

VII Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «ЗАЩИТА ОТ ШУМА И ВИБРАЦИИ»

19-21 марта

Санкт-Петербург

#### Вопросы применения СП 276.1325800.2016 для оценки шумового воздействия от движения транспорта

Иванов А.В., Никифоров А.В., Кузьмицкий А.М.

ООО «ТЕХНОПРОЕКТ» Санкт-Петербург, Россия

## Основные составляющие расчета транспортного шума



- 1. Расчет шумовой характеристики транспортного потока
- 2. Зависимости для вычисления уровней звука в расчетной точке
- 3. Расчет снижения уровня шума расстоянием
- 4. Расчет затухания в воздухе и влияния турбулентности
- 5. Расчет влияния поверхности территории
- 6. Расчет снижения уровня шума экранированием
- 7. Расчет снижения уровня шума зелеными насаждениями
- 8. Расчет коррекции на угол видимости участка дороги
- 9. Расчет коррекции, учитывающей влияние придорожной застройки
- 10. Расчет влияния отраженного звука



#### Эквивалентный уровень звука автотранспортного потока

$$L_{A_{9KB7.5}} = L_{A_{TP.\Pi}} + \Delta L_{A_{\Gamma PY3}} + \Delta L_{A_{CK}} + \Delta L_{A_{YK}} + \Delta L_{A_{\Pi OK}} + \Delta L_{A_{P\Pi}} + \Delta L_{A_{\Pi ep}};$$

#### Коррекции:

- на долю грузовых машин  $\Delta L_{\text{Aгруз}}$ ,
- на скорость  $\Delta L_{\text{Ack}}$ ,
- уклон  $\Delta L_{\text{Ayk}}$ ,
- тип покрытия  $\Delta L_{
  m Anok}$ ,
- ширину разделительной полосы  $\Delta L_{\mathrm{Apn}}$ ,
- наличие перекрестков  $\Delta L_{\text{Апер}}$ .

Коррекции определяются по таблицам 6.2-6.7 СП276.1325800



#### Применение коррекции для нерегулируемого пересечения $\Delta L_{\mathsf{Anep}}$ .

- Отсутствует формула для расчета коррекции  $\Delta L_{\rm Anep}$  в явном виде для случая нерегулируемого пересечения.
- $L_{\text{Аэкв\_РТ}} = L_{I-I} + [L_{II-II} (3.0 + 0.1x)]$  должно быть энергетическое суммирование.
- Не указана область применения ф-лы (5) для расчета пересечений улиц типа «U» (2-х сторонняя плотная застройка домами).
- Параметр x должно быть расстояние от расчетной точки до угла фасада у перекрестка (см. рис. 3.4).
- Отсутствуют ссылки, по каким формулам вычисляются значения  $L_{I-I}$  и  $L_{II-II}$ .

Guide du Bruit de Transports Terrestres. PREVISION DES NIVEAUX SONORES [Text]//CTUR, 1980 (cτp. 58, π.2.1.7).



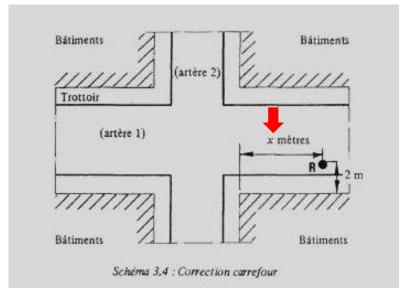
## II. - Estimations dans une rue en «U»

Nous rappelons qu'une rue en « U » est définie de la façon suivante :

c'est une infrastructure de circulation comportant une ou plusieurs files, circulée à simple ou double sens, bordée de constructions quasi continues de part et d'autre des voies de circulation.

Une rue en « U » sera telle que le rapport de la haus se moyenne des bâtiments sur la largeur entre façade soit supérieur à 0,2; la hauteur des bâtiments étans à peu près homogène (pour plus de précision, on se reportera au pay graphe 2.2.1 de la partie II du présent document).





#### c) Correction carrefour

Pour un récepteur R, tel que défini précédemment, situé à une hauteur h mètres au-dessus du sol, le niveau sonore sera calculé de la façon suivante :

 soit L<sub>1</sub> le niveau sonore dû à l'artère (1), calculé selon la formulé générale indiquée en 2.1.1 ci-dessus,

- le niveau sonore résultant de la présence du carrefour sera :

$$(\text{Leq})_{R} = L_{1} \oplus [L_{2} - (3 + 0.10 x)]$$

Le signe (f) représente le cumul des niveaux sonores (cf. annexe 2 ci-après).



#### ШХТП потоков железнодорожных поездов

Расхождения между СП276.1325800 и ГОСТ33325:

• состав корректирующих поправок к шумовой характеристике (в СП их три, а в ГОСТ – пять):



#### ШХТП потоков железнодорожных поездов

- радиус кривизны для коррекции на прохождение кривых участков (в СП  $\Delta L_{\rm kp} = 3$  дБА при радиусе от 300 до 500м, а в ГОСТ от 300 до 650м);
- коррекция на тип моста:





#### ШХТП потоков железнодорожных поездов

• Расчетные ф-лы (19)-(22) СП276.1325800 для максимального уровня звука отличаются от ф-л (8)-(11) ГОСТ33325 составом формул и коэффициентами:

#### СП276.1325800

#### - для пассажирских поездов (k = 1)

$$L_{A \text{ Makc.}1}^{\text{жел}} = 24 \text{ lgv}_1 + 42,6;$$

- для грузовых поездов (k = 2)

$$L_{A\text{Makc.2}}^{\text{жел}} = 15 \text{ lgv}_2 + 61,7;$$

- для пригородных электропоездов (k = 3)

$$L_{A\text{Makc},3}^{\text{жел}} = 27.1 \text{ lgv}_3 + 37.2;$$

- для высокоскоростных поездов (k = 4)

$$L_{A\text{Makc.4}}^{\text{жел}} = 45,1 \text{ lg} v_4 - 17,8,$$

#### ГОСТ33325

для пассажирских поездов (категория 1):

$$L_{1,A_{\text{max}25}} = 24 \, \text{lgv}_4 + 10 \, \text{lg} \left\{ \text{arctg} \left[ \frac{l_1}{50} \right] \right\} + 41.2$$

для грузовых поездов (категория 2):

$$L_{Z,A,max,ZS} = 15 \text{ Ig} v_2 + 10 \text{ Ig} \left\{ \text{arctg} \left[ \frac{l_2}{50} \right] \right\} + 59.9$$
,

для электропоездов (категория 3):

$$L_{3,A\,\text{max}\,25} = 27,5\,\text{Ig}\,\text{v}_3 + 10\,\text{Ig}\left\{\text{arctg}\left(\frac{l_3}{50}\right)\right\} + 36,2$$
,

для высокоскоростных поездов (категория 4):

$$L_{4 \text{ Amax} 25} = 45,1 \text{ Ig} v_4 + 10 \text{ Ig} \left\{ \text{arctg} \left[ \frac{l_4}{50} \right] \right\} - 19,2$$
,



#### ШХТП потоков железнодорожных поездов

- В п.6.5.9 СП276.1325800 имеется ограничение в величине максимального уровня звука (если расчетные  $L_{\rm Amax}$  превышают  $L_{\rm Aэкв}$  более чем на 15 дБА, то  $L_{\rm Amax} = L_{\rm Aэкв} + 15$ ). Это ограничение отсутствует в ГОСТ 33325;
- Принимаемое значение максимального уровня звука за время оценки (п.6.5.12, ф-лы (24)-(25)СП) отличается от указаний п.6.2 ф-ла (12) ГОСТ:

#### СП276.1325800

6.5.12 За максимальный уровень звука потока поездов, следующего по рассматриваемому участку пути, за время оценки (16 ч днем и 8 ч ночью) принимают наибольшее из средних максимальных уровней звука

$$L_{A_{\text{MAKC}},25,k}^{\text{men}} = \max_{i} \left\{ \overline{L}_{A_{\text{MAKC}},25}^{\text{men},k,i} \right\}$$
(24)

где  $\overline{L}_{A_{\sf MBKC},25}^{\,{\sf xen.k.i.}}$  — средний максимальный уровень звука, рассчитанный по формуле

$$\overline{L}_{A\text{MBKC},25}^{\text{MEGI},k,i} = 10 \lg \left( \frac{1}{n_i^{\text{RM/H}}} \sum_{j=1}^{n_i^{\text{RM/H}}} 10^{L \frac{\text{MEGI},\text{RM/H},i}{A}} / 10 \right), \tag{25}$$

здесь  $n_i^{\text{дм/н}}$  — число проходов поездов i-го типа за дневной или ночной период оценки;

 $L_{A_{\text{MBRC}}j}^{\text{жел, ли}^{\text{и.i.}}}$  — максимальный уровень звука A по формулам (19)—(22) при проходе j-го поезда i-й категории за дневной (дн.) или ночной (н) период оценки, дБА.

#### ГОСТ33325

За максимальный уровень звука потока поездов, следующего по рассматриваемому участку пути, за время оценки (16 ч днем и 8 ч ночью) принимают наибольшее из вычисленных по формулам (8)—(11) значение

$$L_{Amax25,k} = max, L_{Amax25}$$
, (12)

где L<sub>.,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,</sub> — максимальный уровень звука от поездов i-й категории, дБА.





#### ШХТП потоков открытых линий метрополитена

Для формулы (27) для расчета эквивалентного уровня звука

$$L_{\text{A 9KB}} = 101 \text{ lg } (N) + 24,91 \text{ lg } (v) + 101 \text{ lg} (l/R_0) + 2,$$

корректный вариант будет аналогично ф-ле (3.60) СП23-104:

$$L_{\text{A 9KB}} = 10 \text{ lg } (N) + 24.9 \text{ lg } (v) + 10 \text{ lg} (l/R_0) + 2,$$

Для формулы (28) для расчета максимального уровня звука

$$L_{A\max} = 35 \lg(N) + 10 \lg \left( \frac{arctg \left( \frac{l}{2} R_0 \right)}{R_0} \right) + 27.7,$$

корректный вариант будет аналогично ф-ле (3.64) СП23-104.

$$L_{A \max} = 35 \lg(v) + 10 \lg \left( \frac{arctg(\frac{l}{2}R_0)}{R_0} \right) + 27.7,$$

## Зависимости для вычисления уровней звука в расчетной точке



Эквивалентные уровни звука определяются по ф-ле (31):

$$L_{\rm AэквРT} = L_{\rm Aэкв} - L_{\rm Apac} - L_{\rm Aвo3} - L_{\rm Aв/T} - L_{\rm Aпoк} - L_{\rm Aзел} - L_{\rm Aэкр} - \Delta L_{\rm A}a - L_{\rm Asac} + L_{\rm Aorp} \ ,$$

Коррекции определяются согласно разделам 7.4-7.12 и 11 СП.

*Максимальные уровни звука* определяются по ф-ле (32):

$$L_{A\mathrm{makcPT}} = L_{A\mathrm{makc}} - L_{\mathrm{Apac}} - L_{\mathrm{Abo3}} - L_{\mathrm{Ab}/\mathrm{T}} - L_{\mathrm{Aпok}} - L_{\mathrm{Aзeл}} - L_{\mathrm{Aэkp}} - \Delta L_{\mathrm{Aa}} - L_{\mathrm{Aa}} - L_{\mathrm{Aaac}} + L_{\mathrm{Aorp}}.$$

Предлагаемый уточненный вариант для ф-лы (32):

$$L_{A{
m MakcPT}}=L_{A{
m Makc}}-L_{{
m Apac}}-L_{{
m Abo3}}-L_{{
m Ab}/{
m T}}-L_{{
m Aзел}}-L_{{
m Aэкр}}.$$

Согласно п. 7.3.4 распространение и снижение шума на местности допускается также рассчитывать по ГОСТ 31295.2



Эквивалентные уровни звука корректируются расстоянием по ф-ле (33):

$$L_{A$$
экв pac.} = 10lg  $\left[ arctg(\frac{l}{2R_0}) \right] - 10lg \left[ arctg(\frac{l}{2R}) \right] \left[ -10lg \left(\frac{R}{R_0}\right) \right]$ 

В этой формуле имеется опечатка.

Вместо  $10\lg(R/R_0)$  в скобках должно быть  $10\lg(R_0/R)$  (как в ф-ле (7.2) ОДМ 218.2.013-2011).

Предлагаемый вариант ф-лы (33):

$$L_{A$$
экв pac. =  $10lg \left[ arctg(\frac{l}{2R_0}) \right] - 10lg \left[ arctg(\frac{l}{2R}) - 10lg \left( \frac{R_0}{R} \right) \right]$ .



*При многополосном движении* рассчитывается расстояние до каждой полосы по ф-ле (35)

$$R_i = R + (i-1) b_{\text{non}},$$

где  $b_{\text{пол}}$  - ширина полосы движения.

Для каждой полосы определяется снижение расстоянием по ф-ле (33) с последующим энергетическим суммированием  $L_{A_{9 \text{KB.pac.},Ri.}}$ 

Энергетическое суммирование коррекций  $L_{A_{9 \text{кв.рас.},Ri}}$  является не корректным, в результате чего завышается значение снижения шума с расстоянием.

Энергетическое суммирование следует выполнять для итоговых  $L_{A_{3 \text{КВ.РТ}i}}$  в расчетных точках, полученных при расчете по ф-ле (31) на расстоянии  $R_i$  для каждой отдельной i-й полосы.



Максимальные уровни звука корректируются расстоянием по ф-ле (36):

$$L_{\text{Амакс.pac}} = -10 \lg \sum_{i=1}^{N+1} \frac{l}{R^2 + (N+1-i)d^2} + 10 \lg \sum_{i=1}^{N+1} \frac{l}{56.25 + (N+1-i)d^2}$$

с учетом среднего расстояния d между машинами.

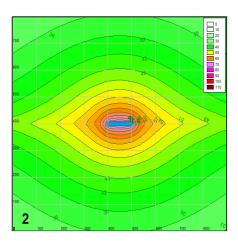
Корректный вариант ф-лы (36):

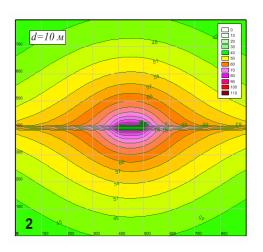
$$\Delta L_{\text{Amakc.pac}} = -10 \lg \sum_{i=1}^{N+1} \frac{l}{R^2 + ((N+1-i)d)^2} + 10 \lg \sum_{i=1}^{N+1} \frac{l}{56.25 + ((N+1-i)d)^2}.$$

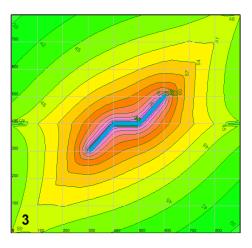
Отсутствует методика вычисления среднего расстояния d между машинами, и какие машины при этом рассматриваются (только грузовые или все типы).



При использовании формул (33) и (36) совместно с поправкой на угол видимости участка дороги возникают искажения в картине распространения шума в зонах, прилегающих к краям рассматриваемого участка, вызванные комбинационным воздействием поправок на угол видимости и длину источника.







#### Расчет затухания в воздухе и влияния турбулентности



Влияние турбулентности воздуха  $\Delta L_{\rm B/T}$  определяется по ф-ле (45) [1]:

$$\Delta L_{\rm B/T} = 3/[1.6 + 10^5 (R_0/R)^2] ,$$

где  $R_0$  – опорное расстояние (для автотранспортных потоков  $R_0$  = (7.5 м)

При расчете по ф-ле (45) значимое снижение от турбулентности начинает проявляться только на расстоянии свыше 1000м.

Предлагаемый корректный вариант описания для ф-лы (45):

$$\Delta L_{\rm B/T} = 3/[1.6 + 10^5 (R_0/R)^2],$$

где параметр  $R_0 = 1$  м (как в ОДМ-2003, ОДМ-2011 и др. ).

## Расчет влияния поверхности территории



**Коррекция**  $\Delta L_{\text{Апок}}$ , учитывающая влияние поверхности территории.

Для смешанного покрытия при расчете только уровня звука – по ф-ле (48):

$$L_{\text{Anok}} = 4.8 - \frac{h_s - h_r}{R_{sr}} (17 + \frac{300}{R_r}),$$

В ф-ле (48) в числителе вместо разницы высот  $(h_s-h_r)$  акустического центра транспортного потока и расчетной точки должна быть удвоенная средняя высота  $2h_m$  траектории распространения звука (как в ф-ле (10) ГОСТ 31295.2).

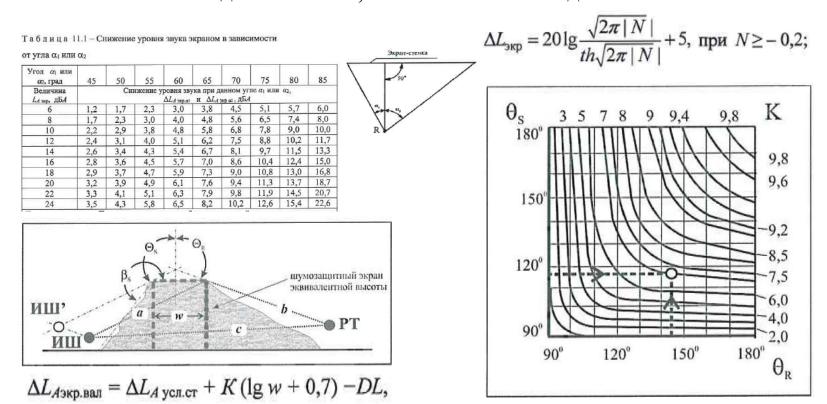
Предлагаемый корректный вариант для ф-лы (48):

$$L_{\text{Апок}} = 4.8 - \frac{2h_m}{R_{sr}} (17 + \frac{300}{R_r})$$

## Расчет снижения уровня шума экранированием



**Акустическую эффективность экрана**  $\Delta L_{A ext{экр}}$  следует рассчитывать в соответствии с методом Маекавы, либо согласно методике ГОСТ 31295.2 .



Не указано как рассчитывать экранирование зданием.

#### Расчет коррекции на угол видимости участка дороги



Расчет **коррекции на угол видимости**  $\Delta L_{A\alpha}$  ведется по формуле (63):

$$\Delta L_{A\alpha} = 10 \lg(\alpha/180).$$

$$L_{A$$
эквРТ =  $L_{A$ экв -  $L_{A$ рас -  $L_{A$ воз -  $L_{A}$ вотр ,  $-L_{A}$ зел -  $L_{A}$ зел -  $L_$ 

Предлагаемый вариант формулы (63):

$$\Delta L_{A\alpha} = -10 \lg(\alpha/180).$$

## Расчет коррекции, учитывающей влияние придорожной застройки



**Коррекция**  $\Delta L_{\text{Азастр}}$ , учитывающая влияние придорожной застройки

Тип застройки	Поправка при усредненных разрывах между домами на линии застройки, м							
	Менее 10	10–20	20–30	Более 30  -1 -2 -3				
Двухсторонняя при расстоянии между линиями застройки, м: 40-50	-2	-2	-1					
30–40	-3	-3	-2					
20–30	-5	-4	-3					
10-20	-6	-5	-4	-4				
Односторонняя при расстоянии до застройки, м: 25-45	-1	-1	0	0				
12–25	-2	-2	-1	-1				
6–12	-3	-3	-2	-1				

- Усложняет выполнение акустических расчетов и построение карт шума при большом количестве расчетных точек и сложной застройке.
- Отсутствует четкое описание границ зоны (в плане и по высоте).





**Коррекция**  $\Delta L_{\text{Аотр}}$ , учитывающая отражение звука от ограждающих конструкций, вблизи которых расположена расчетная точка, определяется по ф-ле (64) или по табл.7.5:

$$\Delta L_{\text{Aorp}} = k e^{h_{\text{PT}}/b}$$
.

$h_{p.T}/b$	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
$L_{A  ext{orp}}$ , дБ $A$	1,3	1,5	1,8	2,2	2,5	2,8	3,2	3,5	4,0	4,8	6,0

- В описании параметров ф-лы (64) ошибочно указано, что b ширина улицы, а должно быть b полуширина улицы.
- Данные табл.7.5 частично не соответствуют результатам расчета по ф-ле (64), например, при  $h_{\rm pr}$  / b =1, по табл.7.5 будет  $\Delta L_{\rm Aorp}$  = 2,8 дБА, а по ф-ле (64)  $\Delta L_{\rm Aorp}$  =3,4 дБА.

#### Выводы



- 1. В актуальной документации для расчета транспортного шума имеется ряд опечаток и ограничений;
- 2. Необходима дальнейшая доработка и взаимное согласование отечественной документации, применяемой для акустических расчетов транспортного шума;
- 3. Применение номограмм, таблиц и графиков, может быть затруднительно в сложных и нестандартных случаях акустических расчетов, что приводит к неоправданно большим затратам времени при ручном расчете, одновременно существенно теряя в точности вычислений;
- 4. На настоящий момент представляется достаточно эффективным комбинированный подход к расчёту шумового воздействия транспорта, который заключается в расчёте шумовой характеристики транспортного потока по «дорожным» методикам и дальнейшим расчётом распространения шума по ГОСТ 31295.2.



# Спасибо за Ваше внимание!