

УДК 677:331

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РИСКА ПОВРЕЖДЕНИЯ СЛУХА
У РАБОЧИХ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

**FORECASTING OF RISK OF HEARING INJURIES
AMONG WORKERS OF TEXTILE FACTORIES**

И.С. ФЕДОРОВ, В.М. РЕПИН, Г.К. БУКАЛОВ
I.S. FEDOROV, V. M. REPIN, G.K. BUKALOV

(Костромской государственный технологический университет)
(Kostroma State Technological University)
E-mail: info@kstu.edu.ru

В статье получена математическая модель полиномиальной зависимости риска повреждения слуха от стажа работы и величины эквивалентного уровня звука на текстильных предприятиях.

The mathematical model of polynomial dependence of risk of hearing injuries on the work experience and rate of equivalent sound level at the textile enterprises is received in the article.

Ключевые слова: профессиональный риск, шум, повреждение слуха, текстильные предприятия, математическая модель

Keywords: professional risk, noise, hearing injuries, textile enterprises, a mathematical model.

В России под воздействием опасных и вредных производственных факторов трудится каждый четвертый - пятый работник от числа всех лиц, занятых в экономике, половину из них составляют женщины. В условиях, характерных для текстильных предприятий: повышенной запыленности и загазованности, работают 2 млн. 263 тыс. человек; шума, ультра- и инфразвука – 2 млн. 278 тыс. человек; вибрации – 579 тыс. человек [1].

В текстильной промышленности наиболее негативное влияние на организм

оказывает шум. Так, например, в крутильно-тростильном цехе на предприятии Костромском обособленном подразделении ОАО «Московская шерстопрядильная фабрика» уровень шума на рабочих местах составляет 90 дБА и выше. Аналогичная картина существует и на большом количестве других предприятий отрасли.

Можно говорить о двух видах влияния шума на организм человека: действия на органы слуха (вызывающее специфические изменения) и воздействия на весь организм (неспецифические изменения).

Как правило, у работающих в условиях повышенного шума через пять лет появляется тугоухость, а через 10 лет может быть потерян слух [2].

Неспецифическое действие шума проявляется во влиянии, в первую очередь, на центральную нервную систему. Со стороны сердечно-сосудистой системы наблюдается повышение давления. При длительном воздействии шума могут развиваться такие заболевания, как гипертоническая и язвенная болезни, возникают неврозы, раздражительность. Патологические изменения, вызванные длительным шумом, рассматриваются как шумовая болезнь. Установлено, что общая заболеваемость рабочих шумных профессий на 10...15 % превосходит остальные профессии [2].

Длительное воздействие шума влияет не только на здоровье, но и на работоспособность человека: замедляется скорость психических реакций, снижается темп работы, ухудшается качество переработки информации. Если шум выше нормы, то каждые следующие 1...2 дБА снижают производительность труда примерно на 1%; нередко из-за высокого шума производительность труда снижалась на 10...20% [2].

Зависимость риска нарушений слуха от эквивалентного уровня шума и продолжительности работы приведена в табл. 1, данные которой получены на основании исследования состояния слуха у людей, работающих в условиях различных шумовых режимов в течение различных периодов времени (до 45 лет) [3].

Таблица 1

| Эквивалентный уровень звука | Риск повреждения слуха, %, при продолжительности работы (годы) | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 85 | 0 | 1 | 3 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 7 |
| 90 | 0 | 4 | 10 | 14 | 16 | 16 | 18 | 20 | 21 | 15 |
| 95 | 0 | 7 | 17 | 24 | 28 | 29 | 31 | 32 | 29 | 23 |
| 100 | 0 | 12 | 29 | 37 | 42 | 43 | 44 | 44 | 41 | 33 |

На практике данной зависимостью пользоваться достаточно неудобно, так как достоверные сведения можно получить только для стажа работы кратного пяти.

Графически зависимость риска потери слуха от стажа работы выглядит следующим образом (рис. 1).

Для удобства использования этих данных необходимо подобрать подходящий вариант аппроксимации для этих данных, а также доказать оптимальность выбора путем сравнения коэффициентов достоверности и аппроксимации для каждого варианта. Для выполнения этой задачи нами были использованы средства MS Excel.

Построенные графики для логарифмической, линейной и полиномиальной аппроксимации представлены на рис. 2...4 соответственно.

Результаты аппроксимации зависимости риска потери слуха от стажа работы линейной, логарифмической и полиномиальной зависимостью представлены в

табл. 2. При аппроксимации использовались следующие обозначения: x – стаж работы, y – вероятность потери слуха, R^2 – величина достоверности аппроксимации.

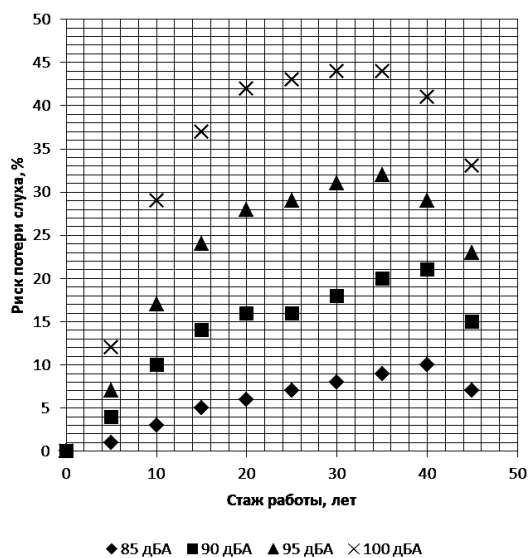


Рис. 1

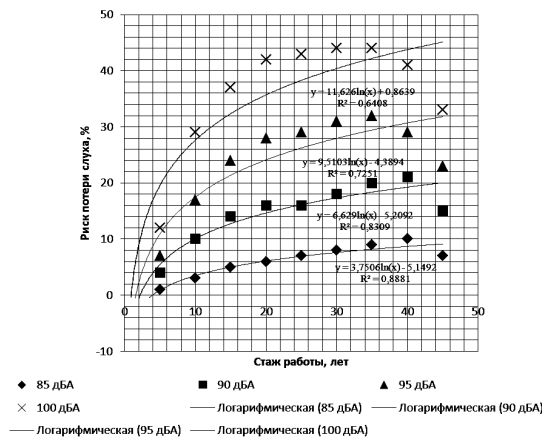


Рис. 2

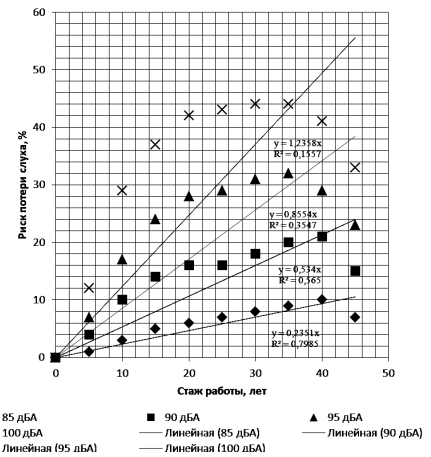


Рис. 3

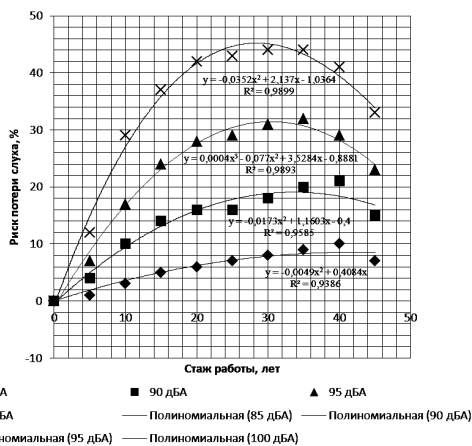


Рис. 4

При анализе графиков зависимости риска потери слуха от стажа работы на текстильных предприятиях в шумных условиях видно, что наиболее точной является полиномиальная аппроксимация. Величина достоверности данной аппроксимации более близка к единице. Линейная и логарифмическая аппроксимации описывают заданную зависимость с меньшей точностью.

Таблица 2

| № | Название аппроксимации | Уравнение | Величина достоверности аппроксимации R^2 | Примечание |
|--|------------------------|---|--|--|
| Эквивалентный уровень звука 85 дБА | | | | |
| 1 | Логарифмическая | $y = 3,7506 \ln(x) - 5,1492$ | $R^2 = 0,8881$ | x- стаж работы (лет) y – вероятность потери слуха (%) |
| 2 | Линейная | $y = 0,2351x$ | $R^2 = 0,7985$ | |
| 3 | Полиномиальная | $y = -0,0049x^2 + 0,4084x$ | $R^2 = 0,9386$ | |
| Эквивалентный уровень звука 90 дБА | | | | |
| 1 | Логарифмическая | $y = 6,629 \ln(x) - 5,2092$ | $R^2 = 0,8309$ | x- стаж работы (лет) y – вероятность потери слуха (%) |
| 2 | Линейная | $y = 0,534x$ | $R^2 = 0,565$ | |
| 3 | Полиномиальная | $y = -0,0173x^2 + 1,1603x - 0,4$ | $R^2 = 0,9585$ | |
| Эквивалентный уровень звука 95 дБА | | | | |
| 1 | Логарифмическая | $y = 9,5103 \ln(x) - 4,3894$ | $R^2 = 0,7251$ | x- стаж работы (лет) y – вероятность потери слуха (%) |
| 2 | Линейная | $y = 0,8554x$ | $R^2 = 0,3547$ | |
| 3 | Полиномиальная | $y = 0,0004x^3 - 0,077x^2 + 3,5284x - 0,8881$ | $R^2 = 0,9893$ | |
| Эквивалентный уровень звука 100 дБА | | | | |
| 1 | Логарифмическая | $y = 11,626 \ln(x) + 0,8639$ | $R^2 = 0,6408$ | x- стаж работы (лет) y – вероятность потери слуха (%) |
| 2 | Линейная | $y = 1,2358x$ | $R^2 = 0,1557$ | |
| 3 | Полиномиальная | $y = -0,0352x^2 + 2,137x - 1,0364$ | $R^2 = 0,9899$ | |

ВЫВОДЫ

1. Работники шумных цехов текстильных предприятий подвержены значительному риску повреждения слуха

2. Получена полиномиальная математическая модель зависимости риска повреждения слуха от стажа работы и величины эквивалентного уровня звука, позволяющая прогнозировать возникновение профессиональных заболеваний слухового аппарата у работников текстильных предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сайт www.securpress.ru
2. *Иванов Н.И.* Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: Учебник. – М.: Университетская книга, Логос, 2008.
3. *Коритыцкий Я. И. и др.* Вибрация и шум в текстильной промышленности (измерения, характеристики и методы борьбы). – М.: Легкая индустрия, 1974.

Рекомендована кафедрой защиты в чрезвычайных ситуациях. Поступила 03.06.11.
