

Дресвянников С.Ю.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УЩЕРБА ОТ АКУСТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ
ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА ГОРОДСКУЮ СРЕДУ

S.Yu. Dresvyannikov

DAMAGE DEFINITION FROM ACOUSTIC IMPACT OF TRANSPORT TRAFFIC ON
THE URBAN ENVIRONMENT

УДК 629.113

Автором проведен анализ методик определения ущерба от акустического воздействия транспортных потоков на городскую среду. Предложено, мерой затрат на снижение уровня шума транспортных потоков методами организации дорожного движения принять величину транспортных расходов при изменении параметров (интенсивности, скорости и состава) транспортных потоков.

The author carried out the analysis of techniques of definition of damage from acoustic impact of transport streams on an urban environment. It is offered, a measure of expenses for decrease in noise level of transport traffic by methods of the organization of traffic to accept the size of transportation costs at change of parameters (intensity, speed and structure) transport traffic.

Экономико-математическая модель обоснования решения по снижению шумового загрязнения городской среды (ГС) методами оптимизации режима движения транспортных потоков (ТП) должна включать в себя следующие два показателя /4/: сумма транспортных расходов на рассматриваемом участке магистрали и ущерб от шума ТП в прилегающей жилой застройке.

Предположим, что ущерб является функцией эквивалентного уровня шума $L_{A_{экр}}$, который в свою очередь зависит от параметров ТП: интенсивности и скорости движения и удельного веса грузовых автомобилей в потоке. Изменение этих параметров определяет также уровень транспортных расходов. Следовательно, модель можно рассматривать как состоящую из трех блоков: блока шума транспортного потока, блока транспортных расходов, блока ущерба от шумового загрязнения городской среды.

Основой первого блока является модель ТП необходимая для моделирования транспортного шума в ГС. Принята схема с двумя категориями автомобилей: легковых и грузовых. Каждой категории автомобилей соответствуют свои шумовые характеристики. В исследовании рассматривается эффективность ограничения интенсивности и скорости движения, а также удельного веса грузовых автомобилей в потоке. В соответствии с этим рассматривается движение автомобилей на перегоне. За основу принята модель шума ТП, разработанная автором работы /2/.

Таким образом, принятая модель ТП отражает основные закономерности установившегося движения автомобилей. Входными параметрами модели являются интенсивность, скорость и состав ТП. Скорости движения ТС в ТП приняты в пределах от 40 до 60 км/ч.

Расчетный эквивалентный уровень звука

выражается зависимостью

$$L_{A_1} = 61 \lg Na + 58, \quad (1)$$

Данная зависимость определена для прямолинейного горизонтального участка дороги с асфальтобетонным покрытием, в окрестностях которого в радиусе 50 м отсутствуют отражающие звук препятствия.

Выходная информация содержит данные о среднем уровне шумового загрязнения и его зависимости от интенсивности, скорости и удельного веса грузовых автомобилей в потоке.

Следующим этапом разработки общей модели является построение второго блока транспортных расходов. Для сопоставимости оценки последствий шумового загрязнения и затрат на их предотвращение необходимо определять эти затраты за тот же период времени /4/.

Для одного автомобиля в период времени движения может выражаться как функция параметров потока к дороге:

$$t_{\text{дв}} = \frac{l_n}{V_p + \Delta V}; \quad (2)$$

где l_n - длина перегона, км;

V_p - расчетная или фактическая скорость движения, км/ч;

ΔV - величина изменения скорости движения км/ч.

Для N_a автомобилей затраты времени на движение по участку дороги

длинной l_n равны:

$$t_{\text{дв}}^N = N_{\text{дв}} \cdot t_{\text{дв}}; \quad (3)$$

где $N_{\text{дв}}$ - часовая интенсивность движения потока автомобилей, авт/ч.

Изменение величины транспортных расходов для N_a автомобилей на участке магистрали длиной l_n при скорости движения - $(V_p + \Delta V)$ и удельном весе грузовых автомобилей в потоке $(q_p^{\text{дв}} + \Delta q)$ за 1 час можно определить:

$$TP_y = t_{\text{дв}}^N \left[\sum_{i=1}^n (K_i^n \cdot q_i^n) \cdot C_r (q_p^n - \Delta q) + \sum_{i=1}^n (S_i^c \cdot q_i^c) \cdot (q_p^{2p} + \Delta q) + \right]$$

$$+ \sum_{i=1}^n (S_i^n \cdot q_i^n) \cdot (q_p^n - \Delta q); \quad (4)$$

где K_i^n - средняя наполняемость легкового автомобиля i -й марки, пасс.;

q_i^n - удельный вес легкового автомобиля i -й марки ($\sum q_i^n = 1,0$) в легковом потоке;

$$+ E_n \left[\frac{\sum_{i=1}^n (K_i^c \cdot q_i^c) \cdot (q_p^{cp} + \Delta q) + \sum_{i=1}^n (K_i^n \cdot q_i^n) \cdot (q_p^n - \Delta q)}{\sum_{j=1}^n (T_j^c \cdot q_j^c) \cdot (q_p^{cp} + \Delta q) + \sum_{j=1}^n (T_j^n \cdot q_j^n) \cdot (q_p^n - \Delta q)} \right]$$

C_r - средняя оценка 1 чел. часа сом;

q_p^{mp}, q_p^n - расчетный или фактический удельный вес грузовых или легковых автомобилей в потоке;

S_i^c, S_i^n - затраты на 1 авт/ч движения соответствующих легковых и грузовых автомобилей i -й марки;

q_i^c - удельный вес грузового автомобиля i -й марки ($\sum q_i^c = 1,0$) в грузовом потоке;

K_i^c, K_i^n - капиталовложения в подвижной состав и в предприятия автомобильного транспорта соответственно грузового и легкового автомобилей i -й марки;

T_j^c, T_j^n - среднее время работы автомобиля j -го вида в год (грузовые, легковые и автобусы);

q_j^c, q_j^n - удельный вес грузовых и легковых автомобилей и автобусов j -го вида в потоке;

E_n - коэффициент эффективности капитальных вложений равен 0,15 /3/.

В качестве исходной информации в модель транспортных расходов вводятся перечисленные выше параметры или показатели, определяемые при натурном обследовании. Выходная информация содержит показатели транспортных расходов. В зависимости от целей исследования данный показатель определяется за время t_θ или за год.

Транспортные расходы за время t_θ :

$$TP_{t_\theta} = TP_i - t_\theta; \text{ сом/день} \quad (5)$$

где t_θ - среднее время воздействия шума транспортных потоков на ГС за календарные сутки, час.

Транспортные расходы за год:

$$TP_c = TP_{tc} - D_\theta \text{ сом/день} \quad (6)$$

где D_θ - количество календарных дней в расчетном году.

Следующим этапом разработки обоснования и решения по снижению шумового загрязнения ГС

методами оптимизации режима движения является моделирование предотвращаемого ущерба от такого загрязнения /4/.

Исходя из проведенного анализа, принимаем $L_{A_{экв}} = 35$ дБА при котором ущерб равен нулю. Зависимость снижения умственной работоспособности от транспортного шума выражается зависимостью:

$$K_n = a \cdot L_{A_{экв}}^b + C; \quad (7)$$

где $L_{A_{экв}}$ - эквивалентный уровень шума за время наблюдений, дБА;

a, C - постоянные величины $a = 18 \cdot 10^{-3}$; $C = -0,03123$.

b - степень, равная 3,39679.

Ущерб рассчитывается для периода времени 1 час и 1 год.

Часовой ущерб равен:

$$U_{час} = N_{жс} \cdot C_u \cdot K_n; \quad (8)$$

где $N_{жс}$ - численность жителей, подвергшихся воздействию шума определенного уровня, чел;

C_u - стоимость одного человеко-часа календарного времени всего населения, сом.

Годовой ущерб определяется:

$$U_c = N_{жс} \cdot t_\theta \cdot C_u \cdot K_n \cdot D_\theta; \quad (9)$$

где t_θ - время воздействия шума за расчетный период суток, ч;

D_θ - календарные дни воздействия шума на жилую застройку за год.

Вследствие изменения уровня шумленности ГС по периодам года /1/, уровень ее шумленности в осенне-зимний период, уменьшается на 10 дБА. В этом случае годовой ущерб равен:

$$U_c = N_{жс} \cdot t_\theta \cdot C_u \cdot (K'_n + K''_n) \frac{D_\theta}{2}, \quad (10)$$

где K'_n, K''_n - коэффициент снижения национального дохода при уровнях шумленности ГС в весенне-летний и осенне-зимний периоды года.

На завершающем этапе разработки модели, объединяющей все три описанных блока, определяется минимум приведенных затрат, как критерий оптимальности функционирования системы "ТП-ГС":

$$Z_n = TP_y + U_c \rightarrow \min, \quad (11)$$

где TP_y - транспортные расходы, сом/ч;

U_c - ущерб от шумового загрязнения ГС, сом/ч.

Годовой социально-экономический эффект мероприятий по организации дорожного движения (ОДД), снижающих уровень шумового загрязнения ГС:

$$\mathcal{E}_c = (3_{n1}^y - 3_{n2}^y) A_c, \quad (12)$$

где $3_{n1}^y, 3_{n2}^y$ - приведенные затраты до и после проведения мероприятия по ОДД, снижающих уровень шумового загрязнения ГС сом/ч;

A_2 – годовой период времени воздействия шума потока на ГС, ч;

Основной целью проведения мероприятий по снижению шумового загрязнения является снижение ущерба от загрязнения ГС.

Приведенные методические принципы позволяют определить стоимость различных шумозащитных мероприятий, как на стадии проектирования городской среды, так и в условиях сложившейся жилой застройки.

Библиографический список

5. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природо-

охранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. - М., 1983. – 60 с.

6. Крузе А.О. Исследование акустических характеристик автомобиля в городских условиях движения: Дисс. канд. техн. наук.– М., 1981.– 195 с.

7. Методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. – М., 1979. – 55 с.

8. Смоляр Н.И. Исследование эффективности снижения шумового загрязнения городской среды транспортными потоками: Дисс. к.т.н. – М., 1985. – 161 с.

Рецензент: д.т.н., профессор Маткеримов Т.Ы.