

Строительная акустика

Преподаватель

Соколов Александр Николаевич

6 Лекция - Тезисы

- Транспортный шум

Шумовая характеристика транспортного потока



Эквивалентный уровень непостоянного шума – уровень звука постоянного, широкополосного, не импульсного шума, оказывающего такое же воздействие на человека, как и непостоянный шум.

Эквивалентный уровень звука принят в качестве нормируемой характеристики непостоянных шумов в РФ.

Эквивалентный уровень звука устанавливают в результате измерений и определяют по формуле:

$$L_{AЭКВ} = 10 \lg \frac{1}{T} \int_0^t 10^{0.1L_t} dt$$

где T – продолжительность измерения уровней звука;

L_t – текущее значение уровня звука.

Величина шумовой характеристики транспортного потока для реальных дорожных условий определяют с учётом основных поправок по формуле:

$$L_{\text{шхТП}} = L_{\text{ТП}} + \Delta L_{\text{пок}} + \Delta L_{\text{зас}} + \Delta L_{\text{перк}}$$

- $L_{\text{ТП}}$ - расчётное значение эквивалентного уровня звука транспортного потока;
- $\Delta L_{\text{пок}}$ - поправка, учитывающая тип покрытия;
- $\Delta L_{\text{зас}}$ - поправка, учитывающая влияние придорожной застройки;
- $\Delta L_{\text{перк}}$ - поправка, учитывающая наличие регулируемых перекрёстков

$L_{тр}$ – расчётное значение эквивалентного уровня звука транспортного потока на расстоянии 7.5 м от оси ближайшей полосы движения

Интенсивность движения, авт./час	Эквивалентный уровень звука, дБА	Интенсивность движения, авт./час	Эквивалентный уровень звука, дБА
50	65	880	76
60	66	1150	77
80	67	1650	78
100	68	2400	79
140	69	3000	80
170	70	4000	82
230	71	5000	83
300	72	6000	83
400	73	7000	84
500	74	8000	84
660	75	9000	85

Поправка учитывающая тип дорожного покрытия

Тип покрытия проезжей части	Доля легковых автомобилей в потоке, %	Поправка, дБА
Шероховатая поверхностная обработка	Менее 10	0,0
	10 - 30	+0,5
	30 - 55	+1,0
	55 - 75	+2,0
	75 - 90	+3,0
	90 - 100	+4,0
Асфальтобетон	Менее 15	0,0
	15 - 45	+0,5
	45 - 65	+1,0
	65 - 90	+1,5
	90 - 100	+3,0

Поправка учитывающая характер придорожной застройки

Тип застройки	Поправка при усредненных разрывах между домами на линии застройки, м			
	более 30	30 - 20	20 - 10	менее 10
Двухсторонняя при ширине между линиями застройки, м:				
более 50	0,0	0,0	0,0	0,0
50 - 40	+ 1,0	+ 1,0	+ 2,0	+ 2,0
40 - 30	+ 2,0	+ 2,0	+ 3,0	+ 3,0
30 - 20	+ 3,0	+ 3,0	+ 4,0	+ 5,0
20 - 10	+ 4,0	+ 5,0	+ 5,0	+ 6,0
Односторонняя при ширине между линиями застройки, м:				
более 40	0,0	0,0	0,0	0,0
45 - 25	0,0	0,0	+ 1,0	+ 1,0
25 - 12	+ 1,0	+ 1,0	+ 2,0	+ 2,0
12 - 6	+ 1,0	+ 2,0	+ 3,0	+ 3,0

Поправка учитывающая наличие регулируемого пересечения

Расстояние по оси проезжей части, м		Поправка, дБА при количестве грузовых автомобилей в составе транспортного потока				
		10	20	40	60	80
до стоп-линии	200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	100	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5
	50	0,0	1,0	1,0	1,5	2,0
	25	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5
стоп-линия	0	1,0	1,5	2,0	2,5	3,5

Снижение уровня шума зелёными насаждениями

При наличии деревьев с плотным примыканием крон и сплошным заполнением подкоронового пространства кустарником, обеспечиваемое ею снижение шума определяется по формуле:

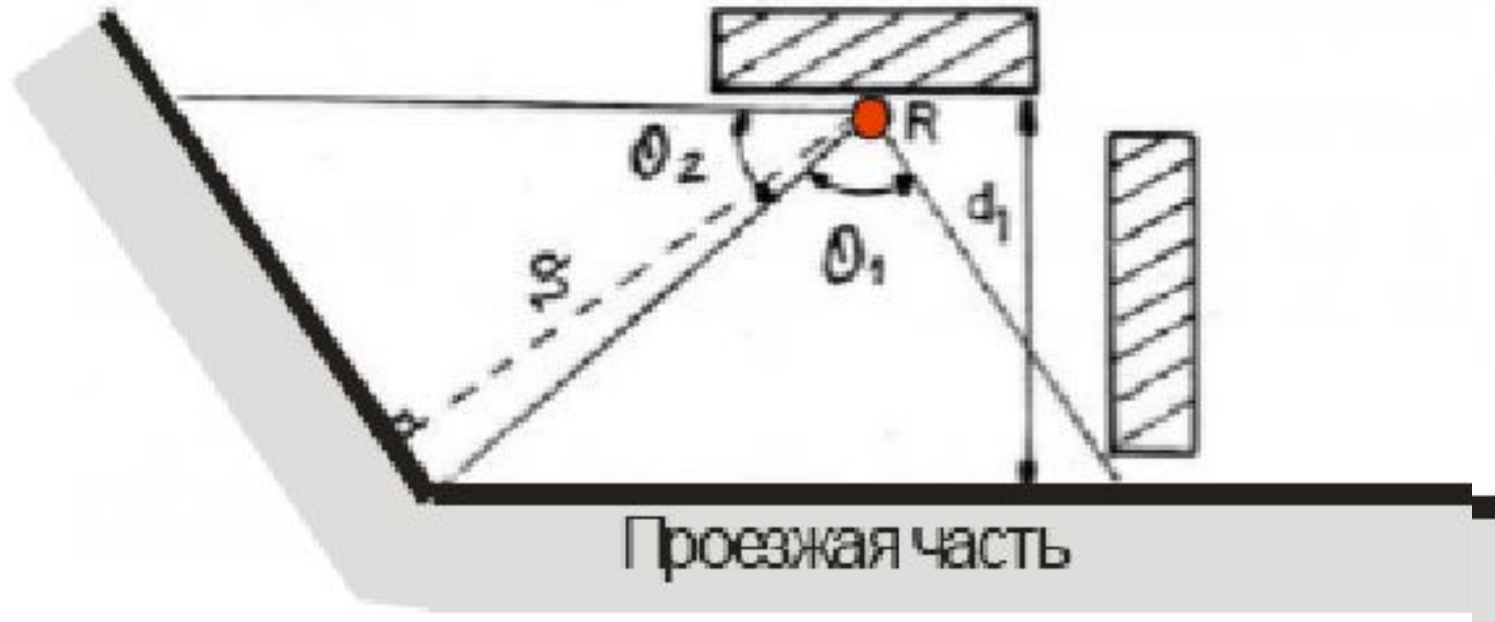
$$\Delta L_{\text{зел}} = a_{\text{зел}} \cdot B$$

где $a_{\text{зел}}$ – постоянная затухания звука в зелёных насаждениях дБА/м;

B – ширина шумозащитной полосы зелёных насаждений, м.

При отсутствии точных данных принимают среднюю величину $a_{\text{зел}} = 0.08$ дБА/м. Формула справедлива при ширине полосы не более 100 м.

Г.

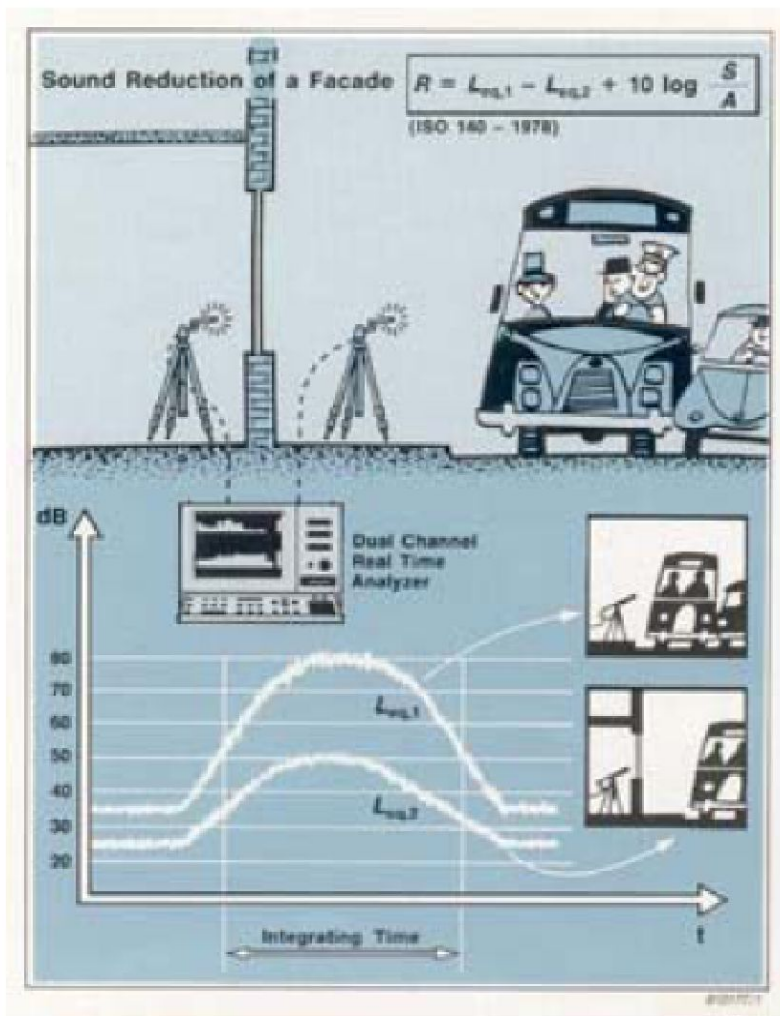


Поправка ΔL , учитывающая ограничение проезжей части и формулам:

$$\Delta L_{\text{Ав}} = 10 \lg \frac{\theta_1}{180} + 10 \lg \frac{\theta_2}{180}$$

Измерение уровня УЗД транспортного шума

Для измерения транспортного шума используют анализаторы спектра или шумомеры



Нормирование уровня звукового давления

Назначение помещений или территорий	Время суток, ч	Уровни звукового давления (эквивалентные уровни звукового давления), дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровень звука L_A (эквивалентный уровень звука $L_{Aeq,T}$), дБА	Максимальный уровень звука L_{Amax} , дБА
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
1 Рабочие помещения административно-управленческого персонала производственных предприятий, лабораторий, помещения для измерительных и аналитических работ	—	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60	75
9 Жилые комнаты квартир	7.00–23.00	79	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
	23.00–7.00	72	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45
10 Жилые комнаты общежитий	7.00–23.00	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60
	23.00–7.00	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
21 Территории, непосредственно прилегающие к зданиям больниц и санаториев	7.00–23.00	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60
	23.00–7.00	76	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
22 Территории, непосредственно прилегающие к жилым зданиям, домам отдыха, домам-интернатам для престарелых и инвалидов	7.00–23.00	90	75	66	59	54	50	47	45	44	55	70
	23.00–7.00	83	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60

зданиям амбулаторий, диспансеров, домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, детских дошкольных учреждений, школ и других учебных заведений, библиотек

с 23 до 7 ч.

55

Расчёт УЗД транспортного шума

- Расчётные точки (РТ) для оценки уровня шума на прилегающей к дороге территории выбрать на высоте 1.5 м от уровня поверхности. Если защищаемая от шума территория частично находится в зоне звуковой тени, а частично в зоне попадания прямых звуковых лучей, то расчётная точка должна находиться вне зоны звуковой тени.
- Расчётные точки на территориях, непосредственно прилегающих к зданиям, следует располагать на расстоянии 2 м от ограждающих конструкций защищаемого от шума здания.

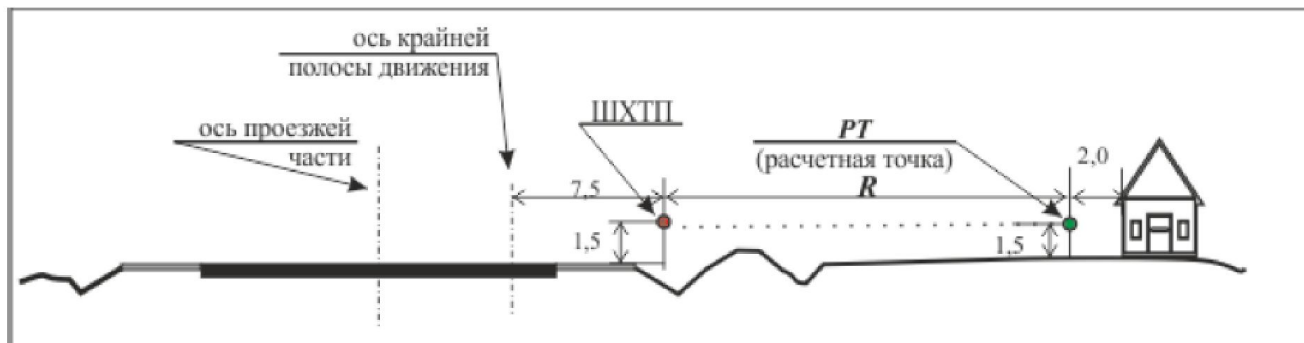
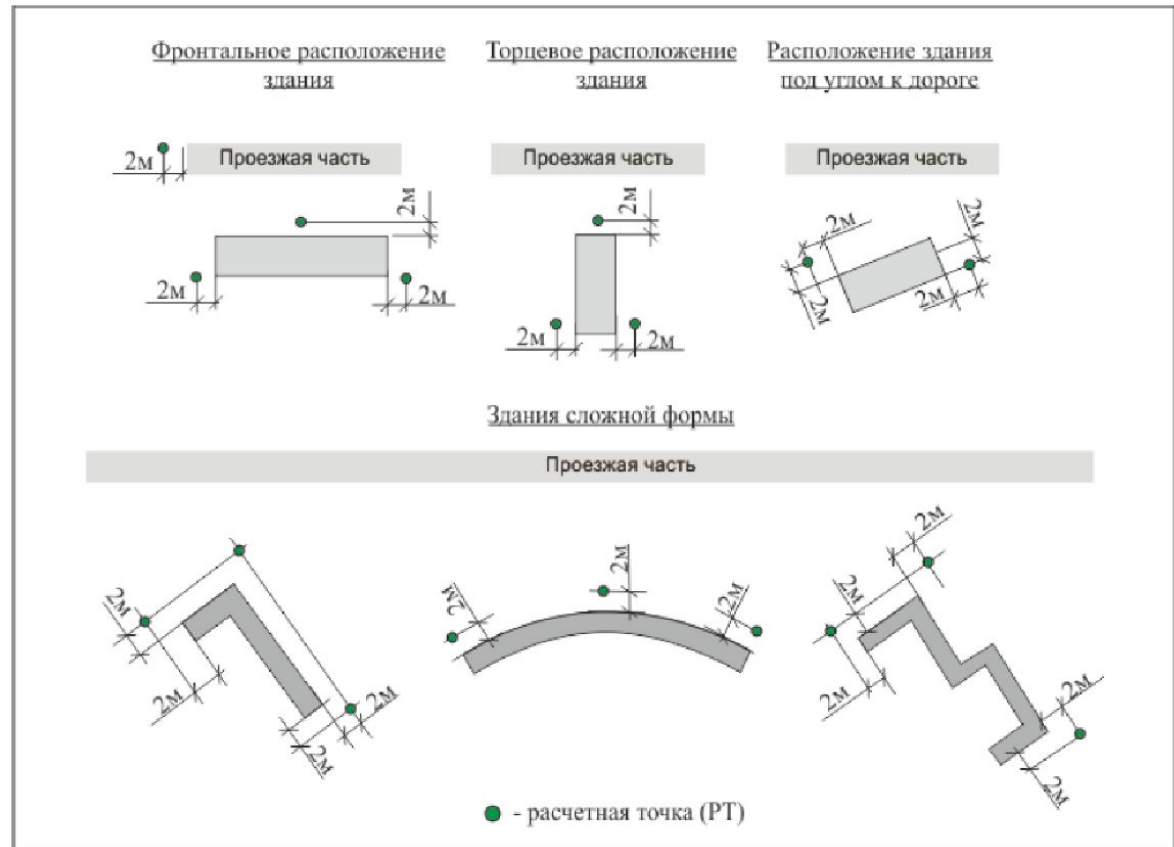
При расстоянии меньше 100 м – две РТ (2-ой этаж и последний)

При расстоянии больше 100 м принимается одна РТ на середине последнего этажа

Выбор расчетных точек вблизи зданий

(Методические рекомендации по защите от транспортного шума.

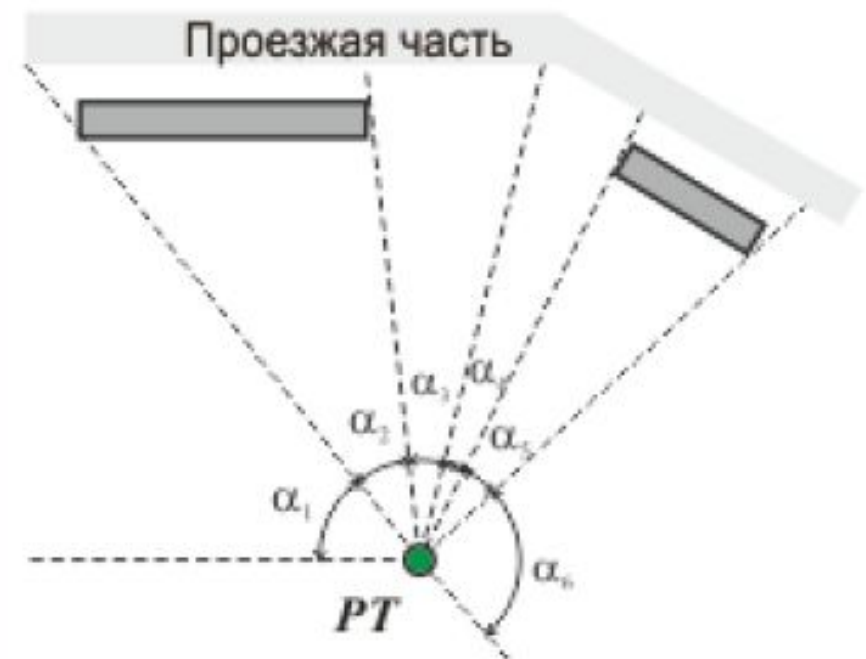
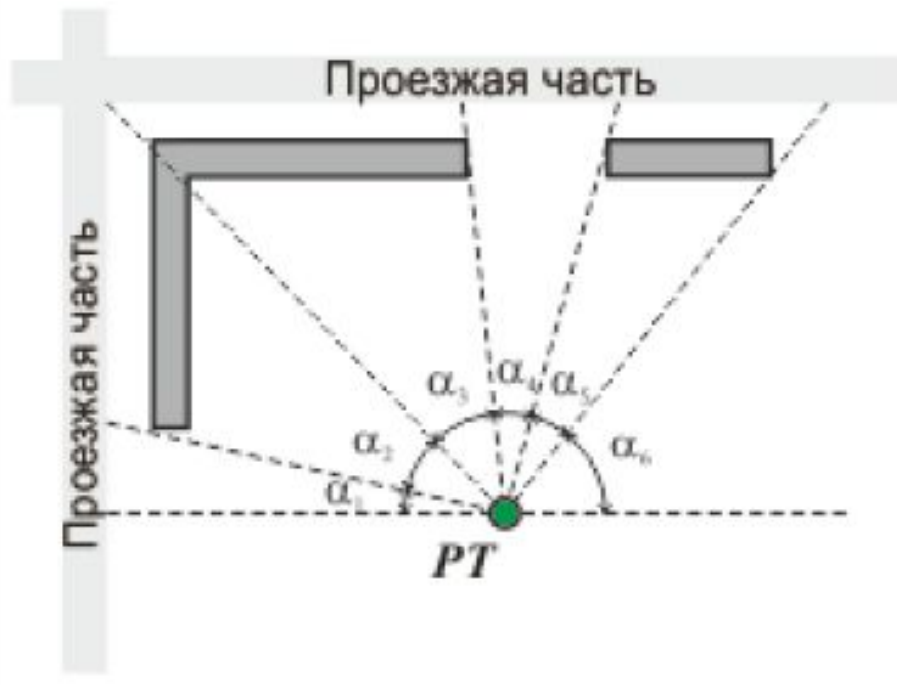
М. 2011)



Разбивка защищаемой от шума территории на отдельные участки, отличающиеся по условиям распространения шума, производится следующим образом:

- Выделяются сектора, в пределах которых между источником шума и расчётной точкой расположены какие-либо экранирующие препятствия (здания, строения, элементы рельефа);
- Шум в расчётную точку поступает с двух или более направлений;
- автомобильная дорога в пределах защищаемой территории изменяет своё направление

Примеры разбивки защищаемой территории на участки



Ожидаемый эквивалентный уровень звука $L_{A_{PT}}$ в расчётной точке рассчитывают по формуле:

$$L_{A_{PT}} = L_{ТП} - (\Delta L_{расст} + \Delta L_{покp} + \Delta L_{застp} + \Delta L_{зел} + \Delta L_{отp} + \Delta L_{A\alpha} + \Delta L_{экp})\theta$$

$\Delta L_{A_{расст}}$ – снижение уровня звука транспортного потока в зависимости от расстояния до расчётной точки;

$$\Delta L_{A_{расст}} = 10 \lg \frac{r}{r_0}$$

$\Delta L_{\text{Анок}}$ – снижение уровня звука, вследствие его поглощения поверхностью территории, рассчитывается по формуле:

$$\Delta L_{\text{пок}} = 6 \lg \left[\frac{\delta^2}{(1 + 0,01\delta^2)} \right],$$

где

$$\delta = \frac{1.4d \cdot 10^{-(0.3N_{\text{иш}}+1)}}{N_{\text{рт}}},$$

где d – расчётное расстояние, равное $d=1.4R$, м;

$N_{\text{иш}}$, $N_{\text{рт}}$ – высоты источника шума и расчётной точки над уровнем территории, м.

В случае акустически жёсткой поверхности (асфальт, бетон, плотный грунт, вода) поправка $L_{\text{Анок}}$ равна нулю.

Для разработки шумозащитных мероприятий:

- Определяются характеристики движения и состав транспортных потоков (интенсивность ед./ч);
- Определяется положение расчётных точек;
- Осуществляется разбивка территории застройки на участки, отличающиеся по условиям распространения шума;
- Определяются расчётные и допустимые уровни звука в расчётных точках;
- Определяется минимальная высота защитного экрана или других мероприятий;
- Расчётом уточняются размеры защитного экрана

- Требуемое снижение уровня шума на территории, прилегающей к зданиям и в помещениях:

$$\Delta L_{\text{тр}} = L_{\text{АРТ}} - L_{\text{доп}}$$

$$\Delta L_{\text{тр}} = L_{\text{м}} - \Delta L_{\text{окна}} - L_{\text{доп}}$$

- Оценка сложности и возможности достижения требуемого снижения шума при проектировании шумозащитных экранов

Требуемое снижение уровня шума, дБА	5	15	10	20
Сложность достижения результатов	Легко	Сложно	Достижимо (возможно)	Очень сложно

Для снижения воздействия шума на территорию следует принять следующие меры:

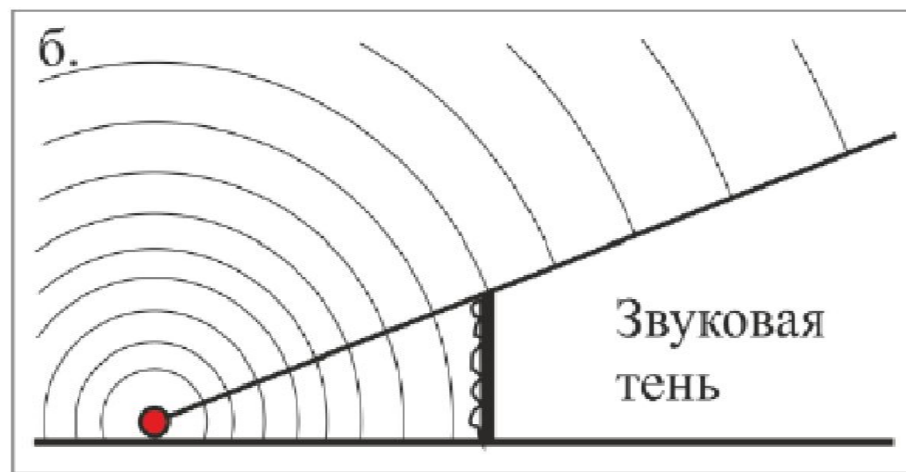
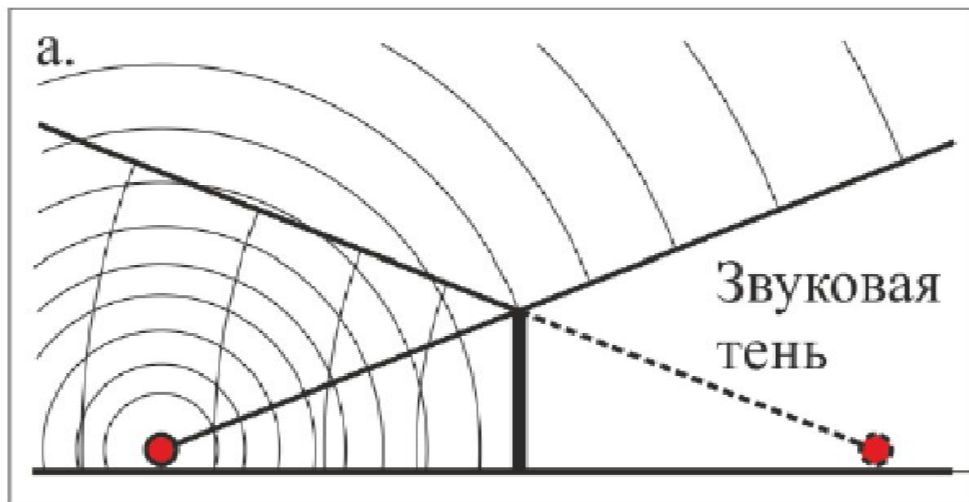
- использование шумозащитных свойств рельефа местности при трассировке магистральных улиц и дорог;
- шумозащитное зонирование окрестностей аэропортов;
- для жилых районов, микрорайонов, наиболее эффективным является размещение в первом эшелоне застройки магистральных улиц шумозащитных протяженных многоэтажных зданий в качестве экранов;
- здания детских дошкольных учреждений, школ, поликлиник, площадки отдыха располагаются во внутриквартальном пространстве;

возможности вне жилой застройки,

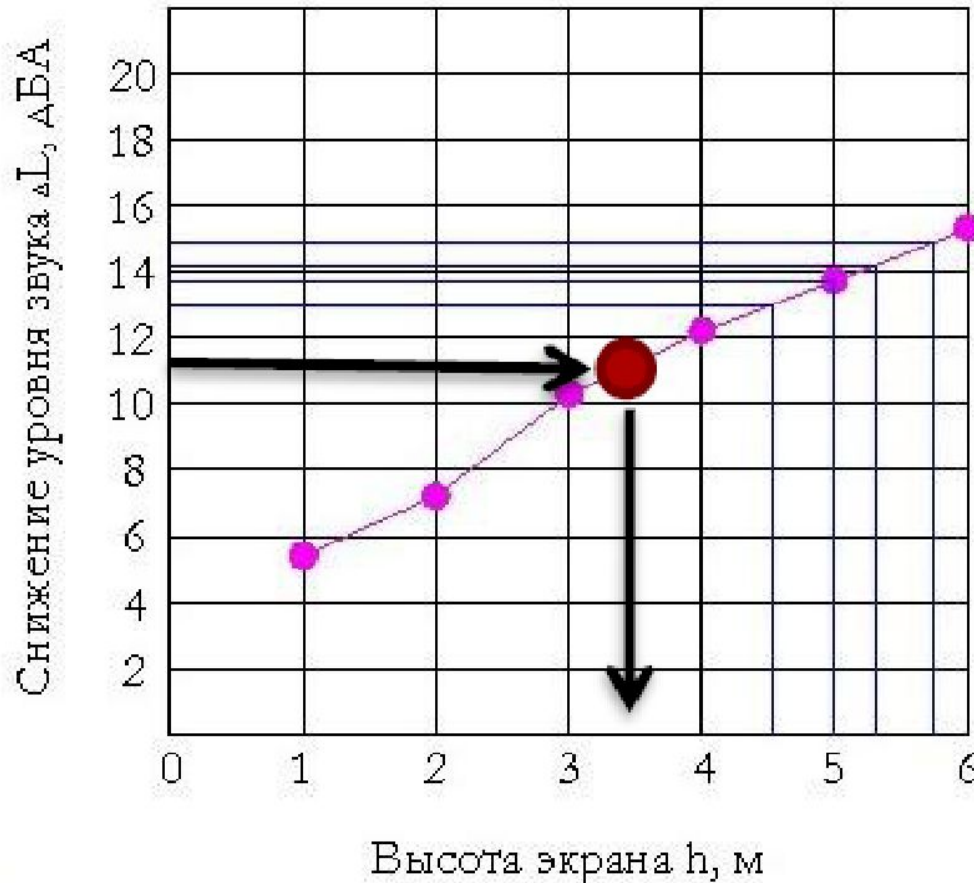
Шумозащитные экраны

Снижение уровня шума экранами происходит в результате образования за ними звуковой тени. Однако из-за явления дифракции полного снижения шума не происходит.

Схема распространения шума в месте установки экрана: а – шумоотражающего; б – шумопоглощающего



Определение высоты экрана



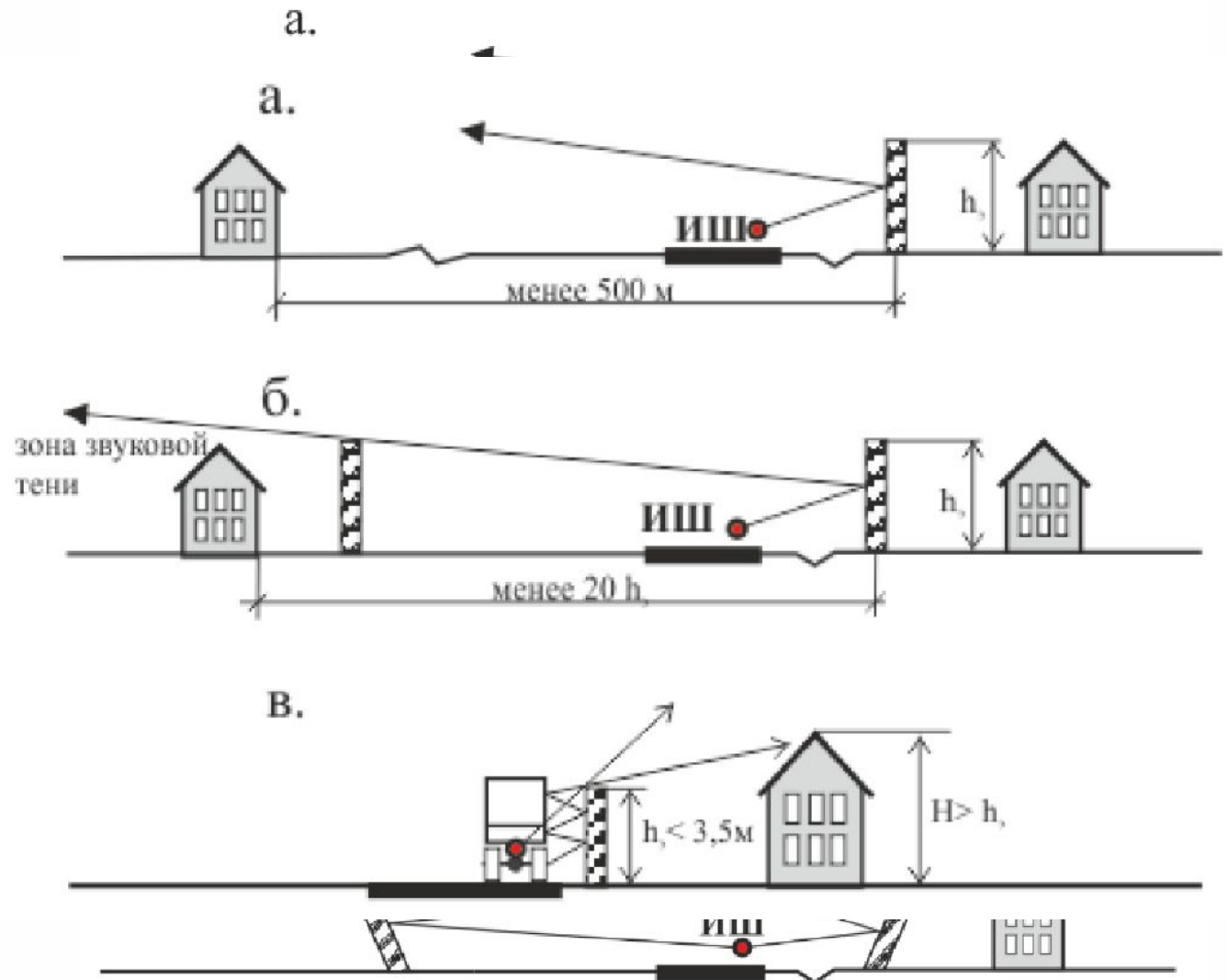
(Методические рекомендации по защите от транспортного шума. М. 2011)

Шумозащитные экраны



Схемы применения шумоотражающих экранов

Экраны выполняются из пористых материалов; резонирующих или перфорированных панелей

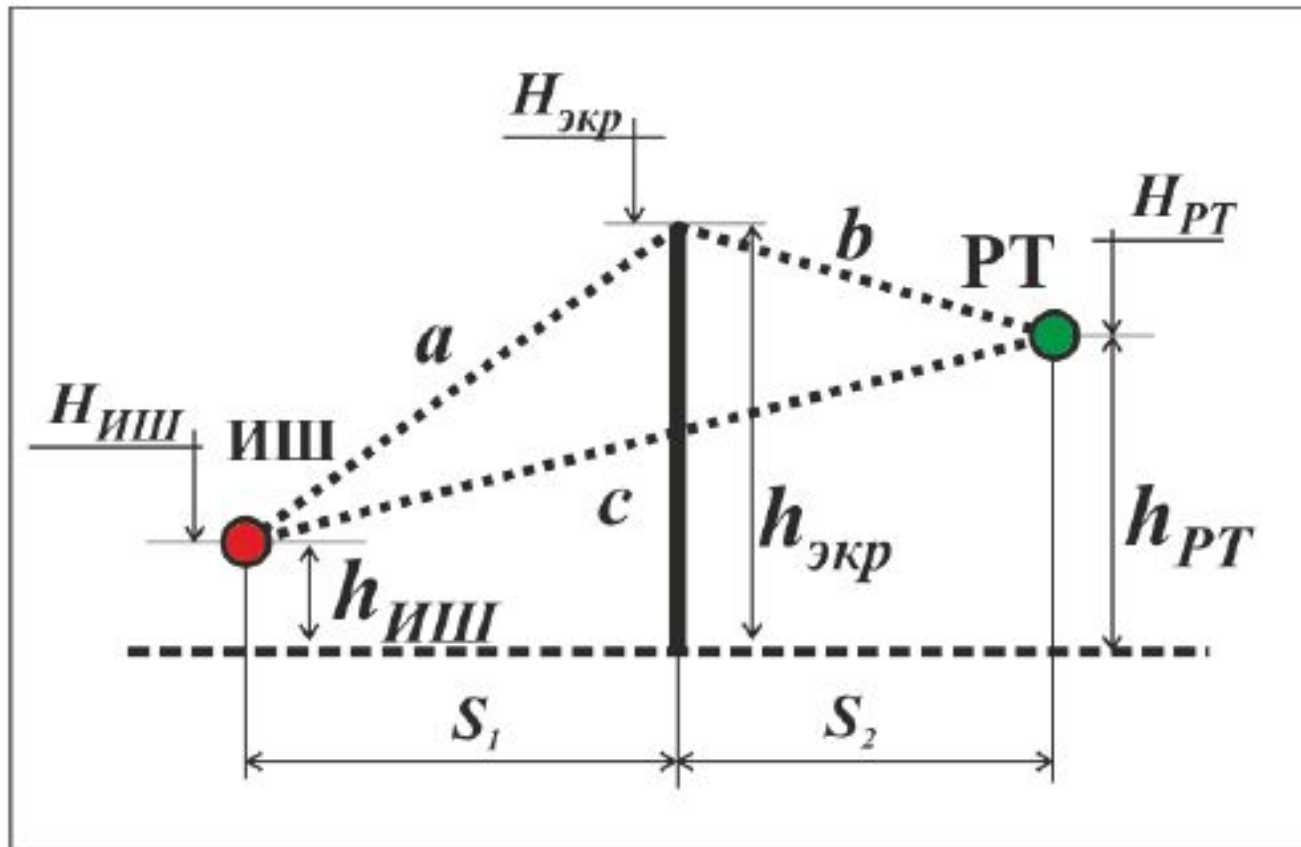


- Эффективность экрана зависит от геометрических размеров, которые необходимо определять для конкретных задач.

$$\delta = a + b - c$$

где δ – разности длин путей звукового луча, м;
 a – кратчайшее расстояние между акустическим центром источника шума и верхней кромкой экрана, м;
 b – кратчайшее расстояние от верхней кромки экрана до расчётной точки, м;
 c – кратчайшее расстояние от акустического центра источника шума до расчётной точки, м.

Расчётная схема определения разницы пути



Расстояние a , b и c определяются по формулам:

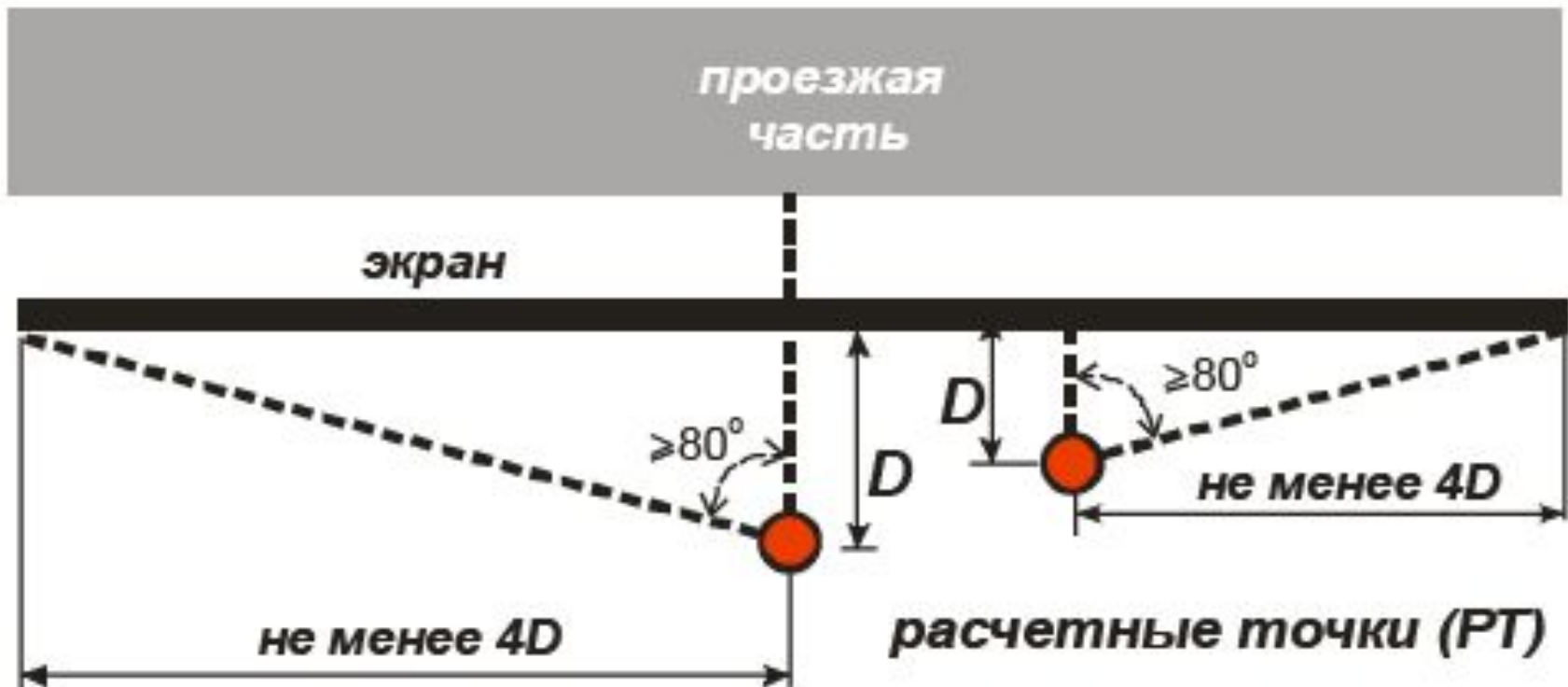
$$a = \sqrt{S_1^2 + (h_{\text{экp}} - h_{\text{ИШ}})^2}$$

$$b = \sqrt{S_2^2 + (h_{\text{экp}} - h_{\text{PT}})^2},$$

$$c = \sqrt{(S_1 + S_2)^2 + (h_{\text{PT}} - h_{\text{ИШ}})^2},$$

- $h_{\text{ИШ}}$ - высота источника шума над уровнем проезжей части, м;
 $h_{\text{экp}}$ - высота экрана, м;
 h_{PT} - высота расчетной точки над уровнем земли, м.
 S_1 - расстояние от источника шума до экрана, м;
 S_2 - расстояние от экрана до расчетной точки, м.

Минимальная длина шумозащитного экрана за пределами жилой застройки должна составлять не менее 4-х расстояний от проезжей части до расчётной точки

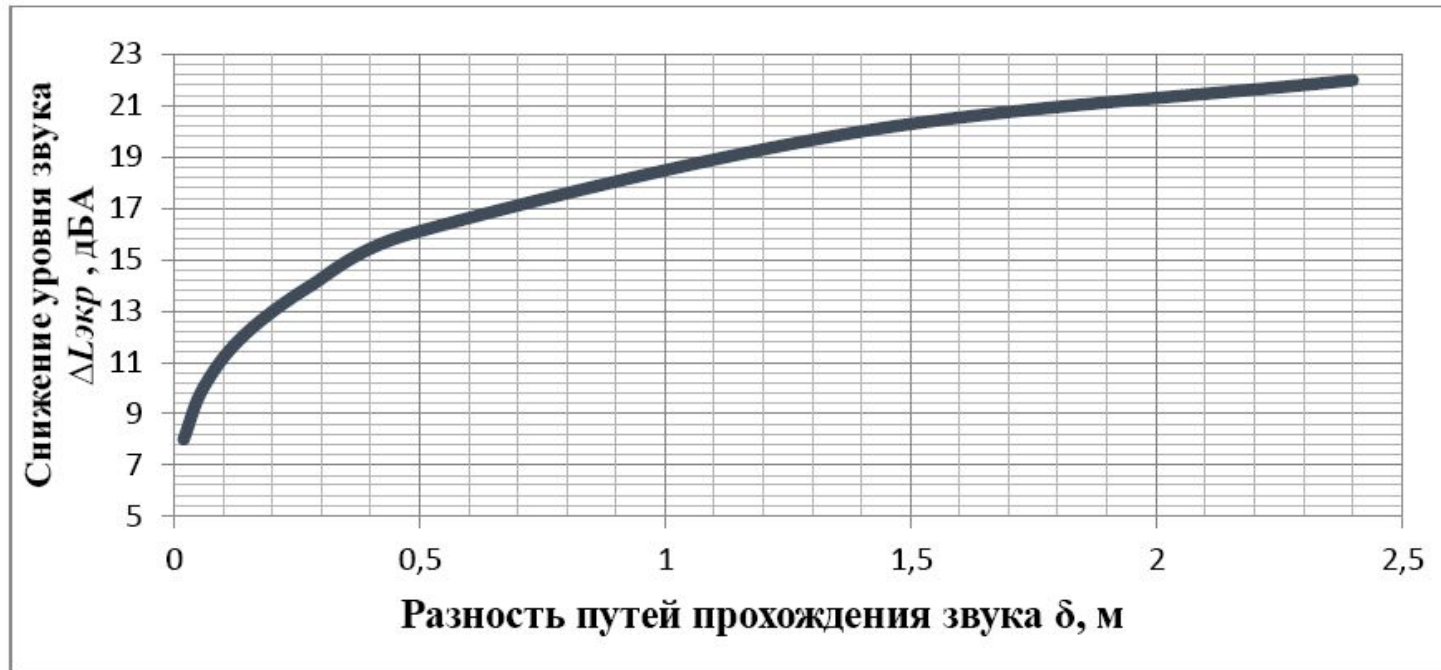


Снижение шума экраном в зависимости от значений разности лучей определяется так:

$$\Delta L_{\text{экр}} = 18,2 + 7,8 \lg (\delta + 0,2),$$

где: $\Delta L_{\text{экр}}$ - шумопонижение экрана, дБА;

δ - разница между геометрическим расстоянием источник шума - расчетная точка и кратчайшим расстоянием между источником шума и расчетной точкой, м;



Расчёт звукоизоляции оконных блоков

Для определения величины звукоизоляции окна $R_{Атран}$ по известной частотной характеристике изоляции воздушного шума необходимо в каждой третьоктавной полосе частот из уровня эталонного спектра L_i вычесть величину изоляции воздушного шума R_i данной конструкцией окна. Полученные величины уровней следует сложить энергетически и результат сложения вычесть из уровня эталонного шума, равного 75 дБА

Требуемая звукоизоляция $R_{Атран}$ определяется из расчета обеспечения допустимых значений проникающего шума как по эквивалентному, так и по максимальному уровню.

- Расчёты проводятся в 1/3 октавных полосах частот по формуле:

$$R_A = 75 - 10 \lg \sum_{i=1}^{16} 10^{0.1(L_i - R_i)}$$

- L_i – скорректированный с учётом фильтра А уровень давления эталонного спектра в i -1/3 октавной полосе частот, дБ;
- R_A – изоляция воздушного шума окном в i -1/3 октавной полосе частот, дБ

Пример расчёта

Частота, Гц	125	200	250	500	1000	1250	2000	3150
L_j , дБ	55	59	60	63	67	66	64	60
R_j , дБ	24	21	25	31	38	38	39	35
разность	31	38	35	32	29	28	25	25

$$L_s = 10 \lg \sum_{i=1}^{16} 10^{0.1(L_i - R_i)} = 44 \quad \text{дБА}$$

$$R_A = 75 - 44 = 31 \quad \text{дБА}$$

Нормативные требования к звукоизоляции окон для жилых комнат, номеров гостиниц, общежитий, площадью до 25 м²

№ п.п.	Назначение помещений	Требуемые значения $R_{д,тран}$, дБА, при эквивалентных уровнях звука у фасада здания, дБА, при наиболее интенсивном движении транспорта (в дневное время, час «пик»)				
		60	65	70	75	80
1	Палаты больниц, санаториев, кабинеты медицинских учреждений	15	20	25	30	35
2	Жилые комнаты квартир в домах: категории А категорий Б и В	15	20	25	30	35
		—	15	20	25	30
3	Жилые комнаты общежитий	—	—	15	20	25
4	Номера гостиниц: категории А категории Б категории В	15	20	25	30	35
		—	15	20	25	30
		—	—	15	20	25



Заключение

Транспорт является основным источником шума в городах.

Для создания комфортного акустического климата в городах необходимо:

- уметь определять УЗД транспортных потоков;
- разрабатывать рациональные мероприятия по защите шума;
- уметь рассчитывать шумозащитные экраны