действия в течение рабочего дня, стажа работы в условиях воздействия шума, а также от индивидуальной чувствительности организма, интенсивности физической нагрузки и комплекса других вредных производственных факторов.

Длительное воздействие на органы слуха человека интенсивного шума (свыше 80 дБА) может привести к его частичной или полной потере.

Одним из наиболее распространенных профессиональных заболеваний является шумовая болезнь. Симптомами шумовой болезни являются функциональные нарушения со стороны нервной и сердечно-сосудистой систем, желудочно-кишечного тракта, эндокринных желез в виде невротозов, невротений, астеновегетативного синдрома с сосудистой гипертензией, гипертонической болезни, угнетения секреций желудочно-кишечного тракта, нарушения функции эндокринных желез.

Таким образом, шум не только оказывает негативное влияние на организм человека, но и способствует снижению работоспособности человека, производительности, качества и безопасности его труда.

Цели и задачи

Представляет интерес повышение эффективности метода оценки производственного шума. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи: проанализировать существующую методику оценки производственного шума с целью выявления ее недостатков; найти способ их устранения.

Основная часть

Согласно действующим нормативным документам шум подлежит нормированию, в частности, нормируется эквивалентный (по энергии) уровень шума. Основная цель нормирования шума на рабочих местах (санитарного нормирования шума) — установление научно-обоснованных предельно допустимых величин шума, которые при ежедневном систематическом воздействии в течение всего рабочего дня и в течение многих лет не могут вызвать существенных заболеваний организма человека и не мешают его нормальной работе. Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности представлены в Таблице 1 [2], при этом количественную оценку тяжести и напряженности трудового процесса следует проводить в соответствии с Руководством, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

В основе концепции действия шума на организм человека лежит положение о том, что шумы средних уровней (ниже 80 дБА), как правило, не приводят к постоянной потере слуха, поэтому нормативным эквивалентным уровнем звука на рабочих местах является 80 дБА. Работы в условиях воздействия эквивалентного уровня шума выше 85 дБА не допускаются.

Таблица 1.

**ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ УРОВНИ ЗВУКА И ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ УРОВНИ ЗВУКА
 НА РАБОЧИХ МЕСТАХ ДЛЯ ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
 РАЗНЫХ КАТЕГОРИЙ ТЯЖЕСТИ И НАПРЯЖЕННОСТИ**

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	Тяжелый труд 1 степени	Тяжелый труд 2 степени	Тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	—	—	—
Напряженный труд 2 степени	50	50	—	—	—

Сейчас оценка допустимости производственного шума с уровнем выше 80 дБА наиболее часто основывается на выявлении действия шума на органы слуха человека. Методика оценки действия производственного шума с целью сохранения слуха регламентируется ГОСТ Р ИСО 1999-2017. Настоящий стандарт устанавливает метод расчета потенциального постоянного смещения порога слышимости взрослого человека вследствие воздействия шума различного уровня и продолжительности, что является основой для количественной оценки потери слуха, выявляемой при превышении пороговых уровней слышимости на стандартных аудиометрических частотах или их комбинации входе общего аудиометрического обследования. Зависимость степени риска повреждения слуха от эквивалентного уровня шума и продолжительности работы приведена в Таблице 2.

Таблица 2.

СТЕПЕНЬ РИСКА ПОВРЕЖДЕНИЯ СЛУХА И ПОВРЕЖДЕНИЕ СЛУХА, %

Эквивалентный уровень шума, дБА	Продолжительность работы, лет									
	До1	5	10	15	20	25	30	35	40	45
До 80	0/1	0/2	0/3	0/5	0/7	0/10	0/14	0/21	0/33	0/50
85	0/1	1/3	3/6	5/10	6/13	7/17	8/22	9/30	10/43	7/57
90	0/1	4/6	10/13	14/19	16/23	16/26	18/32	20/41	21/54	15/65
95	0/1	7/9	17/20	24/29	28/35	29/39	31/45	32/53	29/62	23/73
100	0/1	12/14	29/32	37/42	42/49	43/53	44/58	44/65	41/74	33/83
105	0/1	18/20	42/45	53/58	58/65	60/70	62/76	61/82	54/87	41/91
110	0/1	26/28	55/58	71/76	78/85	78/88	77/91	72/93	62/96	45/95
115	0/1	36/38	71/74	83/88	87/94	84/94	81/95	75/96	64/97	47/97

Примечание: Числитель дроби характеризует риск повреждения слуха, а знаменатель — повреждение слуха.

Из Таблицы 2 видно, что существует достаточно большой риск повреждения слуха, а также в большей степени реальное повреждение слуха, которые по мере увеличения эквивалентного уровня шума и продолжительности работы возрастают. Для наглядности человека Таблицу 2 представим в виде трехмерного графика (Рисунок).

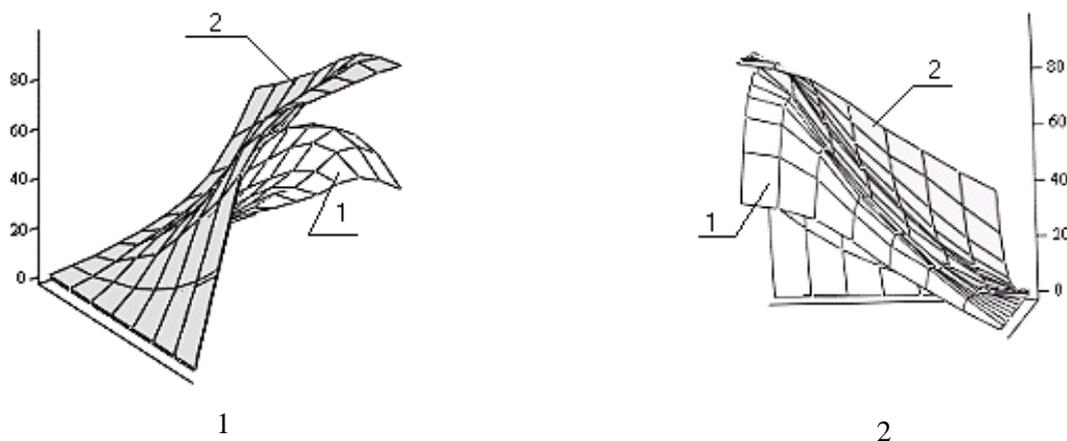


Рисунок 1. Степень риска повреждения слуха, %: 1 — установленная степень риска повреждения слуха; 2 — реальная степень риска повреждения слуха.

Установлено, что на шумных производствах общая заболеваемость рабочих увеличивается на 10...15%.

В настоящее время для того, чтобы характеризовать опасность здоровью работника, связанную с кумулятивным воздействием шума, устанавливают показатель, обладающий следующими свойствами. С одной стороны, из практических соображений должна существовать возможность определить его значение за относительно короткий временной отрезок (обычно не превышающий нескольких часов или дней), и в то же время он должен позволять использовать его для оценки дозы шума, накопленной за трудовой стаж работника по данной профессии. В качестве такого показателя используют эквивалентный уровень звука за 8-часовой рабочий день $L_{EX,8h}$, измерение которого выполняют в соответствии с ГОСТ ISO 9612 или в соответствии с нормативным документом, устанавливающим методы измерений шума на конкретных рабочих местах (при его наличии). В идеале эквивалентный уровень звука за 8-часовой рабочий день должен представлять собой средний по стажу работы эквивалентный уровень звука. Чтобы результат реального измерения был по возможности близок к «идеальному» значению, измерение проводят для номинального рабочего дня, представительного с точки зрения воздействия шума на работника в предположении, что весь стаж работ будет накоплен работником на одном рабочем месте при существующих условиях организации его работы. Отсюда видно, что данная методика нормирования шума и его контроля на рабочих местах не позволяет полностью оценить воздействие шума на организм человека.

С физической точки зрения, эквивалентный уровень, лежащий в основе ныне используемого интегрального метода оценки непостоянного шума, и доза являются аналогами и возможен их взаимный пересчет (Таблица 3), но в физиолого-гигиеническом отношении эти два параметра отличаются принципиально: эквивалентный уровень определяется по логарифмической шкале в децибелах от порога восприятия, а доза — в частях от допустимой дозы, которая является порогом вредного влияния, и оценивается в линейных величинах. Эквивалентный уровень отображает среднее значение уровня шума за смену (рабочий день), а доза характеризует суммарную энергию шума за смену (рабочий день).

Таким образом, единственным надежным методом оценки шума является применение дозовой оценки.

Таблица 3.

СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ ЭКВИВАЛЕНТНЫМ УРОВНЕМ ЗВУКА
 И ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ДОЗОЙ ШУМА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВРЕМЕНИ ДЕЙСТВИЯ ШУМА

Относ. доза шума, %	Эквивалентный уровень звука, дБА за время действия шума						
	8 ч	4 ч	2 ч	1 ч	30 мин	15 мин	7 мин
3,2	65	68	71	74	77	80	83
6,3	68	71	74	77	80	83	86
12,5	71	74	77	80	83	86	89
25	74	77	80	83	86	89	92
50	77	80	83	86	89	92	95
100	80	83	86	89	92	95	98
200	83	86	89	92	95	98	101
400	86	89	92	95	98	101	104
800	89	92	95	98	101	104	107
1600	92	95	98	101	104	107	110
3200	95	98	101	104	107	110	—

Для гигиенической оценки непостоянного шума в настоящее время в соответствии с [5] используется эквивалентный (по энергии) уровень, однако существующие методы измерения либо неточны, либо трудоемки.

Согласно методическим рекомендациям по дозой оценке производственных шумов [6] под дозой шума понимают акустическую энергию за время действия шума, определяемую по формуле:

$$D = \int_0^T P_A^2(t) dt,$$

где $P_A(t)$ — текущее значение среднего квадратичного звукового давления с учетом коррекции "А", Па;

T — время действия шума, ч.

Возможно также определение дозы шума в процентах от допустимой нормы за рабочее время, т. е. относительной дозы шума $D_{отн}$, которую определяют по формуле:

$$D_{отн} = \frac{D}{D_{доп}} 100 \%,$$

где $D_{доп}$ — допустимая доза шума, $Pa^2 \cdot ч$

$$D_{доп} = P_{Адоп}^2 T_{р.д},$$

где $P_{Адоп}$ — значение звукового давления, соответствующее допустимому уровню звука, Па;

$T_{р.д}$ — продолжительность рабочего дня, ч.

Дозовая оценка имеет ряд преимуществ. Применение дозовой оценки шума, с одной стороны, позволяет более полно оценить степень воздействия шума на органы слуха человека и его организм в целом и разработать инженерно-технические мероприятия по защите от шума, а, с другой стороны, предотвратить материальные затраты, связанные с возмещением ущерба работникам в случае повреждения их здоровья. Кроме того, применение дозовой оценки шума позволит наиболее объективно оценить классы, условия и характер труда, что, в свою очередь, позволит решить вопрос об установлении доплат за вредность либо их отмены (в случае, если нет повышенного риска для здоровья или условия труда классифицируются как допустимые, а не вредные и опасные, как считалось ранее).

Таким образом, к основным преимуществам дозовой оценки шума можно отнести ее объективность и важное социально-экономическое значение, которое выражается в снижении полных трудовых потерь вследствие профессионально обусловленной заболеваемости, повреждения слуха и повышенной утомляемости здоровых рабочих, а также в снижении затрат труда на производство единицы продукции за счет уменьшения числа дней временной нетрудоспособности, частичной утраты общей трудоспособности, а в некоторых случаях и более раннего выхода на пенсию и дополнительного отпуска.

Выводы

На основании вышесказанного можно сделать вывод о предпочтительности использования дозовой оценки шума. Наиболее корректным методом измерения шумов является индивидуальная дозиметрия. Однако она в тоже время имеет недостаток – не учитывает временных характеристик непостоянных (особенно импульсных) шумов, которые могут определять особенности неблагоприятного действия.

Поэтому согласно концепции «доза-время-эффект» для полной адекватной оценки шума необходимо учитывать все указанные параметры, при этом роль фактора времени учитывается за смену распределением уровней, а в профессиональном плане - стажем работы в шуме. Вместе с тем экспертные заключения следует давать по эквивалентному уровню как нормируемому параметру.

В связи с отсутствием отечественной измерительной техники для оценки дозного воздействия шума на человека в качестве направления дальнейших исследований предполагается разработка средства измерения, позволяющего оценить, как эквивалентные уровни шума, так и полученную дозу шума, при различных условиях эксплуатации.

Источники:

1. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Санитарные нормы. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Введ. 1996-31-10. М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 1997. 6 с.

2. Р 2.2.2006-05. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. Введ. 2005-01-10. М.: Бюллетень нормативных и методических документов Госсанэпиднадзора, 2005. 144 с.

3. ГОСТ Р ИСО 1999-2017. Акустика. Оценка потери слуха вследствие воздействия шума. Введ. 2018-01-12. М.: Стандартиформ, 2005. 24 с.

4. ГОСТ Р ИСО 9612-2013. Акустика. Измерения шума для оценки его воздействия на человека. Метод измерений на рабочих местах. Введ. 2014-01-12. М.: Стандартиформ, 2014. 70 с.

5. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности. Введ. 2015-01-11. М.: Стандартиформ, 2015. 27 с.
6. Методические рекомендации по дозной оценке производственных шумов N 2908-82. Введ. 1982-29-07. М.: Типография Минздрава СССР, 1982. 6 с.

Sources:

1. SN 2.2.4/2.1.8.562-96. Sanitarnyye normy. Shum na rabochikh mestakh, v pomeshcheniyakh zhilykh, obshchestvennykh zdaniy i na territorii zhiloy zastroyki. Vved. 1996-31-10. М.: Информационно-издател'skiy tsentr Minzdrava Rossii, 1997. 6 с.
2. R 2.2.2006-05. Gigiyena truda. Rukovodstvo po gigiyenicheskoy otsenke faktorov rabochey sredy i trudovogo protsessa. Kriterii i klassifikatsiya usloviy truda. Vved. 2005-01-10. М.: Byulleten' normativnykh i metodicheskikh dokumentov Gossanepidnadzora, 2005. 144 s.
3. GOST R ISO 1999-2017. Akustika. Otsenka poteri slukha vsledstviye vozdeystviya shuma. Vved. 2018-01-12. М.: Standartinform, 2005. 24 s.
4. GOST R ISO 9612-2013. Akustika. Izmereniya shuma dlya otsenki yego vozdeystviya na cheloveka. Metod izmereniy na rabochikh mestakh. Vved. 2014-01-12. М.: Standartinform, 2014. 70 s.
5. GOST 12.1.003-2014 Sistema standartov bezopasnosti truda (SSBT). Shum. Obshchiye trebovaniya bezopasnosti. Vved. 2015-01-11. М.: Standartinform, 2015. 27 s.
6. Metodicheskiye rekomendatsii po doznoy otsenke proizvodstvennykh шумов N 2908-82. Vved. 1982-29-07. М.: Tipografiya Minzdrava SSSR, 1982. 6 s.

*Работа поступила
в редакцию 18.03.2019 г.*

*Принята к публикации
22.03.2019 г.*

Ссылка для цитирования:

Балакина Н. А., Балакин А. И. Анализ и модернизация метода оценки производственного шума // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5. №4. С. 264-270. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/41/36>.

Cite as (APA):

Balakina, N., & Balakin, A. (2019). Analysis and Modernization of the Method of Evaluation of Occupational Exposure to Noise. *Bulletin of Science and Practice*, 5(4), 264-270. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/41/36>. (in Russian).