

5. Управління проектами: національні особливості / В.В.Малий, І.В.Мазуркевіч, В.М.Молоканова та ін. – Дніпропетровськ: Пороги, 2008. – 245 с.

6. Міжнародна морська конвенція (CONMARCON-2006) // www.imo.org.

7. Крамський С.О. Планування команд проєктів кріюінговими компаніями // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2010. – №1/3 (43). – С.70-72.

Отримано 26.04.2010

УДК 697.9

А.С.БЕЛИКОВ, д-р техн. наук, В.А.ШАЛОМОВ, канд. техн. наук,
Ю.Ф.СТАЦЕНКО

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

С.В.НЕСТЕРЕНКО

Харьковская национальная академия городского хозяйства

К ВОПРОСУ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДА ОТ ШУМА ПРОМЫШЛЕННЫХ РАЙОНОВ

Рассмотрена математическая модель шумообразования на границах промышленного района с известным количеством источников шума.

Розглянуто математичну модель шумоутворення на границях промислового району з відомою кількістю джерел шуму.

Mathematic model of noise formation on boundary of an industrial district with the known quantity of noise sources has been considered.

Ключевые слова: промышленный район, источник звука, модель шумообразования.

Территории городов подвергаются активному воздействию шума промышленных предприятий и установок, автомобильного, рельсового, воздушного и водного транспорта. В последнее время в крупнейших городах обострилась проблема шумового загрязнения от промышленных районов.

Как показывает отечественная и зарубежная практика, разработка мероприятий по защите от внешнего шума территорий и размещенных на них жилых зданий связана с необходимостью проведения специальных акустических расчетов. Такие расчеты упрощаются при наличии данных о шумовом режиме в обследуемых объектах. В странах Европейского сообщества согласно Директиве 2002/49/ЕС действует долгосрочная программа, основой которой является "Составление оперативных шумовых карт" (окончание в 2012 г.) и разработка "Плана мероприятий" по учету приоритетных задач по организации шумозащиты. В упомянутом "Плане мероприятий" основу составляют задачи по разработке методик расчета шумовых характеристик и учета влия-

ния различных источников шума в городах с населением от 50 тыс. человек.

Нами рассмотрена математическая модель шумообразования на границах промышленного района при наличии на его территории (n) количества источников шума – отдельных предприятий (рис.1) излучателей прямоугольной области, размерами ($a_i \times b_i$).

В открытом пространстве звук распространяется свободно во всех направлениях, т.е. в свободном поле. Звуковая волна переносит акустическую энергию в направлении своего движения. Средний поток звуковой энергии в единицу времени, проходящий через единицу поверхности, перпендикулярной к направлению распространения звука, называется интенсивностью звука, которая определяется по формуле

$$I = \frac{P^2}{\rho C}, \quad (1)$$

где P – среднеквадратичная величина звукового давления, н/м²; ρ – плотность среды, кг/м³; C – скорость распространения звука (при $t = 0$ °С равна 333 м/с).

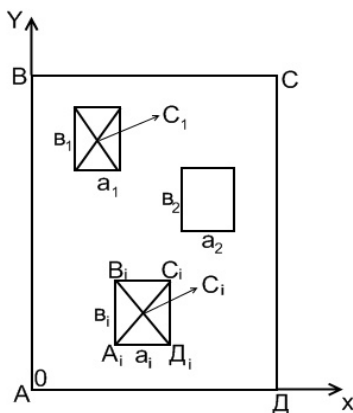


Рис.1 – Схема территории промышленного района (ABCD) с рядом промышленных предприятий ($A_iB_iC_iD_i$) в виде прямоугольных областей

Источник звука в свободном пространстве характеризуется звуковой мощностью W , частотным спектром и фактором направленности Φ .

Звуковой мощностью источника называется количество звуковой энергии, излучаемой источником шума в окружающее пространство в единицу времени:

$$W = \iint_S I_n dS, \quad (2)$$

где S – площадь среды, окружающей источник звука; I_n – интенсивность звука в направлении нормали к элементу поверхности.

Неравномерность излучения звука характеризуется фактором направленности Φ :

$$\Phi = \frac{P_r^2}{P_{cp}^2}, \quad (3)$$

где P_r – звуковое давление, измеренное на определённом расстоянии r от источника в заданном направлении; P_{cp} – звуковое давление, усреднённое по всем возможным направлениям на том же расстоянии r .

Интенсивность звука можно определить в виде выражения

$$I = \frac{W\Phi}{\Omega r^2}, \quad (4)$$

где r – расстояние от источника до точки измерения; Ω – телесный угол излучения, стерадиан. В свободном пространстве $\Omega = 4\pi$, в полупространстве $\Omega = 2\pi$.

Уровень интенсивности (силы) звука, дБ, определяют по формуле

$$L_1 = 10 \lg \frac{I}{I_0}, \quad (5)$$

где I_0 – интенсивность звука, соответствующая некоторому условному нулевому уровню, равному 10^{-12} Вт/м².

В плоской звуковой волне свободного звукового поля звуковое давление и интенсивность численно совпадают, что можно записать в виде:

$$L_1 = 10 \lg \frac{I}{I_0} = 10 \lg \frac{P^2}{P_0^2} = 20 \lg \frac{P}{P_0} = L. \quad (6)$$

Уровень интенсивности звука по контуру (периметру) каждой прямоугольной области (L_{1i}), обозначенной на рис.1, известен.

Введем систему координат Ox (рис.2).

Центры координат шумовых объектов $A_i B_i C_i D_i$ (отдельных промышленных предприятий) обозначим через C_i ($i=1,2,\dots,n$).

Заменим прямоугольник $A_i B_i C_i D_i$ кругом равной площади с радиусом r_i .

Тогда площадь шумовых объектов $A_i B_i C_i D_i$ (отдельных промышленных предприятий) соответственно будет равна площади круга ($S_{\square}=S_o$), что математически будет представлено выражением

$$a_i b_i = \pi r_i^2. \quad (7)$$

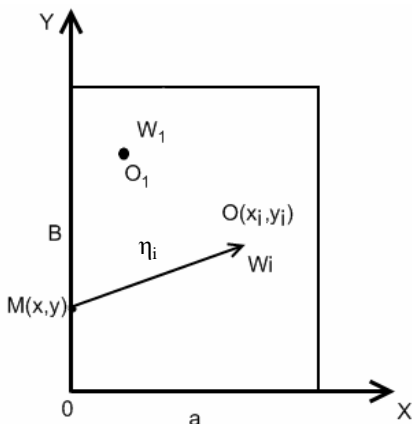


Рис.2 – Схема для определения уровня интенсивности звука на периметре территории промышленного района

Из выражения (7) находим радиус круга:

$$r_i^2 = \frac{a_i \times \theta_i}{\pi}, \quad r_i = \sqrt{\frac{a_i \times \theta_i}{\pi}}. \quad (8)$$

Примем, что на сторонах A_iB_i и C_iD_i уровень интенсивности звука равен L_{A_i} , а на сторонах B_iC_i и A_iD_i уровень интенсивности равен L_{A_i} .

На контуре окружности радиусом r_i уровень интенсивности звука равняется:

$$L_{i1} = \frac{L_i a_i + L_i \theta_i}{2}. \quad (9)$$

Заменяем шумовые объекты точечными источниками.

Применяя формулы (4) и (5), связывающие уровень интенсивности и мощности звука, а также уровень звукового давления и интенсивности звука, определяем W_i :

$$W_i = I_i r_i^2 \Omega = 4\pi I_i r_i^2 = 4\pi r_i^2 I_0 10^{L_i/10}. \quad (10)$$

Обозначим расстояние от геометрического центра каждого отдельного промышленного предприятия (рис.2) до расчетного контура промышленного района $MO_i = \eta_i(x, y)$ через η_i , которое определяем из выражения

$$\eta_i(x, y) = \sqrt{(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2}. \quad (11)$$

Тогда интенсивность звука $I_M(x,y)$ в точке $M(x,y)$:

$$I_M(x,y) = \sum_{i=1}^n \frac{W_i}{4\pi\eta_i^2} = \sum_{i=1}^n 4\pi r_i^2 I_0 10^{L_{i1}/10}. \quad (12)$$

Уровень интенсивности звука $L_{1M}(x,y)$ в точке M будет

$$L_{1M}(x,y) = 10 \lg \frac{I_M(x,y)}{I_0}. \quad (13)$$

Тогда интенсивность звука $I_M(x,y)$ в точке $M(x,y)$:

$$L_M(x,y) = \sum_{i=1}^n \frac{W_i}{4\pi\eta_i^2} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{4\pi\eta_i^2} \times 4\pi r_i^2 I_0 10^{L_{i1}/10} \right) = \sum_{i=1}^n \left(\left(\frac{r_i}{\eta_i} \right)^2 I_0 10^{L_{i1}/10} \right). \quad (14)$$

Уровень интенсивности звука $L_{1M}(x,y)$ в точке $M(x,y)$ будет

$$\begin{aligned} L_{1M}(x,y) &= 10 \lg \frac{I_M(x,y)}{I_0} = 10 \lg \sum_{i=1}^n \left(\left(\frac{r_i}{\eta_i} \right)^2 10^{L_{i1}/10} \right) = \\ &= 10 \lg \left[\left(\frac{r_1}{\eta_1} \right)^2 10^{L_{11}/10} + \left(\frac{r_2}{\eta_2} \right)^2 10^{L_{12}/10} + \dots + \left(\frac{r_n}{\eta_n} \right)^2 10^{L_{1n}/10} \right]. \quad (15) \end{aligned}$$

Таким образом, периметральные значения уровней интенсивности от источников шума промышленного района позволяют составить шумовую карту прилегающей селитебной территории.

1. Рекомендации по измерению и оценке внешнего шума промышленных предприятий НИИСФ Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1989. – 9 с.

2. Справочник: Борьба с шумом на производстве / Е.Я.Юдин, Л.А.Борисов, И.В.Горштейн и др.; Под общ. ред. Е.Я.Юдина. – М.: Машиностроение, 1985. – 400 с.

3. Маекава Дз. Основные принципы действия противозвуковых экранов и некоторые вопросы их применения / Онке гидзюцу. Пер. ст. из журн. – 1975. – Т.4. №1. – С.49-54.

Получено 14.04.2010

УДК 614.8

А.А.ТЕСЛЕНКО, канд. физ.-матем. наук, С.А.ДУДАК

Университет гражданской защиты Украины, г.Харьков

А.Б.КОСТЕНКО, канд. физ.-матем. наук, Б.И.ПОГРЕБНЯК, канд. техн. наук

Харьковская национальная академия городского хозяйства

ОПЫТ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

На простейшем примере рассматривается методология оптимизации параметров (вместимость двух различных установок по отношению к двум различным веществам) технологического оборудования с целью снижения взрывобезопасности предприятия.