

**ПРАВИТЕЛЬСТВО МОСКВЫ
МОСКОМАРХИТЕКТУРА**

**ПОСОБИЕ
К МГСН 2.04-97**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАЩИТЫ
ОТ ТРАНСПОРТНОГО ШУМА И ВИБРАЦИЙ
ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ**

1999

Предисловие

1. РАЗРАБОТАНО Научно-исследовательским институтом строительной физики (НИИСФ) Российской академии архитектуры и строительных наук (докт. техн. наук Осипов Г.Л., канд. техн. наук Климухин А.А.) и Московским научно-исследовательским и проектным институтом типологии, экспериментального проектирования (МНИИТЭП) (инж. Лалаев Э.М., Федоров Н.Н., канд. техн. наук Прохода А.С.).

2. ПОДГОТОВЛЕНО к утверждению и изданию Управлением перспективного проектирования и нормативов Москомархитектуры (инж. Щипанов Ю.Б., Шевяков И.Ю.).

3. УТВЕРЖДЕНО указанием Москомархитектуры от 24.08.99 № 35.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	1
1. Общие положения	2
2. Нормативные требования к звукоизоляции наружных ограждающих конструкций зданий	3
3. Метод расчета ожидаемых уровней транспортного шума	6
4. Выбор конструкций наружных ограждений шумозащитных зданий	10
5. Защита от вибрации жилых и общественных зданий	13
Приложение 1 Пример определения величины звукоизоляции окна $R_{Атран. В дБА}$	14
Приложение 2 Примеры расчета ожидаемых уровней транспортного шума и выбора конструкции шумозащитных окон	15

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее «Пособие» разработано в развитие [МГСН 2.04-97](#) «Допустимые уровни шума, вибрации и требования к звукоизоляции в жилых и общественных зданиях». Оно дополняет и уточняет ряд положений, содержащихся в главе [СНиП II-12-77](#) «Защита от шума» (М., Стройиздат, 1978) и справочнике проектировщика «Защита от шума в градостроительстве» (М., Стройиздат, 1993). Пособие содержит методы расчета ожидаемых уровней шума автомобильного транспорта, трамваев и железнодорожных поездов, рекомендации по выбору конструкций окон, а также примеры расчета.

Следует обратить внимание на то, что в связи с введением в [МГСН 2.04-97](#) новой системы оценки звукоизоляции наружных ограждающих конструкций, соответствующей стандарту 717 Международной организации по стандартизации (ИСО), произошло изменение численных значений величин звукоизоляции наружных ограждений, выраженных в дБА, по сравнению с приведенными в справочнике проектировщика 1993 г. Причина этого в том, что эталонный спектр шума автотранспорта в стандарте 717 ИСО отличается от ранее принятого в Справочнике проектировщика более высокочастотным характером. Это соответствует значительно

большой доле легкового автотранспорта в потоке. Натурными исследованиями шума транспортных потоков на улицах Москвы подтверждено, что это соответствует современной ситуации в Москве вследствие значительного увеличения количества легковых автомашин в городе.

Переход на новый эталонный спектр шума автотранспорта привел к увеличению значений звукоизоляции $R_{\text{Атран}}$ (по [МГСН 2.04-97](#)) на 2-3 дБА по сравнению с $R_{\text{А}}$ (по справочнику 1993 г.), в результате чего отпала необходимость в дополнительной характеристике звукоизоляции $R_{\text{А}}$ специально для шума рельсового транспорта.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящее Пособие предназначено для использования при выборе строительно-акустических мероприятий по защите от транспортного шума помещений жилых и общественных зданий, располагаемых вблизи магистральных улиц, скоростных автодорог, а также железных дорог на территории городов и других населенных пунктов.

Защита жилых и общественных зданий от транспортного шума осуществляется с помощью градостроительных (рациональное проектирование улично-дорожной сети, зонирование городских территорий), архитектурно-планировочных (специальные шумозащитные здания с ориентацией жилых комнат преимущественно в сторону внутриквартальной территории), организационных (ограничение грузового транспорта на селитебных территориях, ограничение скорости транспортных средств, запрет транзитного транспорта) и конструктивных мероприятий.

Основным средством снижения уровней транспортного шума в зданиях, является правильный выбор и соответствующий акустический расчет их наружных ограждающих конструкций (в первую очередь окон), звукоизолирующие свойства которых должны обеспечивать снижение проникающего шума до допустимых уровней, регламентированных [МГСН 2.04-97](#) «Допустимые уровни шума, вибрации и требования к звукоизоляции в жилых и общественных зданиях».

Рекомендации по шумозащите, содержащиеся в Пособии, могут быть использованы не только при проектировании новых зданий, но и при реконструкции или капитальном ремонте существующих зданий.

1.2. Применение наружных ограждающих конструкций (окон) с повышенной звукоизоляцией позволяет использовать здания с обычными архитектурно-планировочными решениями в качестве шумозащитных. В шумозащитных жилых зданиях со специальной архитектурно-планировочной структурой, основанной на ориентации окон жилых комнат преимущественно в сторону внутриквартальной территории, следует предусматривать применение наружных ограждений с повышенной звукоизоляцией в жилых комнатах, окна которых ориентированы в сторону источника шума.

1.3. Шумозащитные здания целесообразно использовать в качестве экранов, защищающих от шума расположенные за ними здания и внутриквартальную территорию. По акустической эффективности здания-экраны превосходят такие средства, как экранирующие сооружения в виде кавальера, экраны-стенки или полосы зеленых насаждений. Это позволяет рационально использовать городскую территорию за счет уменьшения разрывов между магистралями и жилой застройкой.

1.4. Для обеспечения максимального эффекта экранирования шумозащитные здания должны быть достаточно высокими и протяженными и располагаться возможно ближе к источнику шума. Располагать шумозащитные здания относительно магистральных улиц, скоростных дорог, а также относительно железных дорог следует на минимальном расстоянии от красной линии с учетом градостроительных норм и звукоизоляционных характеристик наружных ограждений этих зданий.

Композиционные приемы группировки шумозащитных зданий и их конфигурация

должны обеспечивать максимальную защиту от внешнего шума внутриквартальной территории. С этой целью целесообразно устройство боковых объемов, обращенных в сторону внутриквартальной территории. На перекрестках улиц следует размещать шумозащитные здания Г-образной конфигурации в плане.

2. НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

2.1. В соответствии с [МГСН 2.04-97](#) нормируемым параметром звукоизоляции наружных ограждений зданий (в первую очередь окон) является звукоизоляция $R_{Атран.}$ в дБА, представляющая собой изоляцию внешнего шума, производимого потоком городского транспорта, и определяемая на основе эталонного спектра шума транспортного потока с уровнем звука 75 дБА.

Таблица 1

Скорректированные по кривой частотной коррекции «А» уровни эталонного транспортного шума ($L_A = 75$ дБА)

Среднегеометрическая частота 1/3-октавной полосы, Гц	100	125	160	200	250	320	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3200
Скорректированный уровень звукового давления эталонного спектра, L_i , дБ	55	55	57	59	60	61	62	63	64	66	67	66	65	64	62	60

$$R_{Атран.} = 75 - 10 \lg \sum_{i=1}^{16} 10^{0,1(L_i - R_i)} \quad (1)$$

где L_i - скорректированный по кривой частотной коррекции «А» уровень эталонного шума в i -ой третьоктавной полосе частот, дБ, (табл. 1);

R_i - изоляция воздушного шума данным наружным ограждением в той же i -ой третьоктавной полосе частот, дБ.

Значения $R_{Атран.}$ округляются до ближайшей целой величины.

В том случае, когда известны величины изоляции воздушного шума конструкцией только в октавных полосах частот, величина $R_{Атран.}$ определяется по аналогичной формуле с использованием скорректированных по кривой частотной коррекции «А» уровней звукового давления эталонного спектра шума транспортного потока в октавных полосах частот (табл. 2).

Таблица 2

Среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц	125	250	500	1000	2000	4000
Скорректированный уровень звукового давления эталонного спектра, L_i , дБ	61	65	68	71	69	63

Пример определения величины звукоизоляции $R_{Атран.}$ окна приведен в приложении 1.

Примечание: В технической литературе встречается характеристика звукоизоляции окон, выраженная индексом R_w в дБ. Для перехода от него к $R_{Атран.}$ можно пользоваться формулой

$$R_{Атран.} = 0,75R_w + 3,7 \text{ , дБА} \quad (2)$$

2.2. Требуемое снижение внешнего шума наружным ограждением (окном) здания $\Delta L_A^{тр.}$ устанавливается, исходя из ожидаемых уровней звука в дБА у фасада, обращенного в сторону источника транспортного шума, и допустимых уровней звука в помещениях в соответствии с [МГСН 2.04-97](#) (табл. 3).

Шум у фасада здания (в расчетных точках на расстоянии 2 м от него), создаваемый

потоком средств автомобильного транспорта, следует оценивать по величине эквивалентного уровня звука $L_{\text{Аэкв.тер.2}}$ в дБА, определенного как для дневного, так и для ночного периода суток. Если невозможно получить сведения о характеристиках автомобильного потока в ночное время, допускается назначать требуемую звукоизоляцию наружного ограждения из условий дневного времени.

При наличии в транспортном потоке трамваев эквивалентные уровни звука у фасада здания $L_{\text{Аэкв.тер.2}}$ в дБА в дневное и ночное время следует определять путем суммирования по энергии эквивалентных уровней звука, рассчитанных отдельно для потока средств автомобильного транспорта и потока трамваев. В этом случае необходимо также дополнительно определять максимальные уровни звука $L_{\text{Амакс.тер.2}}$, создаваемые у фасада здания трамваями.

2.3. Эквивалентные уровни звука в дБА, создаваемые транспортным потоком у фасада здания, могут быть получены путем измерений или рассчитаны на основании шумовой характеристики транспортного потока, определяемой по карте шума или по методике, приведенной в разделе 3 настоящего Пособия, исходя из характеристик движения и состава транспортного потока.

Следует учитывать, что наибольшие уровни транспортного шума у фасада здания наблюдаются на высоте третьего-пятого этажей. На высоте первого-второго этажей уровни шума могут быть ниже вследствие поглощения звука поверхностью земли и зелеными насаждениями. В связи с этим измерения шума следует проводить на высоте, соответствующей указанной зоне наибольшего его воздействия. Расчет ожидаемых уровней транспортного шума у фасада здания следует проводить для расчетной точки, расположенной в двух метрах от наружного ограждения на высоте 12 м над поверхностью прилегающей территории.

Шум железнодорожных поездов также следует оценивать отдельно для дневного и ночного времени по эквивалентным уровням звука $L_{\text{Аэкв.тер.2}}$ в дБА и максимальным уровням звука $L_{\text{Амакс.тер.2}}$ в дБА.

Для зданий, в помещениях которых проникающий шум нормируется как в дневное, так и в ночное время, требуемую звукоизоляцию наружного ограждения следует определять отдельно для условия дневного и ночного периода суток как по эквивалентным, так и по максимальным уровням звука, и в качестве окончательного результата принимать большее из найденных значений.

2.4. Требуемая звукоизоляция наружного ограждения (окна) $R_{\text{Атран}}^{\text{mp}}$ в дБА определяется в зависимости от требуемого снижения внешнего шума $\Delta L_{\text{А}}^{\text{TP}}$ в дБА из выражения

$$R_{\text{Атран}}^{\text{mp}} = \Delta L_{\text{А}}^{\text{mp}} + 10 \lg \frac{S_o}{A}, \text{ дБА} \quad (3)$$

где S_o - площадь окна (окон) в помещении, м^2 ;

A - эквивалентная площадь звукопоглощения в помещении (средняя в диапазоне 125-1000 Гц), м^2 .

Для помещений жилых зданий, а также близких к ним по размерам помещений общественных и других зданий (рабочие помещения управлений, кабинеты и др.), в которых отношения S_o/A близко к 0,3, вместо формулы (3) можно пользоваться формулой

$$R_{\text{Атран}}^{\text{mp}} = \Delta L_{\text{А}}^{\text{mp}} - 5, \text{ дБА}. \quad (4)$$

Для наружного ограждения, расположенного перпендикулярно к транспортной магистрали, рассчитанную требуемую звукоизоляцию $R_{\text{Атран}}^{\text{mp}}$ следует уменьшить на 3 дБА.

Для помещений общественных зданий с повышенными требованиями к шумовому режиму целесообразно после выбора конструкции окон провести проверочный расчет ожидаемых уровней проникающего в помещение внешнего шума в октавных полосах частот в соответствии с п. 4.3. настоящего Пособия и сравнить их с допустимыми значениями по табл. 3.

Таблица 3

Допустимые уровни проникающего шума

№№ пп	Назначение помещений	Время суток	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровни звука L_A и эквивал. уровни звука $L_{Aэкв.}$ дБА	Максимальные уровни $L_{Amax.}$ дБА
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	12	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.	Жилые комнаты квартир: - в домах категории А	7-23 ч	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
		23-7 ч	51	39	31	24	20	17	14	13	25	40
		7-23 ч	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
		23-7 ч	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45
2.	Жилые комнаты общежитий	7-23 ч	67	57	49	44	40	37	35	33	45	60
		23-7 ч	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
3.	Номера гостиниц: - категория А	7-23 ч	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
		23-7 ч	51	39	31	24	20	17	14	13	25	40
		7-23 ч	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
		23-7 ч	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45
	- категория Б	7-23 ч	67	57	49	43	40	37	35	33	45	60
		23-7 ч	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
		7-23 ч	67	57	49	43	40	37	35	33	45	60
		23-7 ч	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
- категория В	7-23 ч	67	57	49	43	40	37	35	33	45	60	
	23-7 ч	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50	
	7-23 ч	67	57	49	43	40	37	35	33	45	60	
	23-7 ч	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50	
4.	Жилые помещения домов отдыха, пансионатов, домов- интернатов для престарелых и инвалидов, спальные помещения в детских дошкольных учреждениях и школах-интернатах	7-23 ч	63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
		23-7 ч	55	44	35	29	25	22	20	18	30	45
5.	Помещения офисов, рабочие помещения, кабинеты в административных зданиях, конструкторских, проектных и научно- исследовательских организациях	- категория А	67	57	49	43	40	37	35	33	45	60
		- категории Б и В	71	61	54	49	45	42	40	38	50	65
		7-23 ч	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
6.	Палаты больниц и санаториев	7-23 ч	59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
		23-7 ч	51	39	31	24	20	17	14	13	25	40
7.	Операционные больниц		55	44	35	29	25	22	20	18	30	45
8.	Кабинеты врачей медицинских учреждений		59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
9.	Классные помещения, учебные кабинеты, аудитории учебных заведений,		63	52	45	39	35	32	30	28	40	55

№№ пп	Назначение помещений	Время суток	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровни звука L _A и эквивал. уровни звука L _{Aэкв.} дБА	Максимальные уровни L _{Aмакс.} , дБА
			63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
10.	конференц-залы, читальные залы библиотек, зрительные залы клубов, кинотеатров, культовые здания Залы кафе, ресторанов, столовых, фойе театров и кинотеатров: - категории А - категории Б и В		71 75	61 66	54 59	49 54	45 50	42 47	40 45	38 43	50 55	60 65
11.	Торговые залы магазинов, пассажирские залы вокзалов и аэропортов, спортивные залы		79	70	63	58	55	52	50	49	60	70

Примечания: 1. Допустимые уровни транспортного шума в помещениях (п.п. 1-3, 5, 6, 8-11), окна которых выходят на улицы и дороги, могут быть приняты на 5 дБ (дБА) выше значений, указанных в табл. 3, т.е. с поправкой +5 дБ (дБА).

2. Допустимые уровни внешнего транспортного шума устанавливаются при условии обеспечения нормативного воздухообмена в помещениях. В случае отсутствия системы кондиционирования воздуха или системы принудительной приточно-вытяжной вентиляции - при открытых форточках, фрамугах или иных устройствах, обеспечивающих приток воздуха.

3. Табл. 3 отличается от табл. 1 МГСН 2.04-97 отсутствием примечаний 3 и 4, т. к. они не относятся к транспортному шуму.

2.5. В зданиях с несущими или самонесущими наружными стенами их звукоизоляция как правило значительно выше, чем у окон, в результате чего уровни проникающего в помещения шума определяются только звукоизолирующей способностью окон. Однако, при применении наружных стен из легких навесных слоистых панелей их звукоизоляция может быть сопоставима со звукоизоляцией окон. В этом случае необходимо обеспечить изоляцию внешнего шума глухой частью стены R_{Атран.} не менее, чем на 15 дБА выше требуемой звукоизоляции окон.

3. МЕТОД РАСЧЕТА ОЖИДАЕМЫХ УРОВНЕЙ ТРАНСПОРТНОГО ШУМА

3.1. Исходным параметром для расчета эквивалентного уровня звука, создаваемого у фасада здания потоком средств автомобильного транспорта (включая автобусы и троллейбусы), является шумовая характеристика потока L_{Aэкв.} в дБА, определяемая по ГОСТу 20444-85 на расстоянии 7,5 м от оси ближней полосы движения транспорта.

$$L_{Aэкв} = 10 \lg Q + 13,3 \lg V + 4 \lg(1 + \rho) + \Delta L_{A1} + \Delta L_{A2} + 15, \text{ дБА} \quad (5)$$

где Q - интенсивность движения, ед./ч;

V - средняя скорость потока, км/ч;

ρ - доля средств грузового и общественного транспорта в потоке, %, (к грузовым относятся автомобили грузоподъемностью 1,5 т и более);

ΔL_{A1} - поправка, учитывающая вид покрытия проезжей части улицы или дороги, дБА, (при асфальтобетонном покрытии ΔL_{A1} = 0, при цементобетонном покрытии ΔL_{A1} = +3 дБА);

ΔL_{A2} - поправка, учитывающая продольный уклон улицы или дороги, дБА,

определяемая по табл. 4.

Для дневного времени расчет следует проводить, исходя из средней часовой интенсивности движения Q в течение 4-х часового периода с наибольшей интенсивностью движения транспорта. Допускается принимать среднюю часовую интенсивность движения в дневное время равной 7 % от среднегодовой суточной интенсивности движения.

3.2. Ожидаемый эквивалентный уровень звука $L_{A_{экв.тер.2}}$, создаваемый потоком средств **автомобильного транспорта** в расчетной точке у наружного ограждения здания, определяется по формуле

$$L_{A_{экв.тер.2}} = L_{A_{экв.}} - \Delta L_{A3} + \Delta L_{A4}, \text{ дБА}, \quad (6)$$

где ΔL_{A3} - снижение уровня шума в зависимости от расстояния от оси ближайшей полосы движения транспорта до расчетной точки, дБА, определяемое по рис. 1;

ΔL_{A4} - поправка, учитывающая влияние отраженного звука, дБА, определяемая по табл. 5 в зависимости от отношения $h_{р.т.}/B$, где $h_{р.т.}$ - высота расчетной точки над поверхностью территории; в общем случае высота расчетной точки принимается $h_{р.т.} = 12$ м;

B - ширина улицы (между фасадами зданий), м.

Таблица 4

Поправка ΔL_{A2} , учитывающая продольный уклон улицы или дороги

Продольный уклон улицы или дороги, %	ΔL_{A2} , дБА				
	Доля средств грузового и общественного транспорта в потоке, %				
	0	5	20	40	100
2	0,5	1	1	1,5	1,5
4	1	1,5	2,5	2,5	3
6	1	2,5	3,5	4	5
8	1,5	3,5	4,5	5,5	6,5
10	2	4,5	6	7	8

Таблица 5

Поправка ΔL_{A4} , учитывающая влияние отраженного звука

Тип застройки	Односторонняя	Двусторонняя				
		отношение $h_{р.т.}/B$				
		0,05	0,25	0,4	0,55	0,7
ΔL_{A4} , дБА	1,5	1,5	2,0	2,5	3	3,5

При размещении между полосами проезжей части разных направлений движения бульваров и пешеходных аллей шумовую характеристику потоков средств автомобильного транспорта $L_{A_{экв.}}$ и эквивалентный уровень звука у фасада здания $L_{A_{экв.тер.2}}$ следует определять отдельно для каждого направления движения. Полученные при этом эквивалентные уровни звука у фасада здания должны быть просуммированы по энергии (ф-ла 7).

$$L_{A_{экв.тер.2}} = 10 \lg \left(\sum_{i=1}^n 10^{0,1 L_{A_{экв.тер.2i}}} \right), \text{ дБА}, \quad (7)$$

где $L_{A_{экв.тер.2}}$ - эквивалентный уровень звука у фасада здания от его источника, дБА.

3.3. Ожидаемые эквивалентный и максимальный уровни звука, создаваемые **трамваями** у фасада здания, определяются по формуле (6), подставляя в нее:

- $L_{A_{экв.}}$ - эквивалентный уровень звука потока трамваев на расстоянии 7,5 м от оси ближнего пути, дБА, определяемый по формуле:

$$L_{A_{\text{экв}}} = 10 \lg N + \Delta L_{A5} + 51, \text{ дБА}, \quad (8)$$

в зависимости от средней часовой интенсивности движения трамваев, N , в течение 4-х часового периода с наибольшей интенсивностью движения для дневного времени или от интенсивности движения в наиболее шумный часовой период ночного времени;

ΔL_{A5} - поправка, учитывающая влияние основания пути, дБА, определяемая по табл. 6;

Таблица 6

Поправка ΔL_{A5} , учитывающая влияние основания пути.

Максимальные уровни звука трамвая $L_{A_{\text{макс}}}$ на расстоянии 7,5 м от оси пути

Основание пути	ΔL_{A5} , дБА	Расчетный максимальный уровень звука, дБА
Шпально-песчаное	0	82
Шпально-щебеночное	+4	86
То же на монолитной бетонной плите	+1	83
Монолитно-бетонное	+10	92

ΔL_{A3} - снижение уровня шума в зависимости от расстояния от оси ближнего пути до расчетной точки, дБА, определяемое по рис. 1;

ΔL_{A4} - поправка, учитывающая влияние отраженного звука, дБА, определяемая по табл. 5.

$L_{A_{\text{макс}}}$ - максимальный уровень звука на расстоянии 7,5 м от оси ближнего пути, дБА, определяемый по табл. 6.

3.4. Ожидаемые эквивалентный и максимальный уровни звука, создаваемые **железнодорожными поездами** у фасада здания, определяются по формуле (6), где $L_{A_{\text{экв}}}$ и $L_{A_{\text{макс}}}$ являются соответственно эквивалентным и максимальным уровнями звука потока железнодорожных поездов на расстоянии 25 м от оси ближнего пути, дБА. Эквивалентный уровень звука $L_{A_{\text{экв}}}$ определяется по формулам (9-11) отдельно для пригородных электропоездов, пассажирских и грузовых поездов.

Пригородные электропоезда

$$L_{A_{\text{экв}}} = 10 \lg N + 26 \lg V + \Delta L_{A6} + 9, \text{ дБА}, \quad (9)$$

Пассажирские поезда

$$L_{A_{\text{экв}}} = 10 \lg N + 13 \lg V + \Delta L_{A6} + 34, \text{ дБА}, \quad (10)$$

Грузовые поезда

$$L_{A_{\text{экв}}} = 10 \lg N + 13 \lg V + \Delta L_{A6} + 41, \text{ дБА}, \quad (11)$$

где N - средняя часовая интенсивность движения в течение 4-х часового периода с наибольшей интенсивностью движения для дневного периода времени или интенсивность движения в наиболее шумный часовой период ночного времени, ед/ч;

V - средняя расчетная скорость движения поездов, км/ч;

ΔL_{A6} - поправка, учитывающая тип железнодорожного пути, дБА:

- для пути с открытыми стыками на железобетонных шпалах $\Delta L_{A6} = +2$ дБА;

- для пути с открытыми стыками на деревянных шпалах и бесстыкового пути на железобетонных шпалах $\Delta L_{A6} = 0$;

- для бесстыкового пути на деревянных шпалах - $\Delta L_{A6} = -2$ дБА.

Максимальный уровень звука определяется по формулам (12-14):

Для пригородных электропоездов

$$L_{A_{\text{макс}}} = 36 \lg V + \Delta L_{A6} + 16, \text{ дБА}, \quad (12)$$

Для пассажирских поездов

$$L_{A\text{макс}} = 23 \lg V + \Delta L_{A6} + 37, \text{ дБА}, \quad (13)$$

Для грузовых поездов

$$L_{A\text{макс}} = 23 \lg V + \Delta L_{A6} + 40, \text{ дБА}, \quad (14)$$

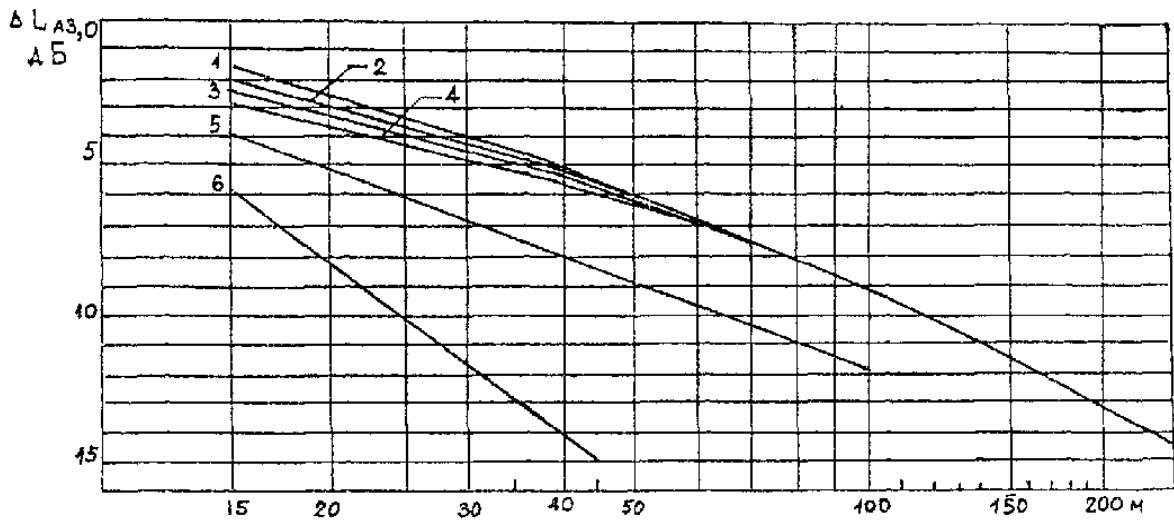
Примечание: Расчетная длина поездов $l_{\text{расч}}$ принята: для пассажирских - 500 м, грузовых - 1200 м, пригородных поездов - 200 м. Если реальные длины поездов значительно отличаются от расчетных, к значениям $L_{A\text{экв}}$ следует прибавлять поправку $\Delta L_{A7} = 10 \lg (l_{\text{ф}}/l_{\text{расч}})$, где $l_{\text{ф}}$ - средняя фактическая длина поездов (по отдельным видам).

При движении на рассматриваемом участке железной дороги различных видов поездов шумовую характеристику потока поездов (эквивалентный уровень звука на расстоянии 25 м от оси ближайшего главного пути) $L_{A\text{экв}}$ следует определять путем суммирования по энергии эквивалентных уровней звука, рассчитанных при движения отдельных видов поездов по ф-ле (7), заменяя $L_{A\text{экв.тер.21}}$ на $L_{A\text{экв.i}}$.

Снижение уровня шума железнодорожных поездов с расстоянием ΔL_{A3} принимается по рис. 2.

3.5. Ожидаемые уровни транспортного шума у торцов прямоугольного в плане здания, расположенного параллельно транспортной магистрали, принимаются на 3 дБА ниже, чем уровни шума у обращенного к магистрали фасада. Если здание имеет боковые объемы, обращенные в сторону внутриквартальной территории, расчетные уровни транспортного шума у фасада, перпендикулярного магистрали, определяются в соответствии с п.п. 3.1-3.4 с введением дополнительной поправки (-3 дБА).

3.6. Расчетный спектр транспортного шума у наружного ограждения здания определяется по рассчитанному ожидаемому уровню звука в дБА с помощью относительных спектров (табл. 7). Значения октавных уровней звукового давления в таблице приведены относительно уровня в дБА.



Расстояние от проезжей части улицы или от трамвайного пути

1 - улица, 2 полосы движения; 2 - улица, 4 полосы движения; 3 - улица, 6 полос движения; 4 - улица, 8 полос движения; 5 - трамвай ($L_{A\text{экв}}$), 6 - трамвай ($L_{A\text{макс}}$)

Рис. 1 Снижение уровня звука с расстоянием

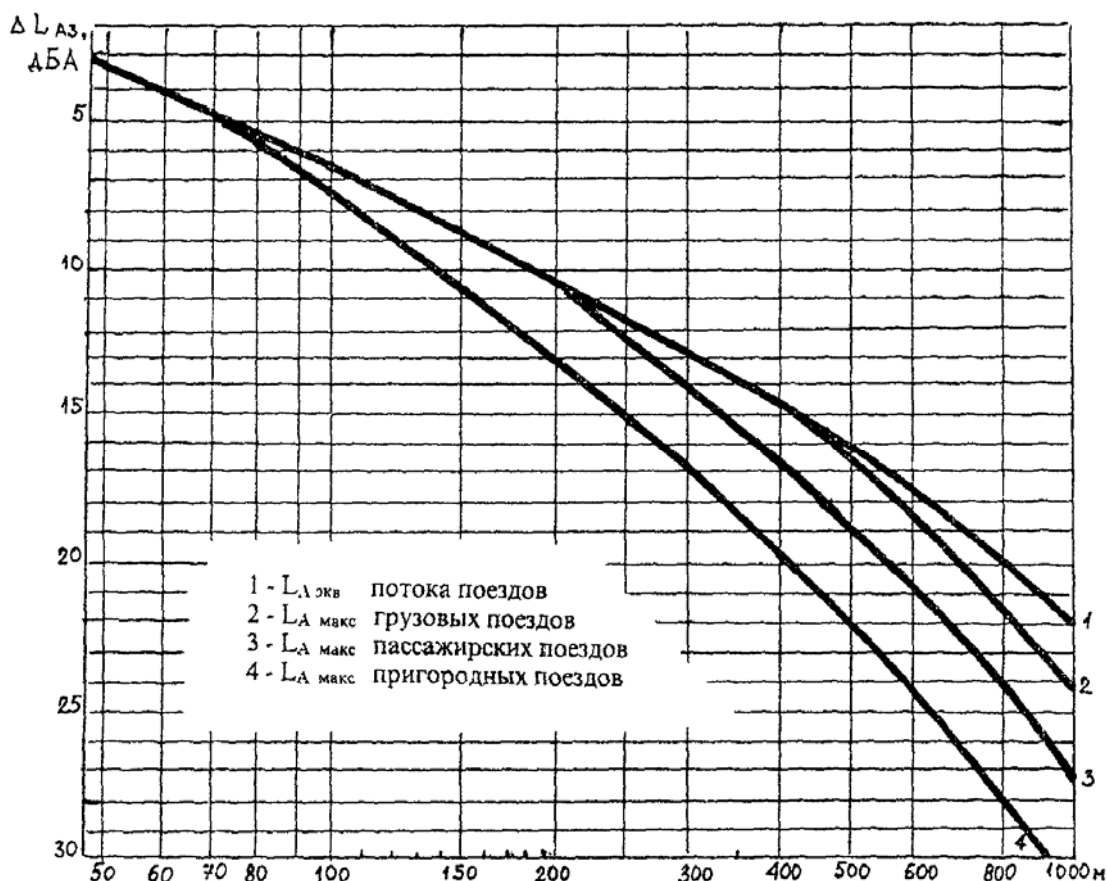


Рис. 2 Снижение уровней железнодорожного шума с расстоянием

Таблица 7

Относительные спектры шума различных видов транспорта (поправки к значению L_A)

Источник шума	Октавные полосы частот, Гц					
	125	250	500	1000	2000	4000
Автомобильный транспорт	+2	-1	-4	-4	-7	-13
Трамвай	-2	+3	-3	-6	-8	-13
Пассажирские и грузовые поезда (на электрической тяге)	+1	+1	-1	-6	-10	-18
Пригородные электропоезда	-4	-2	0	-5	-11	-19

4. ВЫБОР КОНСТРУКЦИЙ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ ШУМОЗАЩИТНЫХ ЗДАНИЙ

4.1. Для обеспечения требуемой звукоизоляции наружного ограждения необходимо в первую очередь выбрать конструкцию окон (или других светопрозрачных ограждений) с необходимыми звукоизолирующими качествами.

При выборе конструктивного решения окон следует учитывать требования к воздухообмену проектируемого здания.

Обычные конструкции окон с естественной вентиляцией через открытые форточки или узкие створки обеспечивают нормальный шумовой режим в помещении, если уровни внешнего шума в 2-х метрах от наружного ограждения не превышают допустимых уровней, установленных [МГСН 2.04-97](#). В противном случае возникает необходимость применения специальных шумозащитных окон с вентиляционными элементами, которые обеспечивают снижение внешнего шума до нормы и одновременное нормативное поступление воздуха в помещение.

В помещениях общественных зданий, в которых предусматривается устройство систем принудительной вентиляции (приточной и вытяжной) или кондиционирование,

конструкции окон следует выбирать из условий обеспечения требуемой звукоизоляции при закрытых окнах.

4.2. Характеристики звукоизоляции стандартных деревянных окон (в закрытом положении), глухих металлических остекленных витражей, шумозащитных вентиляционных окон (в режиме вентиляции и в закрытом положении), а также характеристики некоторых специальных конструкций окон с повышенной звукоизоляцией (в закрытом положении) приведены в таблице 8.

Таблица 8

Звукоизоляция окон и глухих остекленных витражей

№№ пп	Конструкция окна	Формула остекления (толщина стекол и воздушных промежутков в мм)	Количество уплотняющих прокладок в притворе	R _{Атран} , дБА
1	2	3	4	5
Окна деревянные				
1.	Одинарное со стеклопакетом ОСП (ГОСТ 24700-81)	3 + 12 + 3	1	25
2.	То же	4 + 16 + 4	2	27
3.	Спаренное ОС (ГОСТ 11214-86)	3 + 57 + 3	1	26
4.	То же	4 + 56 + 4	2	28
5.	Раздельное ОР (ГОСТ 11214-86)	3 + 92 + 3	1	28
6.	То же	3 + 92 + 3	2	30
7.	То же	4 + 91 + 4	2	31
8.	То же	3 + 90 + 6	2	32
9.	Раздельное со стеклопакетом и стеклом 03 РСР (ГОСТ 24699-81)	3 + 16 + 3 + 57 + 3	3	32
10.	То же	4 + 14 + 4 + 57 + 4	3	33
11.	Раздельно-спаренное 03 РС (ГОСТ 16289-80)	3 + 54 + 3 + 46 + 3	3	33
12.	То же	4 + 54 + 4 + 46 + 4	3	35
13.	Дерево-алюминиевый оконный блок спаренный	5 + 70 + 5	2	31
Металлические витражи с глухим остеклением				
14.	Одинарный со стеклопакетом	4 + 16 + 4	-	28
15.	То же	4 + 30 + 4	-	29
16.	То же	8 + 25 + 8	-	33
17.	Двойной	4 + 100 + 4	-	33
18.	То же	4 + 200 + 4	-	35
19.	То же	8 + 100 + 8	-	37
20.	То же	8 + 200 + 8	-	39
21.	То же	8 + 400 + 8	-	41
22.	То же	8 + 650 + 8	-	43
Окна повышенной звукоизоляции				
23.	Окно раздельное 2 РШ (МНИИТЭП)	5 + 129 + 5	2	36
24.	Окно раздельное со стеклопакетом и стеклом (МНИИТЭП)	6 + 8 + 4 + 117 + 6	2	41
25.	Окно алюминиевое со стеклопакетом и стеклом	4 + 20 + 4 + 150 + 4	2	39
Шумозащитные вентиляционные окна				
26.	Раздельное окно с клапаном-глушителем (КГ) 300 мм (МНИИТЭП)	4 + 90 + 4	2	$\frac{31}{22}$
27.	ОШВ, окно с тройным остеклением (КТБ МОСМ, НИИСФ)	3 + 22 + 3 + 92 + 3	2	$\frac{33}{23}$
28.	Окно спаренное с вертикальным каналом (НИИСФ)	3 + 57 + 3	1	$\frac{26}{24}$

№№ пп	Конструкция окна	Формула остекления (толщина стекол и воздушных промежутков в мм)	Количество уплотняющих прокладок в притворе	R _{Атран} , дБА
1	2	3	4	5
29.	Окно раздельное ОШВМ (КТБ МОСМ, НИИСФ)	3 + 117 + 3	2	$\frac{31}{24}$
30.	Окно раздельное с КГ 600 мм (МНИИТЭП)	4 + 90 + 4	2	$\frac{31}{26}$
31.	Окно раздельное с вертикальным каналом (НИИСФ)	4 + 90 + 4	2	$\frac{31}{28}$

Примечания: 1. Данные, приведенные в таблице, являются ориентировочными; более точные характеристики звукоизоляции следует брать из сертификатов организаций-изготовителей окон.

2. Для шумозащитных вентиляционных окон величины звукоизоляции R_{Атран} даны в закрытом положении (числитель) и в режиме вентиляции (знаменатель).

4.3. Для проверки правильности выбранного конструктивного решения наружных ограждений общественных зданий или в случае сложной шумовой ситуации следует провести расчет спектра проникающего в помещение транспортного шума и сравнить его с допустимым. Если помещения здания однотипны по объему, площади окон, отделке и уровню нормативных требований к шумовому режиму, расчет можно проводить для одного помещения. Если помещения различаются по объему, но при этом отношение площади окон к эквивалентной площади звукопоглощения (S_о/A) в этих помещениях меняется незначительно (в пределах ±15 %), расчет также можно проводить для одного помещения. В противном случае помещения здания следует разбить на группы, объединяя в каждую группу помещения с близкими значениями отношения S_о/A, и провести расчет для одного помещения из каждой группы.

Расчет уровней проникающего в помещение транспортного шума производится по формуле

$$L_B = L_n - R + 10 \lg S_o / A, \text{ дБ}, \quad (15)$$

где L_B - уровень звукового давления в помещении в октавной полосе частот, дБ;

L_n - уровень звукового давления в той же октавной полосе частот в 2-х метрах от наружного ограждения, дБ;

R - изоляция воздушного шума конструкцией окна в соответствующей октавной полосе частот, дБ;

S_о - общая площадь окон в помещении, через которые проникает шум, м²;

A - эквивалентная площадь звукопоглощения в помещении, м².

Для получения спектра шума в 2-х метрах от наружного ограждения необходимо, рассчитав L_{Аэкв.тер.2} для автомобильного или рельсового транспорта по разделу 3, вычислить расчетный спектр шума по относительным спектрам шума различных видов транспорта, приведенным в табл. 7. После получения октавных уровней проникающего в помещение шума необходимо сравнить их с допустимыми уровнями шума.

4.4. В шумозащитных жилых и общественных зданиях необходимо предусматривать вентиляционные системы, которые должны обеспечивать требуемый воздухообмен в помещениях при закрытых окнах.

Для жилых зданий оптимальной является схема общеобменной вентиляции с естественным притоком воздуха, через специальные вентиляционные элементы шумозащитных окон. Удаление воздуха при этом должно осуществляться вытяжной вентиляцией из ванных комнат и санузлов. Для улучшения вентиляции в летнее время возможно применение вытяжных вентиляционных систем с механическим побуждением.

Расчет естественной вентиляции должен проводиться для верхних этажей здания при расчетной температуре наружного воздуха +5 °С и отсутствии ветра.

Для предотвращения проникновения в помещение шума и вибраций, возникающих при работе системы в режиме механического побуждения, необходимо предусмотреть соответствующую виброизоляцию вентиляторов, звукоизоляцию ограждений венткамер и перекрытий между венткамерами и жилыми помещениями, а также глушение шума, распространяющегося по вентсистеме.

В общественных зданиях наряду с вышеуказанной схемой возможно применение общеобменной вентиляции с механическим побуждением при использовании автономных вентиляционных устройств, устанавливаемых непосредственно в помещениях у наружной стены. Подобное устройство должно включать в себя вентилятор, канал для прохода воздуха и глушитель шума. Пример такого устройства - канал-глушитель КГ-14, разработанный МНИИТЭП (а.с. 1146388), его конструкция предусматривает возможность отключения вентилятора и работы устройства с естественным побуждением. Для удаления воздуха из помещений должна использоваться вытяжная вентсистема с механическим побуждением.

Вместо автономных вентиляционных устройств возможно применение централизованной приточной вентсистемы с механическим побуждением.

4.5. Из факторов, влияющих на звукоизоляционные свойства окон с двойным остеклением, решающими являются толщины стекол и воздушного промежутка между ними. В спаренных и отдельных окнах увеличение толщины одного из стекол с 3 до 6 мм позволяет получить звукоизоляцию $R_{\text{Атран.}}$ на 3 дБА выше. Увеличение вдвое толщины обоих стекол повышает звукоизоляцию примерно на 5 дБА.

Увеличение воздушного промежутка способствует повышению звукоизоляции (на несколько дБА при наличии уплотняющих прокладок). Однако, следует учитывать, что возможность повышения звукоизоляции окон за счет увеличения воздушного промежутка лимитируется толщиной наружных стен здания.

4.6. Важное значение имеет обеспечение герметичности притворов окон. Например, если обычное спаренное окно с одной прокладкой имеет звукоизоляцию $R_{\text{Атран.}} = 26$ дБА, то без прокладки она снижается до 21 дБА. Для эффективной работы уплотняющих прокладок необходимо обеспечить надлежащее их обжатие, что достигается использованием натяжных запирающих приборов. Наиболее широко применяемые прокладки из пенополиуретана достаточно эффективны, однако имеют относительно небольшой срок службы. Значительно долговечнее прокладки из пористой резины или резиновые прокладки лепесткового типа.

4.7. При установке стекол (стеклопакетов) в створке окон необходимо обеспечивать плотное их примыкание к элементам створок.

4.8. При применении окон с тройным остеклением следует учитывать специфику работы этих конструкций. При установке среднего стекла в середине воздушного промежутка звукоизоляция окна не только не повышается, но даже несколько ухудшается в наиболее важной для защиты от транспортного шума низкочастотной области. При смещении среднего стекла в сторону одного из крайних стекол звукоизоляция тройного остекления возрастает, приближаясь к звукоизоляции двойного остекления с той же суммарной толщиной стекол. Оптимальными являются конструкции, в которых среднее стекло приближено к одному из крайних, например окно с отдельными переплетами, остекленное стеклом и стеклопакетом, это позволяет удачно сочетать теплофизические и акустические параметры окна.

5. ЗАЩИТА ОТ ВИБРАЦИИ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

5.1. Помимо шума значимым фактором воздействия транспорта является вибрация в жилых и общественных зданиях на жилых территориях города. По уровням вибрационного воздействия на первом месте стоит железнодорожный транспорт, особенно тяжелые грузовые поезда, на втором месте - трамваи, автомобильный транспорт создает значительно меньшие вибрационные нагрузки.

Точный расчет параметров вибрации в зданиях чрезвычайно затруднен из-за изменяющихся характеристик грунтов в зависимости от сезонных погодных условий. Так, например, в сухих песчаных грунтах наблюдается значительное затухание вибраций, в тех же грунтах в водонасыщенном состоянии дальность распространения вибрации в 2-4 раза выше. В известной степени на распространение вибрации в здании влияет его конструктивное решение.

В связи с этим в данном разделе приводятся удаления зданий от транспортных магистралей, трамвайных путей и железных дорог, которые гарантируют обеспечение требований [МГСН 2.04-97](#) по допустимым уровням вибрации. В случаях вынужденного приближения зданий к источникам вибрации необходимо проведение инструментального обследования вибраций в месте предполагаемого строительства и, если это потребуется, проведение мероприятий по виброзащите.

5.2. Вибрация от автомобильного транспорта определяется количеством большегрузных автомобилей, состоянием дорожного покрытия и типом подстилающего грунта. Наиболее критическим является низкочастотный диапазон в пределах октавных полос 2-8 Гц.

На основании натурных исследований установлено, что допустимые значения вибрации в зданиях обеспечиваются при расстояниях от проезжей части, приведенных в табл. [5.1](#):

Таблица 5.1.

Здания Категория	Жилые		Гостиницы			Административные	
	А	Б и В	А	Б	В	А	Б и В
Расстояние от проезжей части, м	30	20	30	20	15	15	<15

5.3. Вибрация от трамваев определяется типом трамвая, состоянием рельсов, типом основания пути. Наиболее критическим является частотный диапазон в пределах октавных полос 16-63 Гц. Допустимые значения вибрации в зданиях обеспечиваются при расстояниях от ближайшего пути, приведенных в табл. [5.2](#):

Таблица 5.2.

Здания Категория	Жилые		Гостиницы			Административные	
	А	Б и В	А	Б	В	А	Б и В
Расстояние от ближайшего пути, м	40	30	40	30	25	20	15

5.4. Вибрация от железнодорожных поездов определяется типом поезда, состоянием рельсов. Так на расстоянии 50 м от железной дороги скорректированные уровни виброускорения достигали 90-92 дБ при проходе грузовых поездов, 85-88 дБ при проходе пассажирских и 80-84 дБ при проходе пригородных электропоездов.

Рекомендуемые [ВСН 2-85](#) расстояния от железнодорожных линий до жилых зданий (при новом строительстве) 200 м для железных дорог 1-й и 2-й категории и 150 м для 3-й и 4-й категории полностью обеспечивают выполнение норм по [МГСН 2.04-97](#).

5.5. Одним из мероприятий по виброзащите зданий являются виброзащитные экраны. Виброзащитные экраны представляют собой траншеи шириной 0,5-1,0 м и глубиной 3-5 м, заполненные зернистым материалом (щебень, гравий) или материалом с существенно отличной от грунта плотностью (шлак, аглопорит). Защитные экраны следует устраивать возможно ближе к источнику вибрации.

Приложение 1

Пример определения величины звукоизоляции окна $R_{\text{Атран}}$ в дБА

Дано: Окно деревянное со спаренными переплетами О2С 15-15, толщина стекол 3 мм, воздушный промежуток 57 мм, с одной уплотняющей прокладкой в притворе. Частотная характеристика изоляции воздушного шума окном R приведена в таблице [П.1](#).

Требуется: Определить звукоизоляцию окна $R_{Атран.}$ в дБА.

Решение: Решение проводим в табличной форме

Таблица П.1

Частота, f, Гц	100	125	160	200	250	320	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3200
Скорректированный уровень звукового давления L_i , дБ	55	55	57	59	60	61	62	63	64	66	67	66	65	64	62	60
Изоляция воздушного шума окном R_i , дБ	16	17	17	19	22	25	27	27	28	29	31	32	33	33	32	32
$L_i - R_i$, дБ	39	38	40	40	38	36	35	36	36	37	36	34	32	31	30	28

Суммируем энергетически уровни проникающего шума

$$R_{Атран} = 75 - 10 \lg \sum_{i=1}^{16} 10^{0,1(L_i - R_i)} = 75 - 10 \lg (10^{3,9} + 2 \cdot 10^{3,8} + 2 \cdot 10^4 + 10^{3,7} + 4 \cdot 10^{3,6} + 10^{3,5} + 10^{3,4} + 10^{3,2} + 10^{3,1} + 10^3 + 10^{2,8}) = 75 - 10 \lg 716415 = 75 - 48,55 = 26,45 \approx 26 \text{ дБА.}$$

Приложение 2

Примеры расчета ожидаемых уровней транспортного шума и выбора конструкции шумозащитных окон

Пример 1.

Задано: Жилое 16-и этажное здание располагается параллельно магистрали на расстоянии 30 м от края проезжей части улицы, имеющей 6 полос движения. Продольный уклон проезжей части 0 %, покрытие - асфальтобетон. Интенсивность движения (средняя за 4 часа наиболее шумного дневного периода) 1800 транспортных единиц в час, доля грузового и общественного транспорта $\rho = 40$ %, средняя скорость транспортного потока $V = 40$ км/ч. Ширина улицы (между фасадами зданий) 84 м.

Требуется: Определить ожидаемые уровни шума у фасада здания и выбрать конструкцию шумозащитного окна.

Решение:

1. Определяем $L_{Аэкр.}$ по ф-ле (5). $L_{Аэкр.} = 10 \lg 1800 + 13,3 \lg 40 + 4 \lg (1 + 40) + 0 + 0 + 15 = 32,55 + 21,30 + 6,45 + 0 + 0 + 15 = 75,3$ дБА. Покрытие проезжей части улицы - асфальтобетон, $\Delta L_{A1} = 0$. Уклон проезжей части 0 %, $\Delta L_{A2} = 0$.

Таким образом, шумовая характеристика транспортного потока (эквивалентный уровень звука на расстоянии 7,5 м от оси первой полосы движения) $L_{Аэкр.} = 75,3$ дБА.

2. Определяем ожидаемый уровень звука у фасада здания. Снижение уровня звука с расстоянием по рис. 1 составляет $\Delta L_{A3} = 4,5$ дБА. Поправка на отраженный звук для расчетной точки при $h_{р.т.} = 12$ м (на уровне 4 этажа) $h_{р.т.}/B = 0,14$; $\Delta L_{A4} = 1,5$ дБА. Таким образом, расчетный эквивалентный уровень звука у фасада

$$L_{Аэкр.тер.2} = 75,3 - 4,5 + 1,5 = 72,3 \approx 72 \text{ дБА.}$$

Допустимый уровень проникающего транспортного шума жилых помещениях жилого здания в дневное время 40 дБА - при категории А и 45 дБА - при категории Б или В. Требуемое снижение шума для жилого дома категории А $\Delta L_{А}^{тр.} = 32$ дБА,

следовательно, требуемая звукоизоляция окна по ф-ле (4) $R_{Атран}^{мп} = 32 - 5 = 27$ дБА. Этим требованиям удовлетворяет конструкция № 31 по табл. 8 с отдельными переплетами и вертикальным вентиляционным каналом, $R_{Атран.} = 28$ дБА. При

категории жилого дома Б или В требуемая звукоизоляция окна $R_{Атран}^{мп} = 22$ дБА. Этим требованиям удовлетворяют конструкции № 26 и 27 по табл. 8.

4. Ожидаемый уровень звука у торца здания $L_{A_{\text{экв.тер.2}}} = 72 - 3 = 69$ дБА. Требуемое снижение шума для здания категории А - $\Delta L_A^{\text{тп}} = 29$ дБА, требуемая звукоизоляция окон, с учетом дополнительной поправки - 3 дБА, составляет $R_{\text{Атран}}^{\text{мп}} = 29 - 5 - 3 = 21$ дБА. Этим условиям удовлетворяет окно с отдельными переплетами с клапаном-глушителем конструкции МНИИТЭП (№ 26 табл. 8, $R_{\text{Атран.}} = 22$ дБА) или окно конструкции КТБ «Мосоргстройматериалы» и НИИСФ № 27 табл. 8, ($R_{\text{Атран.}} = 23$ дБА).

Пример 2.

Задано: Жилой дом категории Б расположен параллельно магистрали с 8-ю полосами движения автомобильного транспорта и трамваем. Интенсивность движения автотранспорта 3500 ед./ч. доля грузового и общественного транспорта 15 %, средняя скорость потока $V = 50$ км/ч, покрытие проезжей части - асфальтобетон, продольный уклон - 4 %; интенсивность движения трамваев (средняя за 4 часа наиболее интенсивного движения) - 20 ед/ч, основание трамвайного пути - шпально-песчаное. Расстояние от проезжей части до фасада здания составляет 40 м, от оси ближайшего трамвайного пути до здания - 25 м. Ширина улицы (между фасадами зданий) 90 м.

Требуется: Определить ожидаемые уровни шума у фасада здания и выбрать конструкцию шумозащитного окна.

Решение:

1. Определяем $L_{A_{\text{экв}}}$ по ф-ле (5)

$$\begin{aligned} L_{A_{\text{экв}}} &= 10 \lg 3500 + 13,3 \lg 50 + 4 \lg (1+15) + 0 + 2,1 + 15 = \\ &= 35,44 + 22,59 + 4,81 + 0 + 2,1 + 15 = 79,9 \text{ дБА.} \end{aligned}$$

Покрытие проезжей части - асфальтобетон, $\Delta L_{A1} = 0$, уклон 4 %, поправку ΔL_{A2} определяем по табл. 4 интерполяцией $\Delta L_{A2} = 2,1$. Таким образом, шумовая характеристика потока автомобильного транспорта $L_{A_{\text{экв}}} = 79,9$ дБА.

2. Определяем ожидаемый уровень шума у фасада здания. Снижение уровня звука с расстоянием определяем по рис. 1, $\Delta L_{A3} = 5,6$ дБА, поправка на отраженный звук для расчетной точки при $h_{\text{р.т.}} = 12$ м $h_{\text{р.т.}}/B = 12/90 = 0,13$, $\Delta L_{A4} = 1,5$ дБА. Тогда расчетный эквивалентный уровень звука от потока автомобильного транспорта у фасада здания $L_{A_{\text{экв.тер.2}}} = 79,9 - 5,6 + 1,5 = 75,8$ дБА.

3. Находим ожидаемые эквивалентный и максимальный уровни шума у фасада здания от потока трамваев. При шпально-песчаном основании пути и интенсивности 20 ед/ч по ф-ле (8) $L_{A_{\text{экв.}}} = 10 \lg N + \Delta L_{A3} + 51 = 13 + 0 + 51 = 64$ дБА, $L_{A_{\text{макс.}}} = 82$ дБА (табл. 6), снижение эквивалентного уровня звука от трамвая $\Delta L_{A3} = 6,0$ дБА, максимального уровня $\Delta L_{A3} = 10,0$ дБА; $\Delta L_{A4} = 1,5$ дБА, тогда

$$L_{A_{\text{экв.тер.2}}} = 64 - 6,0 + 1,5 = 59,5 \text{ дБА}$$

$$L_{A_{\text{макс.тер.2}}} = 82 - 10,0 + 1,5 = 73,5 \approx 74 \text{ дБА}$$

4. Находим ожидаемый эквивалентный уровень шума у фасада здания от потока трамваев и автомобильного транспорта по ф-ле (7)

$$L_{A_{\text{экв.тер.2}}} = 10 \lg (10^{7,58} + 10^{5,95}) = 75,8 \approx 76 \text{ дБА.}$$

5. Допустимый эквивалентный уровень проникающего шума в помещениях жилого здания в дневное время 45 дБА, требуемое снижение шума $\Delta L_A^{\text{тп}} = 31$ дБА. Допустимый максимальный уровень шума в помещениях жилого здания (от трамваев) в дневное время 60 дБА, ночью - 50 дБА, требуемое снижение днем $\Delta L_A^{\text{тп}} = 14$ дБА, ночью $\Delta L_A^{\text{тп}} = 24$ дБА. Окончательно требуемое снижение назначаем по наибольшей величине $\Delta L_A^{\text{тп}} = 31$ дБА, т.е. требуемая звукоизоляция окна $R_{\text{Атран}}^{\text{мп}} = 26$ дБА. Этим

требованиям удовлетворяют окна № 30 и 31 по табл. 8.

6. Расчетный уровень у торца здания $L_{A_{\text{экв.тер.2}}} = 76 - 3 = 73$ дБА, требуемое снижение $\Delta L_A^{\text{тр}} = 28$ дБА, $R_{A_{\text{тран}}}^{\text{мп}} = 28 - 5 - 3 = 20$ дБА.

Таким образом, в торцах здания можно использовать окно № 26 (табл. 8), обеспечивающее звукоизоляцию $R_{A_{\text{тран}}} = 22$ дБА.

Пример 3.

Задано: Административное здание расположено параллельно магистрали с 6-ю полосами движения автомобильного транспорта на расстоянии 35 м от края проезжей части улицы. Интенсивность движения 3000 ед/ч, доля грузового транспорта 30 %, средняя скорость потока 50 км/ч, покрытие проезжей части - асфальтобетон, продольный уклон 0 %. Застройка двусторонняя, расстояние между фасадами зданий составляет 85 м. На 2-ом этаже здания находится конференц-зал. Размеры конференц-зала 20×15 м, высота 8,4 м, на магистраль выходят 5 окон размером $4,8 \times 2,7$ м (всего окон 10), посадочных мест - 300. Потолок облицован звукопоглощающими плитами «Акмигран» на отnose 100 мм.

Требуется: Выбрать конструкцию окон в помещении конференц-зала здания, выходящего окнами на магистраль.

Решение:

1. Определяем $L_{A_{\text{экв}}}$ по ф-ле (5). $L_{A_{\text{экв}}} = 10 \lg 3000 + 13,3 \lg 50 + 4 \lg (1 + 30) + 0 + 0 + 15 = 34,77 + 22,59 + 5,96 + 0 + 0 + 15 = 78,3$. Поправки на влияние покрытия и продольный уклон $\Delta L_{A1} = 0$, $\Delta L_{A2} = 0$. Шумовая характеристика потока $L_{A_{\text{экв}}} = 78,3$ дБА.

2. Определяем ожидаемый эквивалентный уровень шума у фасада здания. Снижение уровня звука с расстоянием (по рис. 1) $\Delta L_{A3} = 5,0$ дБА. Высота расчетной точки $h_{\text{р.т.}} = 8$ м, поправка на отраженный звук при $h_{\text{р.т.}}/B = 8/85 = 0,09$, $\Delta L_{A4} = 1,5$ дБА. Расчетный уровень звука от потока транспорта у фасада равен

$$L_{A_{\text{экв.тер.2}}} = 78,3 - 5,0 + 1,5 = 74,8 \approx 75 \text{ дБА.}$$

3. Допустимый эквивалентный уровень транспортного шума в помещении конференц-зала $L_{A_{\text{экв.доп.}}} = 45$ дБА, требуемое снижение шума $\Delta L_A^{\text{тр}} = 30$ дБА.

4. Определяем требуемую величину звукоизоляции $R_A^{\text{тр}}$ по формуле (3)

$$R_{A_{\text{тран}}}^{\text{мп}} = \Delta L_A^{\text{мп}} + 10 \lg \frac{S_o}{A}, \text{ дБА}$$

где S_o - площадь окон в конференц-зале, ориентированных на магистраль

$$S_o = 5 \cdot 4,8 \cdot 2,7 = 64,8 \text{ м}^2;$$

A - эквивалентная площадь звукопоглощения (средняя в диапазоне 125-1000 Гц).

Значения коэффициентов звукопоглощения принимаем по «Руководству по акустическому проектированию залов многоцелевого назначения средней вместимости» (Стройиздат, Москва, 1981 г.).

Расчет эквивалентной площади звукопоглощения проводим в табличной форме (табл. П.2, П.3).

Таблица П.2

Поверхность	Материал	Коэффициенты звукопоглощения в октавных полосах частот, Гц					
		125	250	500	1000	2000	4000
Пол	Паркет	0,04	0,04	0,07	0,06	0,06	0,07
Стены	Штукатурка, клеевая краска	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04

Поверхность	Материал	Коэффициенты звукопоглощения в октавных полосах частот, Гц					
		125	250	500	1000	2000	4000
Потолок	Акмигран на отnose 100 мм	0,25	0,55	0,55	0,65	0,65	0,70
Окна	Стекло, дерево	0,30	0,20	0,15	0,10	0,06	0,04
Портьера	Плюш	0,15	0,35	0,55	0,70	0,70	0,65
Кресло	Полумягкое	0,08	0,10	0,15	0,15	0,20	0,20
Человек в полумягком кресле	-	0,25	0,30	0,40	0,45	0,45	0,40

Таблица П.3

Поверхность	Количество, шт.; площадь, м ²	Общее звукопоглощение в октавных полосах частот					
		125	250	500	1000	2000	4000
Пол (без площади, занятой креслами)	100	4	4	7	6	6	7
1	2	3	4	5	6	7	8
Стены	440	8,8	8,8	8,8	13,2	17,6	17,6
Потолок	300	75	165	165	195	195	210
Окна	129,6	38,9	25,9	19,4	13	7,8	5,2
Портьеры	80	12	28	44	56	56	52
Кресла	90	7,2	9,0	13,5	13,5	18	18
Люди в креслах (≈70 % заполнения)	210	52,5	63	84	94,5	94,5	84
A		198,4	303,7	341,7	391,2	394,9	353,8

Средняя величина звукопоглощения в диапазоне 125-1000 Гц составляет $A_{ср.} = 308$ м². Тогда $R_{Атрани}^{mp} = 30 + 10 \lg (64,8/308) = 30 - 6,8 = 23,2$ дБА ≈ 23 дБА.

Этому требованию удовлетворяет любое окно по табл. 8. Если в помещении предусмотрена принудительная вентиляция, можно принять типовые окна со спаренными переплетами и стеклами толщиной 3 мм (№ 3 табл. 8).

5. Для проверки правильности выбранного конструктивного решения окна проводим расчет спектра проникающего в конференц-зал транспортного шума. По вычисленному уровню шума у фасада 75 дБА и относительному спектру шума автомобильного транспорта (табл. 7) определяем уровни шума у фасада здания в октавных полосах частот, вычитаем из них значения изоляции воздушного шума конструкцией окна и поправку на звукопоглощение в помещении в каждой октавной полосе. Полученные величины уровней проникающего шума сравниваем с допустимыми значениями (табл. 3). Расчет проводим в табличной форме (табл. П.4). Величины изоляции воздушного шума стандартным спаренным окном (ф-ла остекления 3 + 57 + 3 мм) принимаем по табл. 44 Справочника проектировщика «Защита от шума в градостроительстве» в октавных полосах частот.

Таблица П.4

Величина	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц					
	125	250	500	1000	2000	4000
Относительный спектр шума потока автомобильного транспорта	+2	-1	-4	-4	-7	-13
Уровни шума у фасада здания, дБ	77	74	71	71	68	62
$R_{окна}$, дБ	16	22	27	31	33	32
Звукопоглощение, A, м ²	198,4	303,7	341,7	391,2	394,9	393,8
$10 \lg S_0/A$, дБ	-4,9	-6,7	-7,2	-7,8	-7,8	-7,8
$L_{в\ помещениИ}$, дБ	56,1	45,3	36,8	32,2	27,2	22,2
$L_{доп.}$, дБ	57	50	44	40	37	35

Как видно из расчета, ни в одной октавной полосе нормируемого диапазона частот нет превышения допустимых уровней шума в помещении конференц-зала, следовательно конструкция окна выбрана правильно.

Пример 4.

Задано: Жилой дом категории Б расположен в 100 м от оси ближайшего железнодорожного пути, застройка односторонняя. Интенсивность движения железнодорожных составов в дневное время суток - 10 пригородных электропоездов в час, 4 пассажирских поезда и 2 товарных состава, в ночное время суток - 4 пригородных электропоезда и 4 пассажирских поезда в час. Средние длины составов: электропоезда 200 м, пассажирского поезда 500 м, товарного состава - 1200 м. Средняя скорость движения грузовых составов - 50 км/ч, пассажирских - 60 км/ч, пригородных - 55 км/ч. Рельсы уложены по железобетонным шпалам, открытых стыков рельс на данном участке пути нет.

Требуется: Определить ожидаемые уровни шума у фасада здания и выбрать конструкцию шумозащитного окна.

Решение:

1. Определяем шумовые характеристики потока железнодорожных поездов отдельно для каждого вида поездов по формулам (9-11):

пригородные электропоезда днем $L_{A_{ЭКВ}} = 10 \lg 10 + 26 \lg 55 + 0 + 9 = 10 + 45,2 + 0 + 9 = 64,2$ дБА

ночью $L_{A_{ЭКВ}} = 10 \lg 4 + 26 \lg 55 + 0 + 9 = 6 + 45,2 + 0 + 11 = 60,2$;

пассажирские поезда (днем и ночью) $L_{A_{ЭКВ}} = 10 \lg 4 + 13 \lg 60 + 0 + 34 = 6 + 23,1 + 0 + 34 = 63,1$ дБА;

грузовые поезда днем $L_{A_{ЭКВ}} = 10 \lg 2 + 13 \lg 50 + 0 + 43 = 3 + 22,1 + 0 + 41 = 66,1$ дБА.

Определяем шумовую характеристику всего потока поездов энергетическим суммированием эквивалентных уровней звука отдельных составляющих потока по ф-ле (7).

Днем $L_{A_{ЭКВ}} = 10 \lg (10^{6,42} + 10^{6,31} + 10^{6,61}) = 10 \lg (2630268 + 2041738 + 4073803) = 10 \lg 8745809 = 69,4$ дБА.

Ночью $L_{A_{ЭКВ}} = 10 \lg (10^{6,02} + 10^{6,31}) = 10 \lg (1047128 + 2041738) = 10 \lg 3088866 = 64,9$ дБА.

2. Определяем ожидаемое значение эквивалентного уровня звука у фасада здания. Снижение эквивалентного уровня звука по рис. 2 составляет $\Delta L_{A3} = 6,5$ дБА, застройка односторонняя, т.е. $\Delta L_{A4} = 1,5$ дБА. Таким образом, днем $L_{A_{ЭКВ.тер.2}} = 69,4 - 6,5 + 1,5 = 64,4 \approx 64$ дБА, ночью $L_{A_{ЭКВ.тер.2}} = 64,9 - 6,5 + 1,5 = 59,9 \approx 60$ дБА.

3. Определяем максимальные уровни звука на расстоянии 25 м от оси ближайшего пути по ф-лам (12-14): пригородные электропоезда $L_{A_{макс.}} = 36 \lg 55 + 0 + 16 = 36 \cdot 1,74 + 0 + 16 = 78,6$ дБА, пассажирские поезда $L_{A_{макс.}} = 23 \lg 60 + 0 + 37 = 40,9 + 0 + 37 = 77,9$ дБА, грузовые поезда $L_{A_{макс.}} = 23 \lg 50 + 0 + 42 = 39,1 + 0 + 40 = 79,1$ дБА. Определяем ожидаемые значения максимальных уровней звука у фасада здания с помощью рис. 2. При проходе пригородных электропоездов $L_{A_{макс.тер.2}} = 78,6 - 7,5 + 1,5 = 72,6 \approx 73$ дБА, при проходе пассажирских и грузовых поездов соответственно ≈ 73 и ≈ 74 дБа. Таким образом, определяющим является максимальный уровень шума от грузовых поездов днем и пассажирских поездов ночью.

4. Определяем требуемое снижение шума. В помещениях жилых зданий категории Б допустимые значения внешнего транспортного шума составляют по эквивалентным уровням 45 дБА днем и 35 дБА ночью. Следовательно требуемое снижение шума днем $\Delta L_A^{TP} = 64 - 45 = 19$ дБА, ночью $\Delta L_A^{TP} = 60 - 35 = 25$ дБА.

Допустимые значения максимальных уровней шума составляют 60 дБА днем и 50 дБА ночью. Требуемое снижение $\Delta L_A^{TP} = 74 - 60 = 14$ дБА днем и $\Delta L_A^{TP} = 73 - 50 = 23$ дБА ночью. Требуемую звукоизоляцию окон назначаем по наибольшему требуемому снижению исходя из обеспечения нормативных значений эквивалентных уровней шума

в ночное время $R_{Атран}^{mp} = 25 - 5 = 20$ дБА.

Этим требованиям соответствуют конструкции шумозащитных окон №№ 26 и 27

табл. [8](#).