

УДК 331.453

**МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД ПО ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ШУМОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ****к.т.н. доц. Ю.В. Богданов\***, **асс. И.Н. Паращенко\*\***,  
**д.т.н., проф. С.З. Полищук**, **к.т.н. проф. В.В. Сафонов\****\*Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры,**\*\*Полтавский национальный технический университет*

**Введение.** При решении задач обеспечения качества воздуха на рабочих местах производственных помещений и в населенных местах большое внимание уделяется оценке экологического риска, возникающего от нарушения требований к качеству воздуха. Дело в том, что воздействие различной природы от различных источников на человека в реальных условиях не является стабильным, а случайно изменяется в некоторых пределах. Из-за этого возникает вероятность нарушения норм качества воздуха, которую рассматривают как экологический риск. Отсюда вытекает актуальность исследований по теме статьи.

**Обзор литературы.** В [1] рассмотрен вопрос об оценке экологического риска применительно к загрязнению воздуха на рабочих местах химическими веществами и пылью. В [2] рассмотрен подход к оценке фактического экологического риска для человека по данным подфакельных измерений концентрации загрязняющих веществ.

Однако решение вопроса об оценке составляющей экологического риска  $\alpha_i$  или (надежности  $P_1$ ) и применении его на практике для шумового воздействия остался открытым. В соответствии с этим цель статьи - оценка экологического риска на рабочих местах от шумового воздействия и принятие мер по его уменьшению для высоконадежного обеспечения допустимых норм.

**Постановка задачи.** Если добиться того, что экологический риск будет достаточно малым, то этим самым с высокой надежностью будет обеспечено требуемое качество воздуха. Если не учитывать случайный характер того или иного воздействия на человека, то в реальных условиях возможны достаточно частые случайные нарушения норм, что и встречается на практике. Эти нарушения зависят от характеристик источников возникновения факторов воздействия ( проектных параметров источника), а также от характеристик внешней среды - случайных возмущающих факторов.

Для рабочих мест различных видов предприятий такими факторами являются: загрязнение воздуха химическими веществами и пылью различного происхождения; физическое загрязнение воздуха (шум, излучения различной природы, освещенность и т.п.); биологическое загрязнение; температура, скорость и влажность воздуха. В соответствии с санитарно-гигиеническими нормами на эти факторы накладываются ограничения, при которых каждый рабочий может выполнять своё задание, находясь в условиях, не ухудшающих его здоровье и производительность труда.

Считая эти воздействия случайными и независимыми величинами, общий экологический риск  $\alpha$  от нарушения норм, как обратная величина надежности их выполнения, будет иметь вид [3]

$$\alpha = 1 - \prod_{i=1}^n P_i \quad (1),$$

где  $P_i$  – вероятность того, что действующее воздействие находится в заданных нормативных пределах (надежность выполнения требований к  $i$ -му воздействию),  $n$  – число различных видов воздействий.

Отсюда, решение задачи оценки качества воздуха на рабочих местах по критерию экологического риска требует умения определять вероятности  $P_i$ .

Из теории вероятностей [4] и теории надежности [3] известно, что вероятности  $P_i$  могут быть определены через плотность распределения  $f(x_i)$   $i$ -го воздействия по формуле :

$$P_i = \int_{a_i}^{b_i} f(x_i) dx_i \quad (2)$$

где  $a_i$ ,  $b_i$  нижняя и верхняя допустимые границы  $i$ -го воздействия по санитарно-гигиеническим нормам.

При проектировании рабочих мест плотность  $f(x_i)$  может быть определена на основании различных априорных данных или по аналогии с известными данными, полученными на основании измерений на действующих подсобных местах. Однако такие данные нельзя считать установившимися. Возникает необходимость уточнить величину  $P_i$  на основании опытных данных с проведением соответствующих измерений на реальных рабочих местах. Такая необходимость также возникает при оценке эффективности надежного погашения шума до необходимого предела при проведении тех или иных мероприятий по улучшению экологической обстановки на рабочих местах.

В теории вероятностей, математической статистике и теории надежности [3-5] различают два способа получения вероятностей  $P_i$ , которые применяются при исследованиях. В первом, на основании опытных данных и их статистической обработки определяют вид плотности распределения  $f(x_i)$   $i$ -го воздействия, а затем – величину вероятности  $P_i$  через интеграл (2).

Во втором, базируясь на том, что частота появления некоторого случайного события стремится к вероятности этого события с ростом числа испытаний, – по частоте рассматриваемого события:

$$P_i = \frac{m_i}{n_i} \quad (3)$$

Где  $m_i$  – число благоприятных исходов ( в нашем случае – число измерений воздействия  $x_i$ , которое попадает в интервал от  $a_i$  до  $b_i$ ;  $n_i$  – общее число измерений).

Такая оценка становится более точной при росте числа испытаний (измерений). Для характеристики её точности введено понятие «доверительного интервала», т.е. возможного отклонения значения  $P_i$  от действительного значения. Он зависит от числа испытаний (измерений) и доверительной вероятности  $\beta$ , попадания величины  $P_i$  (3) в доверительный интервал [3].

Обычно доверительный интервал при достаточно большой доверительной вероятности  $\beta$  ( $\beta=0,9$ ) можно получить, начиная с числа измерения  $n_f=30$  [3], которое можно рассматривать как минимальное при использовании способа оценки вероятности по частоте.

Очевидно, необходимый риск  $\alpha_i$  от шумового воздействия можно достигнуть путем управления плотностью распределения  $f(x_i)$  и, в первую очередь, её математическим ожиданием  $x_i^*$  (средним значением) и среднеквадратическим отклонением  $\sigma_{xi}$  (разбросом воздействия относительно математического ожидания).

Тогда в задаче необходимо определить экологический риск от шумового воздействия на рабочих местах, что позволит оценить эффективность тех или иных мероприятий по высоконадёжному обеспечению санитарно-гигиенических требований по шуму.

**Метод решения.** Рассмотренный подход был впервые использован при решении задачи об охране труда на рабочих местах предприятия при шумовом воздействии от различных источников в цехе. Исследования производились путем подавления шума от источников с использованием специальных глушителей экранно-камерного типа.

Для иллюстрации на рисунке приведены гистограммы плотности распределения уровней шума на рабочем месте формовщика без применения защитного устройства (вариант «а») и с применением

(вариант «б»). Статистическая обработка данных 71 измерений показала, что математическое ожидание уровня шума без применения шумозащиты составляет 100,81 дБА, а среднеквадратическое отклонение - 1,905 дБА. С применением шумозащиты эти цифры составляют соответственно 78,61 дБА и 0,964 дБА. Таким образом, защитное устройство позволило снизить математическое ожидание почти в два раза, а с среднеквадратическое отклонение около 1,3 раза.

Как следует из гистограммы (рис 1.а) без применения защитного устройства риск превышения нормативного уровня шума на рабочем месте 80 дБА равен единице, т.е. 100% нарушение норм, что является недопустимым. После применения шумозащиты оценка риска по частоте превышения уровня шума 80 дБА составляет 0,027. При этом доверительный интервал составляет от 0,01 до 0,1. Аппроксимация данных измерений при испытаниях плотностью распределения в виде гистограммы (рис.1.б) показывает, что экологический риск по (1) превышения уровня шума 80 дБА составляет 0,024. Это, учитывая доверительный интервал, не противоречит оценке риска по частоте.

Если исходить из правила «трех сигм» [3] (отклонения случайной величины относительно среднего значения больше, чем три среднеквадратических отклонения, практически не встречаются), то для практического отсутствия превышения норматива 80 дБА величину риска необходимо уменьшить до  $\alpha=0,003-0,005$ .

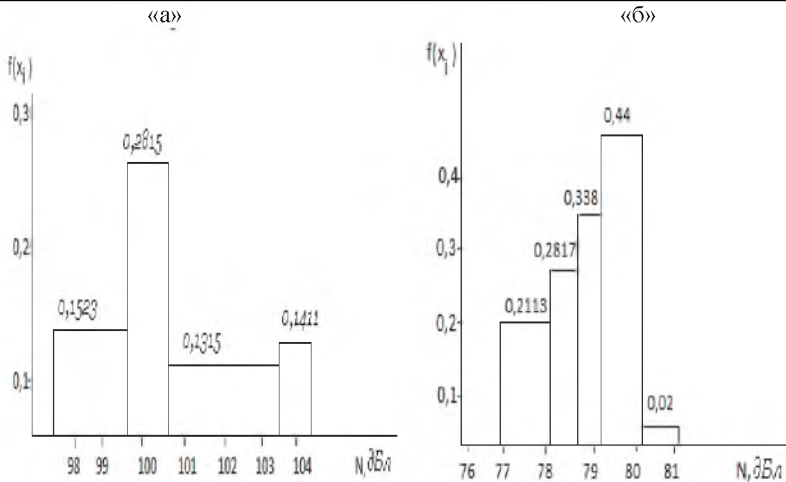


Рис. 1 Гистограммы распределения уровней шума.

**Выводы.** Выбран методический подход по оценке экологического риска на рабочих местах, позволяющий оценить вероятность превышения норм, характеризующих качество воздушной среды. Подход применен для оценки экологического риска превышения уровня шума на рабочем месте формовщика допустимого значения 80 дБА. Показана эффективность применения глушителя шума экранно-камерного типа, позволяющего снизить экологический риск от 1 до 0,028 с доверительным интервалом от 0,01 до 0,1 при доверительной вероятности  $\beta=0,9$ .

### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Зинченко В.Ю., Фалько В.В., Долодаренко В.А., Вотченикова Ю.Ю. К вопросу надежности обеспечения предельно допустимого содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны / 36. стат.участ. VII Всеукраїнської наук.-практ. конф. « Охорона навколишнього середовища промислових регіонів, як умова сталого розвитку України», Запоріжжя : Видавництво ЗДДА.-37-38с.
2. В.Н.Полторацкая, С.З.Полищук, В.В.Фалько. Оценка фактического экологического риска для человека и пути управления им на предприятиях // Новини науки Придніпров'я, 2011.-Вип.1-2.-с.97-101.
3. Е. Переверзев, А.Алпатов, Ю.Даниев, П.Новак. Надежность технических систем // Днепрпетровск : Пороги, 2002.-396с.
4. Вентцель Е.С., Теория вероятностей : учеб. для вузов.-М., Высшая школа.-1998.-576с.
5. Дунин-Борковский И.В. Теория вероятностей и математическая статистика в технике / И.В. Дунин-Борковский, Н.В.Смирнов // -М.: ГИТТЛ, 1995.-556.