

Лекция 14 и 15

Вопрос 2. Расчет шума транспортного потока**1 способ**

После многочисленных замеров уровня шума (180 измерений) было получено выражение для определения эквивалентного уровня звука от ТП, движущегося в одном ряду, дБА:

$$L_{A.экв} = 10 \lg \frac{2r_0^2 N}{TVr} \left[\kappa_2 \cdot 10^{0,1L_r} + (1 - \kappa_2) 10^{0,1L_{л}} \right] \arctg \frac{VT}{2r}, \quad (1)$$

где $r_0=r$ – расстояние от точки наблюдения до оси первой полосы движения транспорта; $r_0=7,5$ м;

N – число транспортных единиц за рассматриваемый период измерений;

T – время, в течение которого проводились измерения уровня звука, с;

V – средневзвешенная скорость движения ТС, м/с;

L_r и $L_{л}$ – уровень звука на расстоянии 7,5 м соответственно от грузового и легкового автомобилей, дБА;

κ_2 – доля грузового и общественного транспорта в потоке.

Максимальный уровень звука при движении по асфальтированному покрытию определяется эмпирической формулой:

$$L_{A7} = 30 \lg V + m, \quad (2)$$

где m – параметр, зависящий от марки автомобиля, дБА.

Марка автомобиля	ВАЗ-2101	М-412	ГАЗ-24	ГАЗ-53	Зил-130	Колхида
Параметр m , дБА	21,2	21,0	21,7	26,5	30,8	33,3

$$L_r = 30 \lg V + m_r, \quad (3)$$

$$L_{л} = 30 \lg V + m_{л}, \quad (4)$$

где $m_r=31,01$ дБА; $m_{л}=21,3$ дБА.

Подставим (3) и (4) в (1), получим расчетную формулу для определения шумовой характеристики ТП при однорядном движении:

$$L_{A.экв} = 5 + 10 \lg NV^2 \cdot (1 + 0,0835 \cdot K_r), \quad (5)$$

где N – интенсивность движения ТС, авт./час;

V – средневзвешенная скорость потока, км/ч.

При многорядном движении эквивалентный уровень звука определяется по формуле:

$$L_{A.экв.n} = L_{A.экв} + 10 \lg \frac{1}{n} \sum_{n=1}^n \frac{r_0}{r_0 + (n-1) \cdot d}, \quad (6)$$

где $L_{A.экв}$ – эквивалентный уровень звука при движении в один ряд (ф.5), дБА;

n – количество рядов движения;

d – расстояние между осями рядов, м.

При $d = 3,5$ м. и $n = 2; 4; 6; 8$ величина $10 \lg \frac{1}{n} \sum_{n=1}^n x \frac{r_0}{r_0 + (n-1)d}$ равна соответственно: -0,7; -1,8; -2,6; -3,3 дБА.

Получаем расчетную формулу для определения шумовой характеристики ТП при движении в два ряда:

$$L_{A.экв} = 4,3 + 10 \lg \left[NV^2 \cdot (1 + 0,0835 K_{Г}) \right]. \quad (7)$$

При увеличении числа рядов шумовая характеристика уменьшается незначительно по сравнению с двухрядным движением. Расчеты показывают, что эквивалентный уровень звука с увеличением расстояния от магистрали с многорядным движением снижается несколько медленнее, чем от ТП при двухрядном движении. Отсюда следует, что уже на расстоянии более 20 метров эквивалентный уровень звука в данной точке при многорядном движении практически не отличается от эквивалентного уровня звука при двухрядном движении и для простоты расчетов в дальнейшем многорядность движения не учитывается.

2 способ

Расчетный эквивалентный уровень звука ТП определяется по формуле:

$$L_{A.экв} = \hat{L}_{A7} + \sum_{i=1}^n \Delta L_{Ai}, \quad (8)$$

где \hat{L}_{A7} – эквивалентный уровень звука на расстоянии 7,5 метров от оси ближайшей полосы движения транспорта на высоте 1,2 м от поверхности

проезжей части для некоторых стандартных условий: проезжая часть дороги представляет собой прямолинейный, горизонтальный участок с асфальтобетонным покрытием, в окрестности которого в радиусе 50 м отсутствуют застройка, сооружения, перекрестки, отражающие звук; транспортный поток движется со скоростью 40 км/час и на 40% состоит из грузового и общественного транспорта;

ΔL_{Ai} – поправка на отличие стандартных условий от заданных.

Эквивалентный уровень звука

N, авт./час	\dot{L}_{A7}	N, авт./час	\dot{L}_{A7}	N, авт./час	\dot{L}_{A7}
30	57.5	400	68.7	3000	77.5
40	58.7	500	69.7	3500	78.1
50	59.7	600	70.5	4000	78.7
60	60.5	700	71.2	4500	79.2
70	61.2	800	71.7	5000	79.7
80	61.7	900	72.2	6000	80.5
90	62.2	1000	72.7	7000	81.2
100	62.7	1500	74.5	8000	81.7
150	64.5	2000	75.7	9000	82.2
200	65.7	2500	76.7	10000	82.7
300	67.5				

Примечание: Расчетные значения шумовых характеристик определялись по ф.(7) при $V = 40$ км/ч, $K_z = 40\%$. В этом случае выражение (7) имеет вид:

$$\begin{aligned} L'_{AT} &= 42.7 + 10 \lg N = 4.3 + 10 \lg N + 10 \lg [40^2 (1 + 0.0835 \cdot 0.4)] = \\ &= 4.3 + 10 \lg 1653.44 + 10 \lg N = 4.3 + 10 \cdot 3.2183 + 10 \lg N = \\ &= 4.3 + 32.183 + 10 \lg N \end{aligned}$$

Значения поправок ΔL_{Ai} .

Поправка на долю грузового и общественного транспорта в общем потоке автомобилей K_z , %

Возможные условия	0	5	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70	80	100
Поправка, дБА	-6,4	-4,9	-3,7	-2,8	-2,1	-1,5	-0,9	-0,4	0	0,8	1,4	2	2,5	3,3

Поправка на средневзвешенную скорость потока V , км/ч

Возможные условия	30	35	40	45	50	55	60	70	80	100
Поправка,	-2,5	-1,2	0	1	1,9	2,8	3,5	4,9	6	8

дБА										
-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Поправка на долю трамваев в потоке, %

Возможные условия	Татра-5	РВЗ-КМ	МТВ-82
5	0,3	0,7	2,0
10	0,5	1,0	2,5
20	1,0	1,7	4,0
30	1,3	2,4	-
40	1,5	3,0	-
50	1,7	3,3	-
60	2,0	-	-

Поправка на продольный угол магистрали, %

Возможные условия	1	2	3	4	5	6	7	8
Поправка, дБА	0,5	0,8	1,2	1,5	2,0	2,3	2,7	3,0

Поправка на отношение ширины улицы к сумме высот застройки

Возможные условия	1	1,5	2	3	4	5	6	8
Поправка, дБА	4	2,5	1,5	0	-1	-1,4	-1,7	-2

3 способ

Представляет большой интерес определение максимально возможной шумовой характеристики ТП из условия пропускной способности магистрали.

Пропускная способность одной полосы движения в одном направлении при отсутствии пересечений определяется в приведенных единицах за 1 час:

$$N_{ПП} = \frac{3600}{(l_э + l_n) + tv + \frac{(K_э - K_1)}{2g(\varphi + f \pm i)}}, \quad (9)$$

где $l_э + l_n$ – среднее расстояние между центрами двух остановившихся автомобилей, складывающееся из длины автомобиля ($l_э=5$ м) и безопасного расстояния между остановившимися автомобилями ($l_n=3$ м);

tv – расстояние, проходимое автомобилем за время реакции водителя ($t = 0,65$ с), заметившего сигналы торможения впереди идущего автомобиля и включившего тормозное устройство, м;

$K_0 - K_1$ – коэффициенты, учитывающие разность путей торможения переднего и заднего автомобилей в полосе движения;

K_0 – коэффициент эксплуатационных условий торможения, отражающий степень износа тормозных устройств автомобиля (принимают равным 1,7);

K_1 – коэффициент торможения переднего автомобиля (принимают равным 1);

g – ускорение силы тяжести, равное $9,81 \text{ м/с}^2$;

φ – коэффициент продольного сцепления колес с проезжей частью, принимается равным $\varphi = (0,6 \div 0,003)V$, где V представляют в км/ч;

f – коэффициент сопротивления качению (принимают равным 0,02);

i – величина продольного уклона проезжей части (на подъеме со знаком «плюс»; на спуске – со знаком «минус»).

Подставив принятые значения коэффициентов в формулу (9) получим:

$$N_{\text{ПП}} = \frac{1000V}{8 + 0,18V + \frac{V^2}{225 - 1,09V}}, \quad (10)$$

где V – установившаяся скорость движения, км/ч.

Для расчета максимальной шумовой характеристики необходимо определить пропускную способность в натуральных единицах по формуле.

$$N_n = \frac{N_{\text{ПП}} K_n}{1 + K_r (K_{\text{П}} - 1)}, \quad (11)$$

где n – число полос движения;

K_n – коэффициент многополосности ($K_1=1$; $K_2=1,9$; $K_3=2,7$; $K_4=3,5$);

$K_{\text{П}}$ – коэффициент приведения грузового и общественного транспорта, принимаемый равным 2,8.

Подставив (10) и (11) и используя (5) можно рассчитать максимальную шумовую характеристику магистрали.

Максимальная шумовая характеристика одnorядного потока $L_{Aэкв}$, дБА

Скорость потока V, км/ч	Доля грузовых автомобилей в потоке K_r , %							
	5	10	20	30	40	50	60	80
30	68	69	70	70	71	71	71	72
40	70	71	72	73	73	74	74	74
50	72	73	74	75	75	75	76	76
60	73	74	75	76	76	77	77	77
70	74	75	76	77	77	77	78	78
80	75	76	77	77	78	78	78	79
90	75	76	77	78	78	79	79	79
100	76	76	77	78	79	79	79	79

При двух-, трех- и четырехрядном движении к величинам максимальной шумовой характеристики, определенным по таблице, необходимо прибавить соответственно поправки $\Delta_2=2$; $\Delta_3=2,5$; $\Delta_4=3$ дБа.