

УДК 331.432.6

Н.А. Балакина, аспирант

Севастопольский национальный технический университет

Студгородок, г. Севастополь, Украина, 99053

root@sevgtu.sebastopol.ua

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ШУМА НА ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УЩЕРБ ПРЕДПРИЯТИЯ

Рассматривается влияние интенсивного промышленного шума на ежегодный экономический ущерб предприятия. Приведен его расчет по данным ЗАО «Крым-втормет».

Шум остается одним из наиболее вредных и опасных факторов производственной среды, так как под его действием снижается концентрация внимания, нарушаются физиологические функции, появляется ощущение усталости вследствие повышенных энергетических затрат и нервно-психического напряжения. Кроме того, интенсивный промышленный шум способствует снижению работоспособности человека, производительности, качества и безопасности его труда, причем снижение производительности труда тем больше, чем сложнее трудовой процесс и чем больше в нем элементов умственного труда. Из зарубежных источников известно, что под действием длительного систематического интенсивного шума производительность труда на ряде производств снижается до 60%, а число ошибок, допускаемых в расчетных работах, увеличивается более чем на 50%. Влияние шума на производительность труда исследовали С. Д. Ковригин и А. П. Михеев [2]. Эксперименты были поставлены на Московском почтамте. В результате обработки материалов оказалось, что при наличии шума процент брака при сортировке писем непрерывно возрастает с течением времени. Обеденный перерыв стабилизирует качество работы, однако к концу дня всегда наблюдается наибольшее количество ошибок.

При увеличении уровня шума с 70 до 100 дБ производительность труда снижается на 30%, что в значительной степени сказывается на рентабельности производства. Повышенный уровень шума наносит ощутимый экономический ущерб предприятию. В то же время, авторы [1] считают, что, применив меры по борьбе с шумом, можно понизить его уровень на 10...15 дБ, что при годовом объеме корреспонденции в письмосортировочном цехе Московского почтамта составит значительную экономию материальных средств за счет повышения производительности труда.

Целью данной статьи является исследование влияния повышенного промышленного шума на экономический ущерб предприятия. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи: исследовать влияние повышенного производственного шума на полные трудовые потери вследствие профессионально обусловленной заболеваемости; исследовать

влияние шума на полные трудовые потери вследствие повреждения слуха, вызывающего частичную стойкую утрату общей трудоспособности, и повышенного утомления здоровых рабочих; найти ежегодный экономический ущерб от вредного воздействия производственного шума.

Согласно исследованиям отечественных гигиенистов эквивалентный уровень звука 80 дБА соответствует нулевому риску потери слуха [2]. Поэтому все расчеты будут производиться относительно предельно-допустимого уровня звука 80 дБА.

Исходные данные для исследования взяты по ЗАО «Крымвортмет» (г. Симферополь).

Эквивалентный уровень шума на рабочем месте копровщика ($L_{\text{экв}}$) составляет 96 дБА, заработная плата (З) составляет 780 грн/месяц, число рабочих, подвергающихся воздействию шума (Д) – 6 человек.

Полные трудовые потери вследствие профессионально обусловленной заболеваемости составляют в процентах [3] $\Delta P_1 = 0,16 \cdot (L_{\text{экв}} - 80)$, где $L_{\text{экв}}$ – эквивалентный уровень шума на рабочем месте. Согласно исходным данным эквивалентный уровень шума на рабочем месте копровщика составляет 96 дБА. $\Delta P_1 = 0,16 \cdot (96 - 80) = 0,16 \cdot 16 = 2,56\%$.

Полные трудовые потери вследствие повреждения слуха, вызывающего частичную стойкую утрату общей трудоспособности, и повышенного утомления здоровых рабочих через t_0 лет при действии шума с эквивалентным уровнем звука $L_{\text{экв}}$ в течение t лет составляют в процентах

$$\Delta P_2 = 2 \cdot \left(\Delta T_1 + \frac{t_0 - t}{t} \cdot \Delta T_2 \right), \quad (1)$$

где ΔT_1 – средняя степень утраты общей трудоспособности вследствие повреждения слуха и повышенного утомления здоровых рабочих, отнесенная ко всем рабочим, через t лет работы в условиях шума.

$$\Delta T_1 = 7,5 \cdot 3^{\frac{1}{\alpha}} \cdot \frac{1}{\beta}. \quad (2)$$

Средняя степень утраты трудоспособности ΔT_2 всех рабочих вследствие повреждения слуха у части из них определяется как

$$\Delta T_2 = 7,5 \cdot 3^{\frac{1}{\alpha}} \cdot \frac{1}{\beta} \cdot (1 - (1 - P(t))^{\beta}),$$

$$\text{где } \alpha = \frac{\lg(1 - P(10))}{\lg(1 - P(t))}, \quad \beta = 1 + 0,477 \cdot \lg(1 - P(10)), \quad (3)$$

где $P(10)$, $P(t)$ – вероятность повреждения слуха соответственно через 10 и t лет работы. Принимаем $t=10$ лет.

Значение $P(t)$ для эквивалентного уровня звука 96 дБА найдено с помощью линейной интерполяции по таблице 1.

Таблица 1 – Зависимость вероятности повреждения слуха от эквивалентного уровня звука и продолжительности работы

Эквивалентный уровень звука, $L_{экв}$, дБА	Продолжительность работы t , лет				
	5	10	15	20	25
85	0,01	0,03	0,05	0,06	0,07
90	0,04	0,1	0,14	0,16	0,16
95	0,07	0,17	0,24	0,28	0,29
100	0,12	0,29	0,37	0,42	0,43
105	0,18	0,48	0,53	0,58	0,60
110	0,26	0,55	0,71	0,78	0,78

Интерполяционная формула в данном случае имеет вид:

$$P(t) = P(L_{экв1}, t) + \frac{P(L_{экв2}, t) - P(L_{экв1}, t)}{L_{экв2} - L_{экв1}} (L_{экв} - L_{экв1}) .$$

При $t=10$ и $L_{экв} = 96$ переменным $P(L_{экв1}, 10)$, $P(L_{экв2}, 10)$ согласно таблице 1 соответствуют значения 0,17 и 0,29 соответственно, а переменным $L_{экв1}$, $L_{экв2} - 100$ и 95 дБА. Тогда получаем:

$$P(10) = 0,17 + \frac{0,29 - 0,17}{100 - 95} (96 - 95) = 0,194 .$$

Подставляя значения $P(10)$ для $L_{экв} = 96$ в формулу (3), получаем:

$$\alpha = \frac{\lg(1 - 0,194)}{\lg(1 - 0,194)} = 1, \quad \beta = 1 + 0,477 \lg(1 - 0,194) = 0,955 .$$

Тогда ΔT_1 согласно формуле (2) равно $\Delta T_1 = 7,5 \cdot 3 \cdot 1 / 0,955 = 23,55$.

При $t=t_0$ второе слагаемое формулы (1) обращается в нуль. С учетом этого $\Delta P_2 = 2 \cdot 23,55 = 47,10$.

Полные трудовые потери вследствие профессионально обусловленной заболеваемости, повреждение слуха и повышенной утомляемости здоровых рабочих в процентах определяются по формуле

$$\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2 = 47,10 + 2,56 = 49,66 .$$

Ежегодный экономический ущерб в грн/год от вредного воздействия производственного шума через t_0 лет может быть вычислен по формуле

$$y = \frac{1,5 \cdot 3 \cdot D}{100} \cdot \Delta P ,$$

где Z – среднегодовая заработная плата рабочего в грн.; D – число рабочих подвергающихся действию шума. С учетом исходных данных получаем

$$y = \frac{1,5 \cdot (780 \cdot 12) \cdot 6}{100} \cdot 49,66 = 41837,41 \text{ грн/год.}$$

Из расчета видно, что повышенный производственный шум наносит значительный экономический ущерб предприятию.

Для упрощения исследования влияния повышенного производственного шума на экономический ущерб, понесенный предприятием, была разработана программа в среде Maple, позволяющая за один цикл произвести расчет ежегодного экономического ущерба при заданных значениях эквивалентного уровня шума, числе рабочих, подвергающихся воздействию данного уровня шума и заработной платы, получаемой этими рабочими. Результаты вычислений приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты вычислений

Продолжительность воздействия шума, t , г	Ежегодный экономический ущерб, грн/год через t_0 лет				
	5	10	15	20	25
5	22383,09	23931,76	25480,43	27029,10	28577,77
10	38143,20	41837,41	45531,62	49225,83	52920,04
15	55171,17	60620,61	66070,05	71519,49	76968,94
20	69254,04	75650,57	82047,09	88443,62	94840,15
25	72318,32	78009,95	83701,59	89393,22	95084,86

Как видно из таблицы 2, с ростом продолжительности воздействия шума и временного интервала, за который производится расчет, экономический ущерб значительно возрастает. Кроме того, экономический ущерб в значительной степени зависит от эквивалентного уровня шума на рабочих местах и числа рабочих, подвергающихся воздействию шума данного уровня. Так, например, при тех же исходных данных ежегодный экономический ущерб через 15 лет работы составит уже 45531,62 грн/год.

На рисунке 1 изображена графическая зависимость ежегодного экономического ущерба от продолжительности воздействия интенсивного промышленного шума.

В заключение следует подчеркнуть, что около 40% всех потерь примерно в одинаковой мере зависит от повышенного утомления здоровых рабочих и профессионально обусловленной заболеваемости; остальную часть трудовых потерь – 60% - составляет рост затрат труда вследствие частичной стойкой утраты общей трудоспособности из-за повреждения слуха.

Отметим, что полные трудовые потери вследствие профессионально обусловленной заболеваемости, повреждения слуха и повышенной утомляемости здоровых рабочих можно свести к минимуму, заменив традиционную (ныне используемую) методику оценки промышленного шума на более объективную дозовую оценку. Это дает возможность контролировать шумовую нагрузку на рабочий персонал в течение всей рабочей смены и при необходимости производить её корректировку (например, за счет сокращения продолжительности рабочей смены или пересмотра графика работы рабочих, с тем, чтобы не подвергать их воздействию шуму высокого уровня в течение периодов более длительных, чем рекомендовано для сохранения слуха).

В дальнейшем планируется произвести расчет экономических затрат предприятия при использовании дозиметров шума и сравнить их с затратами при использовании интегральной оценки шума.

Библиографический список

1. ДСН 3.3.6.037 – 99. Санитарные нормы производственного шума, ультразвук и инфразвук. Введ. 01.12.99. — К.: Изд-во стандартов, 1999. — 18 с.
2. Ковригин С.Д. Техничко-экономическое значение борьбы с производственным шумом на предприятии / С.Д. Ковригин, А.П. Михеев // Борьба с шумами и вибрациями: Сб. статей. — М., 1966. — С. 28.
3. Борьба с шумом на производстве: Справочник / Под ред. Е.Я. Юдина. — М.: Машиностроение, 1985. — 400 с.

Поступила в редакцию 23.03.2004 г.

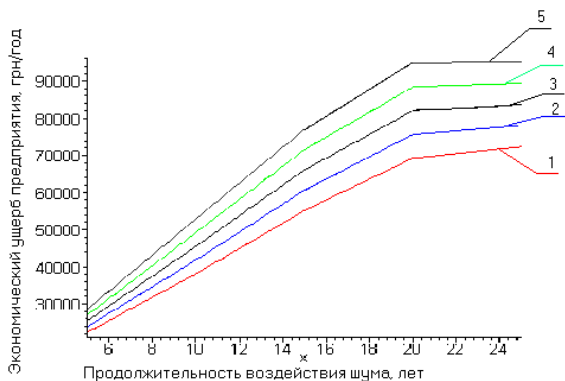


Рисунок 1 – Графическая зависимость ежегодного экономического ущерба от продолжительности воздействия шума: 1 – через 5 лет; 2 – через 10 лет; 3 – через 15 лет; 4 – через 20 лет; 5 – через 25 лет