

4.Хоменко В.П., Фаренюк Г.Г. Справочник по теплозащите зданий. – К.: Будівельник, 1986. – 215 с.

Получено 18.12.2001

УДК 625.517 (045)

Ю.В.БОГДАНОВ, В.И.ФОМЕНКО, кандидаты техн. наук,  
Г.М.СТАВРИНОВ, А.Л.СТАРОВОЙДА

*Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры,  
г.Днепропетровск*

## **ПОСТРОЕНИЕ ЗОН АКУСТИЧЕСКОГО ДИСКОМФОРТА В ТРЕХМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ**

Для оценки зашумленности конкретного пространства предлагается использовать характеристики направленности звуковой энергии источников шума с целью анализа шумового режима в пространстве и возможности компьютеризации акустических расчетов.

Карты шума промышленных предприятий и отдельных источников составляют в виде эпюры уровней звука по границе предприятия или эпюры по линии застройки объекта. Чаще такие карты шума представляют линиями равного уровня звука (изабеллами) в дБА. Если источники шума на исследуемом объекте или промышленном предприятии некогерентные по мощности и времени (что имеет место в общем случае), то карты шума строят для различных сочетаний характеристик работы этих источников.

Широкое распространение в градостроительном проектировании во всем мире в течение последних лет для оценки шумового режима территорий получили карты шума на плоскости. Однако такие карты недостаточно точно определяют границы зон акустического дискомфорта, которые имеют трехмерное измерение. Пространственные карты шума позволяют определить не только зоны, но и области шумового воздействия любых источников, как отдельных, так и целых групп. Следовательно, использование пространственных карт значительно повышает точность расчетов при анализе шумовой обстановки вокруг источников. Пространственные карты шума могут представлять собой совокупность изабелл нормативных уровней звука для объектов в окружении источника шума в нескольких плоскостях, параллельных поверхности земли (подобно картографическому изображению рельефа поверхности). Расстояние между плоскостями может быть выбрано в зависимости от желаемой степени точности решаемой задачи. Отметка высоты может быть указана в разрыве изабеллы.

Для построения карты шума в пространстве необходимо в выбранной системе определить координаты всех источников шума и

расчетных точек, а также объектов, способных оказать влияние на характер распространения звуковых волн. Установив расстояние между всеми источниками шума и расчетными точками, методом энергетического суммирования можно определить суммарный уровень звука в каждой расчетной точке [1]:

$$L_{ai} = 10 \lg \sum_{j=1}^n 10^{0,1L_{aj}}, \text{ дБА}, \quad (1)$$

где  $L_{ai}$  – суммарный уровень звука в  $i$ -й точке от всех  $n$  источников;  $L_{aj}$  – уровень звука в  $j$ -й точке от  $j$ -го источника, дБА.

Для повышения точности расчетов следует учитывать возможное экранирование прямых звуковых лучей различными преградами. В общем виде формула для расчета имеет вид

$$L_{aj} = L_{ai} - \Delta L_{A \text{ расст } i} - \Delta L_{A \text{ экр } j}, \text{ дБА}, \quad (2)$$

где  $L_{ai}$  – уровень звука  $i$ -го источника, дБА;  $\Delta L_{A \text{ расст } i}$  – снижение уровня звука на расстоянии между  $i$ -м источником и  $j$ -й расчетной точкой, дБА,  $\Delta L_{A \text{ экр } j}$  – снижение уровня звука экранирующими сооружениями, оказавшимися на пути распространения звука между  $i$ -м источником и  $j$ -й расчетной точкой, дБА.

Уровень звука источника определяется натурными измерениями, паспортными или справочными данными. Определение величины снижения уровня звука экранирующими сооружениями проводят по известным методикам. Снижение уровня звука на расстоянии ( $\Delta L_{A \text{ расст}}$ ) находится в функциональной зависимости от ряда факторов:

$$L_{A \text{ расст}} = f(A, \Omega, \beta, \Phi), \quad (3)$$

где  $A$  – дополнительное затухание, зависящее от взаимного расположения источника шума, расчетной точки и поверхности земли, дБА;  $\beta$  – классическое затухание звука в воздухе, дБА/км;  $\Omega$  – пространственный угол излучения звуковой энергии источником, стеррад;  $\Phi$  – факторы направленности источника. Значения  $A$  и  $\beta$  приведены в справочной литературе.

Для получения пространственной карты источника шума предлагается следующая методика:

1. Проводят измерения уровней звука источника в “ $n$ ” точках на полусферической поверхности, радиус которой ( $R$ ) определяется размерами источника.

2. Результаты измерений аппроксимируют выражением

$$L = \sqrt{Ax_i^2 + By_i^2 + C(R^2 - x_i^2 - y_i^2)}, \quad (4)$$

где  $R$  – радиус поверхности измерения, м;  $x_i, y_i$  – текущие координаты точки на измеряемой поверхности, м;  $A, B, C$  – коэффициенты, характеризующие степень неравномерности излучения звуковой энергии. Коэффициенты  $A, B, C$  определяются по методу наименьших квадратов:

$$\sum_{i=1}^n \left[ L_i - \sqrt{Ax_i^2 + By_i^2 + C(R^2 - x_i^2 - y_i^2)} \right]^2 \rightarrow \min. \quad (5)$$

В результате получается несферическая поверхность, каждая точка которой характеризуется определенным значением уровня звука " $L_i$ ".

3. По результатам измерений вычисляют среднее значение звука:

$$L_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i-12}}{n}, \text{ дБА.} \quad (6)$$

4. Для любого произвольного направления, заданного координатами центра источника шума и расчетной точки, можно найти коэффициент неравномерности излучения звуковой энергии через ее интенсивность:

$$K = \frac{10^{0,1L_i-12}}{10^{0,1L_{cp}-12}}. \quad (7)$$

Анализ шумового режима территории на плоскости однозначно характеризует все точки исследуемого пространства по вертикали. В общем случае такие характеристики заведомо являются причинами серьезных ошибок в акустических расчетах. Например, на фасаде многоэтажного здания определены уровни звука от транспортной магистрали, имеющие по вертикали одно и то же значение:

$$L_1 = L_2 = L_3 = \dots = L_n, \text{ дБА,} \quad (8)$$

где  $L_1, \dots, L_n$  – уровни звука на первом, втором, ...,  $n$ -ом этажах, дБА.

Однако расстояние от оси транспортного потока до окон первого этажа в общем случае не будет равно расстоянию до второго и т.д. этажей, а составит

$$L = f(R), \text{ дБА,} \quad (9)$$

где  $R$  – расстояние от источников шума до расчетной точки, м.

Такі помилки часто є причиною неоправданих витрат на устаткування шумозащитних вікон на верхніх поверхах, не вимагають шумозащити і т.д. Використовуючи вищеописану модель, характеристики напрямленості звукової енергії джерел шуму, можна здійснити комп'ютеризацію процесів побудови звукових полів в тривимірному просторі.

1. СНиП 11-12-77. Защита от шума.
- 2.Самойлок Е.П., Денисенко В.И., Пилипенко А.П. Борьба с шумом в населенных местах. – К., 1981.
- 3.Самойлок Е.П., Сафонов В.В. Борьба с шумом и вибрацией в промышленности. – К., 1990. – 282 с.
- 4.Сафонов В.В., Абракитов В.Э. Визуализация распространения шума за преградами // Сб. трудов науч.-практ. конференции "Охрана труда в промышленности". – К., 1996.

Получено 18.12.2001

УДК 614.872

Б.М.КОРЖИК, професор, С.В.НЕСТЕРЕНКО  
*Харківська державна академія міського господарства*

### **ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХИСТУ ПРАЦЮЮЧИХ ВІД ДІЇ ШУМУ**

Викладено об'єктивний метод аналізу шумового режиму і оцінки ефективності заходів щодо оптимізації шумових умов як на діючих, так і на проєктованих промислових підприємствах.

Ефективність заходів поліпшення шумового клімату підприємств та суміжної з ними селітебної зони суттєво залежить від об'єктивної оцінки фактичного рівня шуму в конкретних точках досліджуваної території.

Методи оцінки шуму що використовуються сьогодні не дають змоги досить повно й об'єктивно враховувати специфіку дії шуму на організм людини. Це знижує ефективність застосовуваних методів і засобів боротьби з шумом.

Найбільш повним і об'єктивним методом визначення дії шуму на організм людини є, за рекомендацією ISO, метод дослідження дії шуму на достатньо великій і представницькій групі відібраних людей, які розміщуються в однакових фізіологічних і психофізіологічних умовах. Але цей метод, внаслідок його складності і значної тривалості, рекомендується використовувати для отримання інформації фундаментального характеру.

Більш прийнятними є об'єктивні методи, що засновані на співставленні деяких фізичних властивостей шуму із шкалою оцінок суб'єктивних факторів. Ці методи називаються методами конверсії. Кон-