

**МОСКОВСКИЙ АРХИТЕКТУРНЫЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ)**

КАФЕДРА "АРХИТЕКТУРНАЯ ФИЗИКА"

**ДИСЦИПЛИНА
"АРХИТЕКТУРНАЯ
ФИЗИКА"**

**Раздел
"АРХИТЕКТУРНАЯ
АКУСТИКА"**

**УЧЕБНО-
МЕТОДИЧЕСКИЕ
УКАЗАНИЯ
к курсовой
РАСЧЕТНО-
ГРАФИЧЕСКОЙ
РАБОТЕ**

**ЗАЩИТА ОТ ШУМА
В ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВЕ**

КЛИМУХИН А. А.

МОСКВА • МАРХИ • 2011

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВПО «Московский архитектурный институт
(государственная академия)»

А.А. Климухин

Защита от шума в градостроительстве

*Учебно-методические указания к курсовой
расчетно-графической работе*

Москва
МАРХИ
2011

УДК 534.2
ББК 38.113
К 49

Климухин А.А.

Защита от шума в градостроительстве: учебно-методические указания к курсовой расчетно-графической работе / А.А. Климухин. — М.: МАРХИ, 2011. — 32 с.

Учебно-методические указания по разделу «Архитектурная акустика» дисциплины «Архитектурная физика» составлены на основе действующих СНиП 23-03-2003 «Защита от шума». Они предназначены для выполнения курсовой расчетно-графической работы (РГР) (5-й курс по ФГОС-2 и 4-й курс по ФГОС-3) или раздела дипломного проекта специалиста, бакалавра или магистра. Индивидуальные задания с исходными расчетными параметрами на РГР выдаются преподавателем, а в составе дипломного проекта предопределяются конкретными (фоновыми) ситуационными и нормативными показателями и принятыми объемно-планировочными решениями. Выполнение РГР или раздела дипломного проекта сопровождается консультациями преподавателей кафедры «Архитектурная физика».

Учебно-методические указания являются необходимым актуализированным дополнением к главе «Архитектурная акустика» в учебнике «Архитектурная физика» при подготовке к зачету (ФГОС-2) и экзамену (ФГОС-3).

© МАРХИ, 2011

СОДЕРЖАНИЕ

1. Градостроительные способы защиты от шума на стадии разработки генерального плана города.....	4
2. Градостроительные средства защиты от шума на стадиях разработки проекта детальной планировки и проектов застройки жилых районов и микрорайонов.....	7
3. Шумозащитные здания.....	15
4. Расчет ожидаемых уровней транспортного шума.....	18
5. Выбор конструкций наружных ограждений зданий.....	23
6. Примеры расчета.....	26

1. ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ОТ ШУМА НА СТАДИИ РАЗРАБОТКИ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНА ГОРОДА

На стадиях разработки технико-экономического обоснования и генерального плана города снижению шума на селитебной территории способствуют следующие меры:

- функциональное зонирование территории с отделением селитебных, лечебных и рекреационных зон от промышленных, коммунально-складских зон и основных транспортных коммуникаций;
- трассировка магистральных дорог скоростного и грузового движения в обход жилых районов и зон отдыха;
- дифференциация улично-дорожной сети по составу транспортного потока с выделением основного объема грузового движения на специализированные магистрали;
- использование шумозащитных свойств рельефа при трассировке магистральных улиц и дорог;
- создание системы паркования автомобилей, предусматривающей крупные стоянки и гаражи за границами центральных и жилых районов;
- укрупнение междепартаментальных территорий для отдаления основных массивов застройки от транспортных магистралей;
- сосредоточение источников шума на территории промышленной зоны в отдельных комплексах, наиболее удаленных от жилой застройки. Расстояния от границ промышленных предприятий до застройки должны обеспечивать снижение шума до допустимых уровней.
- формирование общегородской системы зеленых насаждений.

Новые аэропорты и аэродромы необходимо размещать за пределами городов. При отводе земли под жилую застройку в окрестностях аэропортов и аэродромов и вблизи трасс полетов самолетов необходимо учитывать зашумленность данной территории по акустическому паспорту аэропорта или определять ее пользуясь «Рекомендациями по установлению зон ограничения жилой застройки в окрестностях аэропортов...» [1].

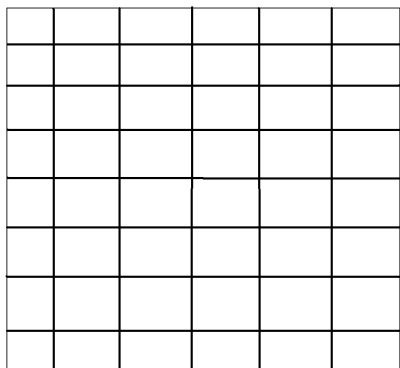
Расстояние от новых железнодорожных линий, узлов и станций при новом строительстве до границ селитебной территории без применения специальных средств шумоглушения должно быть не менее 200 м для железнодорожных линий I и II категории; не менее 150 м для железнодорожных линий III и IV категории и не менее 100 м для станционных путей.

Шумовой режим на селитебной территории города в значительной степени зависит от принятой системы улично-дорожной сети. Так радиально-кольцевая система транспортной сети наиболее неблагоприятна для центральных районов города. Прямоугольная система улично-дорожной сети характеризуется наибольшей пропускной способностью, что может способствовать росту уровней шума. Увеличение ее плотности приводит к некоторому уменьшению шумности транспортных магистралей, но одновременно расширяет зоны акустического дискомфорта на междомагистральных территориях. Поэтому плотность магистральных улиц не должна превышать 2 км/км². Оптимальной с точки зрения защиты от шума является органическая система улично-дорожной сети, предложенная в свое время Рейховым (рис. 1). Ее отличают следующие преимущества: сокращение количества узлов, замена перекрестков Т-образными примыканиями, поточность и плавность движения, уменьшение числа торможений и переключений скорости, дифференциация участков улиц по ширине, размещение гаражей и автостоянок перед въездами в группы жилых домов для «перехвата» личного автотранспорта перед въездом в жилую зону, наличие «тихих» тупиков с кольцевым окончанием, обеспечивающих разворот без остановки и переключения передачи.

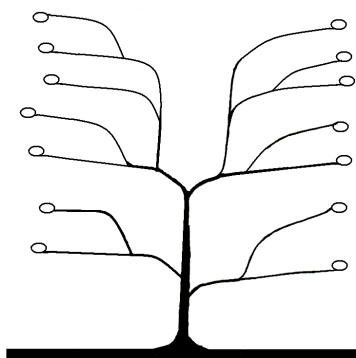
При необходимости размещения магистральных дорог скоростного движения на территориях жилых районов допускается при соответствующем обосновании располагать их в выемках, тоннелях и на эстакадах. Эстакады должны оборудоваться шумозащитными экранами, что позволяет значительно сократить зоны акустического дискомфорта вдоль дорог.

При проектировании улично-дорожной сети и схемы развития транспорта целесообразно предусматривать концентрацию основной массы транспортных потоков на небольшом числе магистральных улиц и дорог с высокой пропускной способностью, проходящих, как правило, вне жилой застройки по границам районов, производственных и коммунально-складских зон, вдоль полос отвода железных дорог.

А



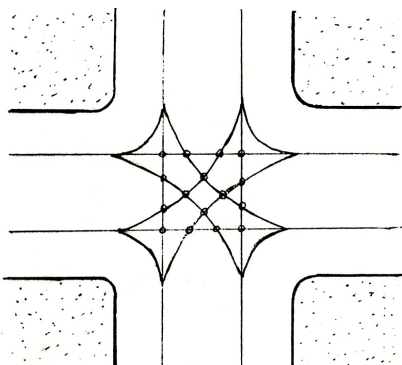
Б



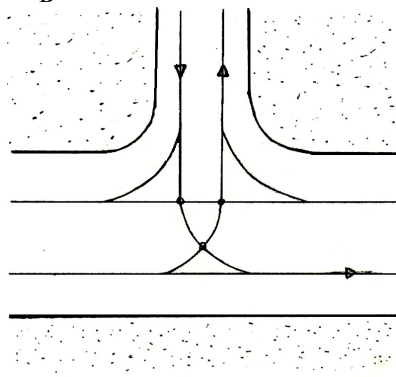
Схемы улично-дорожной сети

А – традиционная квартальная; Б – органическая

А



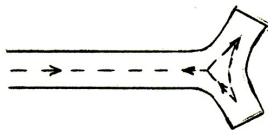
Б



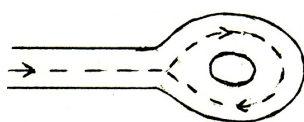
Количество точек пересечений полос движения

А – традиционный перекресток – 16; Б – примыкание – 3

А



Б



Варианты окончания тупиков

А – с разворотной площадкой («шумный тупичок»); Б – с кольцевым окончанием («тихий тупичок»)

Рис. 1.

2. ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ШУМА НА СТАДИЯХ РАЗРАБОТКИ ПРОЕКТА ДЕТАЛЬНОЙ ПЛАНИРОВКИ И ПРОЕКТОВ ЗАСТРОЙКИ ЖИЛЫХ РАЙОНОВ И МИКРОРАЙОНОВ

Метод зонирования застройки примагистральных и межмагистральных территорий, предполагающий взаимное удаление источников шума и объектов, требующих шумозащиты, а также экранирование источников шума застройкой, должен применяться, начиная со стадии разработки проекта детальной планировки жилых районов.

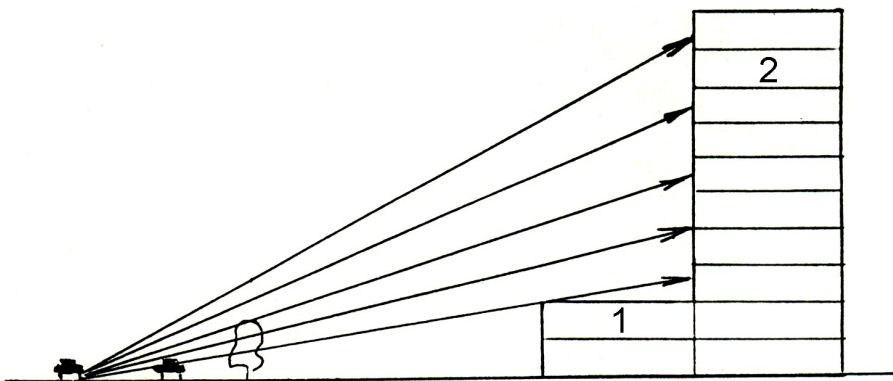
При наличии возможностей целесообразно удалять от транспортных магистралей микрорайоны целиком, размещая на территории разрыва зеленые насаждения. Этот прием может широко использоваться для защиты от шума небольших поселков и сельских населенных пунктов. В городах ощутимое удаление микрорайонов от транспортных магистралей практически невозможно, т.к. оно приводит к снижению плотности застройки и значительному удорожанию строительства.

Зонирование территории жилых районов города заключается в перераспределении плотности жилого фонда и реализуется путем сосредоточения в зданиях-экранах, располагаемых вдоль городских и районных магистралей, гаражей, торговых, коммунально-бытовых и административных предприятий и организаций, а также части жилого фонда при условии размещения его в шумозащитных жилых домах. Для основного жилого массива повышенной этажности, детских и дошкольных учреждений, школ и мест отдыха отводятся внутренние территории района.

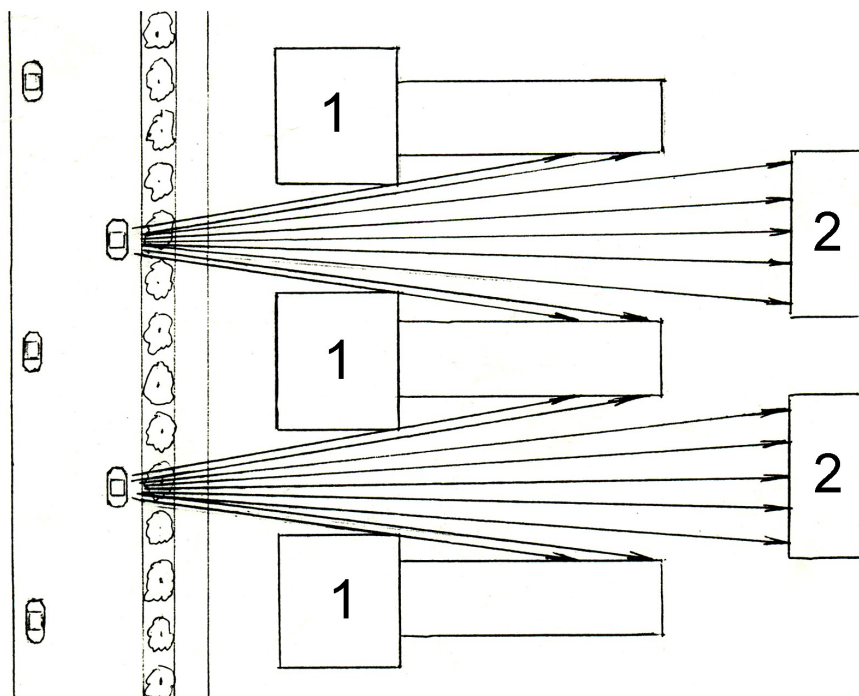
Эффективность приема зонирования территории существенно зависит от линейной плотности застройки микрорайона вдоль магистральной улицы или плотности застройки жилых групп по периметру и возрастает с увеличением плотности, способствуя улучшению шумового режима на территории и в жилой застройке второго эшелона.

В каждом конкретном случае для получения количественных характеристик шумового режима проектируемого жилого массива необходимо выполнение специальных акустических расчетов.

Имеются различные подходы к зонированию застройки. Рассмотрим на примерах эффективность конкретных градостроительных решений. Эффект шумозащиты реализуется только в зоне акустической тени, создаваемой каждым эшелон застройки в отношении следующего за ним. Пристройка по фасаду жилого дома, расположенного вдоль магистрали, 1-2-этажных помещений не жилого назначения не дает шумозащитного эффекта для этого дома (рис. 2.А). Застройка первого эшелона нежилыми зданиями малой протяженности с относительно большими разрывами между ними не дает шумозащитного эффекта ни для жилых зданий второго эшелона, ни для прилегающей территории (рис. 2.Б).



А. Пристройка помещений нежилого назначения по фасаду жилого дома
(1 – нежилая пристройка; 2 – жилое здание)



Б. Застройка первого эшелона зданиями малой протяженности
(1 – нежилая пристройка; 2 – жилое здание)

Рис. 2.

Протяженные нежилые или жилые шумозащитные здания обеспечивают, как правило, требуемый шумовой режим на территории застройки, а также в малоэтажных зданиях детских учреждений и школ. Постепенное увеличение этажности жилой застройки по мере удаления от магистрали позволяет в этом варианте получить шумозащитный эффект (рис. 3).

На стадии разработки проекта детальной планировки особое внимание следует уделять архитектурно-планировочной структуре застройки жилых районов, так как при этом удастся в значительной степени решить проблему шумозащиты, тем самым превентивно снижая возможные затраты на шумозащиту иными способами.

По отношению к транспортным магистралям приемы застройки первого эшелона классифицируются следующим образом:

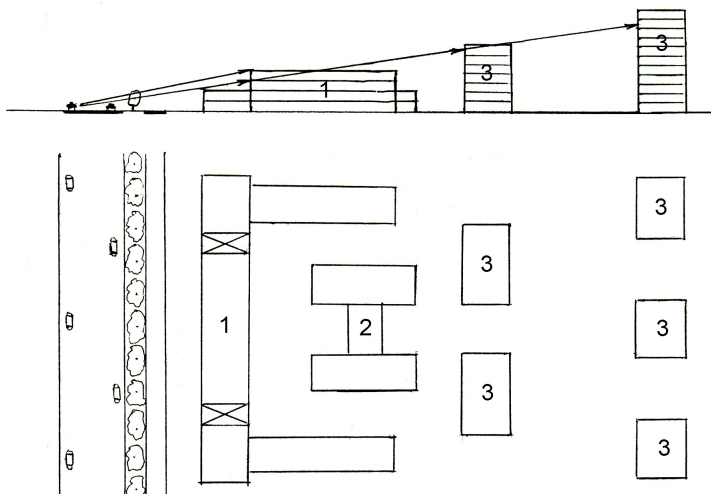
- строчная – с размещением зданий перпендикулярно или под некоторым углом к магистрали;
- периметральная – с размещением зданий различной протяженности вдоль магистрали;
- свободная – без выраженного преобладания перечисленных выше элементов.

При размещении зданий перпендикулярно магистрали оба его фасада подвергаются одинаковой шумовой нагрузке, которая мало (всего на 3 дБ) отличается в лучшую сторону от шумовой нагрузки на фасад здания, расположенного параллельно магистрали на том же расстоянии. Эта шумовая ситуация мало меняется при уменьшении угла между осью здания и направлением магистрали вплоть до углов 45-30°. Кроме того, в этом случае шум свободно распространяется по территории на значительную глубину.

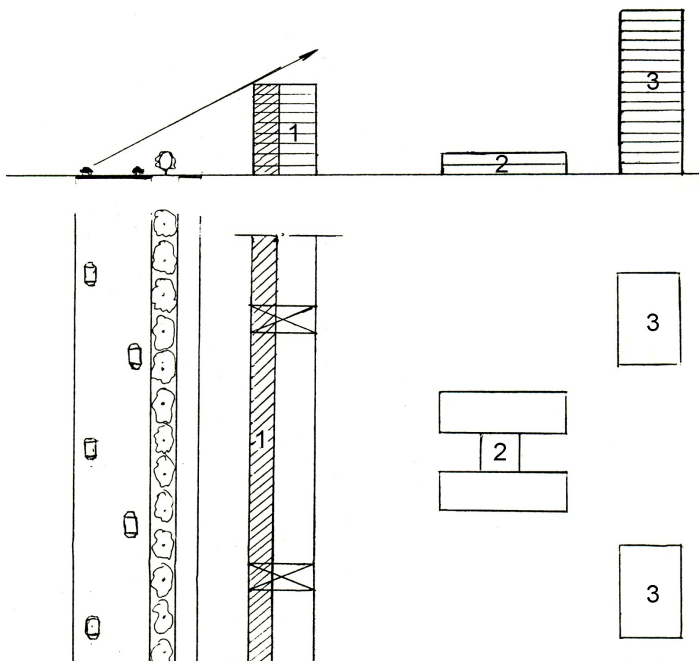
Периметральное расположение зданий, очевидно, является наихудшим по шумовой нагрузке на их фасаде. При этом практически на всех городских улицах, даже при небольших транспортных потоках, уровни шума в жилых помещениях таких домов, обращенных окнами в сторону улицы, превышают допустимые по санитарным нормам величины. Это превышение может достигать 15-20 дБА. Однако при таком расположении зданий существенным фактором является относительно хорошая защищенность дворового фасада, где шумовая нагрузка уменьшается на 20 и более дБА, а также снижение шума на внутриквартальной территории и у фасадов зданий второго эшелона застройки.

Важную роль в формировании шумовой ситуации играет отраженный от препятствий (в первую очередь от самих зданий) звук. Обычные строительные материалы (бетон, кирпич, стекло и т.п.) являются для звука идеальными отражателями. Этот эффект наиболее заметно проявляется в виде «озвучивая» дворовых фасадов зданий, когда шум, прошедший внутрь двора и отразившись от домов, расположенных во втором эшелоне,

возвращается к домам первого ряда с противоположной от источника шума (улицы) стороны.



А. С использованием зданий нежилого назначения



Б. С использованием шумозащитного жилого здания

Рис. 3. Примеры зонирования примагистральной территории
(1 – здание-экран; 2 – школа или ясли-сад; 3 – жилые здания)

В квартирах домов, находящихся во втором эшелоне застройки, как и в комнатах домов первого эшелона, ориентированных окнами во внутريدворовое пространство, уровни шума колеблются в широких пределах и зависят в первую очередь от организации застройки – взаимного расположения домов. При целенаправленном и научно-обоснованном проектировании удастся обеспечить комфортные условия проживания значительного большинства населения только за счет «правильного» в акустическом смысле планировочного решения жилого квартала, микрорайона, района.

В условиях стесненной городской застройки и дефицита территории наиболее эффективным средством защиты от транспортного шума является применение шумозащитных жилых домов-экранов.

Шумозащитные жилые дома в соответствии со своим назначением выполняют две функции: обеспечивают акустически благоприятные условия для проживания в доме и вследствие экранирующего эффекта защищают от шума расположенную за ними жилую застройку.

По принципу организации шумозащиты эти дома характеризуются тем, что защищаемые от шума помещения размещаются только по одному фасаду, который ориентируется в сторону, противоположную источнику шума. В жилых комнатах, ориентированных в сторону источника шума, предусматриваются специальные шумозащитные окна, обеспечивающие одновременно повышенную звукоизоляцию и нормативный воздухообмен в помещениях.

Поскольку сметная стоимость шумозащитных жилых домов выше, чем обычных, особенно важно их рациональное и эффективное использование, что определяется экранирующими свойствами, которые, в свою очередь, существенно зависят от организации застройки, ее планировочно-композиционного решения.

Шумозащитные дома-экраны следует располагать в первом эшелоне застройки вдоль транспортных магистралей и улиц. При этом разрывы между такими домами должны быть минимальны (предпочтительно устройство арок), а расстояния между разрывами – максимальны (но не более 180 м в соответствии с требованиями противопожарных норм). При этом отдельно стоящие дома должны иметь развитые боковые объемы, перпендикулярные направлению магистрали, это позволяет эффективнее защищать внутриквартальную территорию.

Шумозащитные жилые здания, в которых все жилые помещения обращены окнами во внутريدворовое пространство, можно располагать в непосредственной близости к красной линии застройки.

Жилые здания, в которых шумозащита осуществляется конструктивными средствами (специальное шумозащитное заполнение

оконных проемов), следует относить к проезжей части улицы на расстояния, определяемые в соответствии с эффективностью конструкции.

Композиционные приемы группировки шумозащитных зданий и их конфигурация должны обеспечивать максимальное ограничение проникновения шума на территорию жилой застройки и в жилые помещения крайних секций.

При разработке архитектурно-пространственного решения внутриквартального пространства следует применять приемы свободной застройки с применением небольших по протяженности зданий, без четко выраженного второго эшелона застройки, параллельного первому.

В зонах внутриквартального пространства, расположенных вдоль оси разрывов между зданиями первого эшелона застройки, следует располагать здания предприятий торговли, общественного питания, учреждения бытового обслуживания и коммунального хозяйства, предприятий связи и т.п.

В зонах внутриквартального пространства, защищенных зданиями первого эшелона застройки, можно располагать здания детских дошкольных учреждений, школ, учреждений здравоохранения, площадки отдыха.

Расчет ожидаемых уровней шума на территории примыкающей застройки и в помещениях жилых и общественных зданий выполняется для каждой планировочной ситуации с помощью инженерных методов расчета.

В каждом конкретном случае вопрос о применении того или иного типа шумозащитного дома должен решаться на основе перечисленных требований с учетом остальных факторов: экономических, санитарно-гигиенических (инсоляция, естественное освещение, воздухообмен), конструктивных и эстетических.

Опыт строительства и эксплуатации шумозащитных жилых домов в Москве подтвердил правильность разработанных принципов их проектирования и привязки. Так, натурные измерения шумового режима, выполненные в домах серии П55/12, разработанной Московским институтом типового и экспериментального проектирования (Дмитровское шоссе и ул. Нижегородская), показали, что в защищаемых жилых помещениях уровни звука находятся в пределах, допустимых нормами. Однако эффект шумозащиты оказался несколько ниже, чем можно было ожидать. Это объясняется тем, что при привязке были выполнены не все требования, перечисленные выше. В частности, эти дома не имеют достаточной протяженности и развитых боковых объемов, разрывы с соседней существующей застройкой велики, поэтому происходит озвучивание дворового фасада из-за дифракции и реверберационных эффектов.

Наиболее очевидным, но в то же время наименее эффективным способом шумозащиты жилой застройки является удаление ее от источников шума, т.е. устройство территориальных разрывов.

В отсутствии других мероприятий и при условии плоского рельефа местности требуемое удаление жилой застройки от транспортной магистрали при шумовой характеристике транспортного потока, например, 75 дБА составляет порядка 500 м. Очевидно, что реализация разрывов, измеряемых сотнями метров, возможна в отношении пригородных, дачных поселков по отношению к вылетным магистралям, дорогам междугородского сообщения и т.п. В условиях городской застройки этот прием шумозащиты, как правило, неосуществим.

Допустимое приближение к транспортной магистрали жилых домов, в которых установлены специальные шумозащитные окна, определяется расчетом, в зависимости от эффективности окон.

Территориальные разрывы между жилой застройкой и промышленными, автотранспортными, коммунальными предприятиями определяются расчетом в зависимости от шумовой характеристики источника шума и режима его работы (дневное или ночное время суток), а также звукоизолирующими характеристиками окон.

Заглубление магистрали относительно общего уровня поверхности прилегающей территории заметно влияет на шумовой режим застройки. При достаточном (не менее 2-х метров) заглублении полотна дороги требуемые территориальные разрывы уменьшаются и для наиболее характерных ситуаций могут быть определены по рис. 4. При трассировке магистральных улиц и дорог следует использовать также шумозащитные свойства рельефа местности (холмов, оврагов, балок и т.п.).

Зеленые насаждения используются в качестве дополнительного средства защиты от шума. Для получения заметного шумозащитного эффекта посадки должны быть густыми, имеющими плотную зеленую массу крон деревьев и кустарников. Для обычных городских посадок снижение уровней транспортных шумов, в силу низкочастотного характера их спектра, практически равно нулю. Акустический эффект снижения уровня звука определяют такие факторы как ширина полосы, дендрологический состав и конструкция посадок.

Зеленые насаждения, сформированные в виде специальных шумозащитных полос, могут давать эффект снижения уровня шума до 8 дБА. Для этого шумозащитные полосы зеленых насаждений должны представлять собой специальные плотные посадки из древесно-кустарниковых пород крупномерных быстрорастущих с густоветвящейся низкоопущенной плотной кроной. Подкрановое пространство должно быть закрыто кустарником в виде живой изгороди или подлеска. Наиболее густые посадки зеленых насаждений следует располагать со стороны источника шума.

Посадка деревьев в полосе может быть рядовая или шахматная при расстоянии между деревьями не более 4 м, высоте деревьев не менее 5-8 м, а

кустарника 1,5-2 м. При этом шахматная посадка является более эффективной для снижения шума.

Зеленые насаждения из хвойных пород по сравнению с лиственными более эффективны по шумозащите и не зависят от времени года. Однако в городских условиях они растут плохо, поэтому их полезно объединять с лиственными породами деревьев.

Необходимо учитывать, что шумозащитный эффект зеленых насаждений наблюдается только в области создаваемой ими звуковой тени. Практически это означает, что снижение шума может быть достигнуто только на территории и в нижних этажах застройки.

Шумовая характеристика транспортного потока, дБА

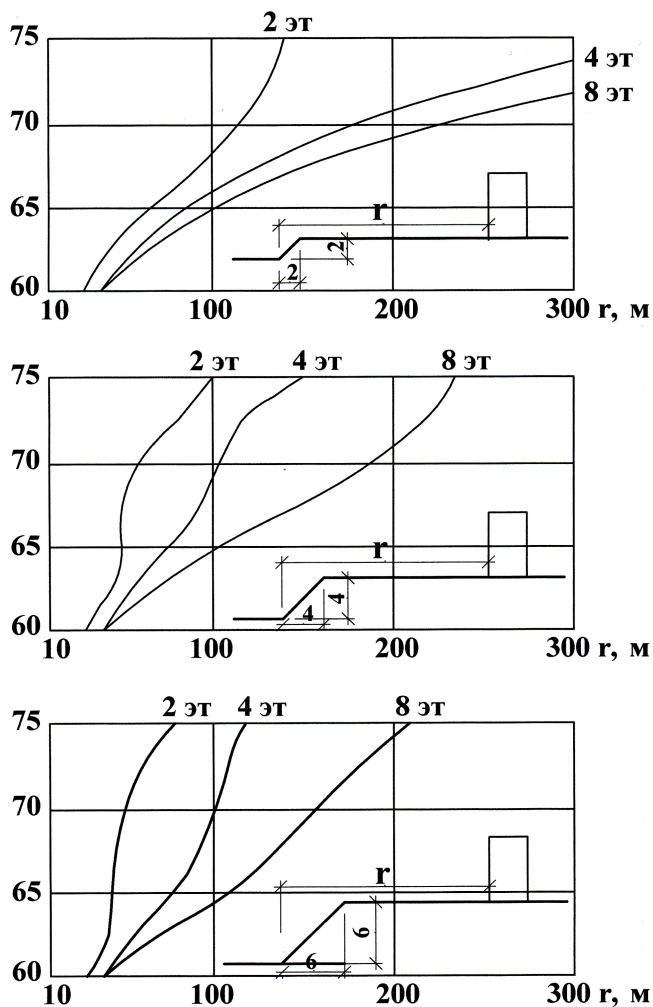


Рис. 4. Кривые для определения допустимого приближения r жилых зданий к проезжей части транспортной магистрали, расположенной в выемке.

3. ШУМОЗАЩИТНЫЕ ЗДАНИЯ

В условиях современных городов с массовой застройкой примагистральных территорий многоэтажными протяженными домами для защиты населения от транспортного шума наиболее целесообразно

размещать вдоль магистральных улиц и дорог специальные жилые здания, которые принято называть шумозащитными или шумозащищенными.

Шумозащитными жилыми зданиями являются:

- дома со специальными архитектурно-планировочной структурой и объемно-пространственным решением, предусматривающими ориентацию в сторону источников шума окон подсобных помещений квартир и помещений внеквартирных коммуникаций, а также не более одной комнаты общего пользования в квартирах с тремя и более жилыми комнатами;

- дома, окна и балконные двери которых имеют повышенную звукоизоляцию и снабжены специальными вентиляционными устройствами, совмещенными с глушителями шума;

- дома комбинированного типа, в которых применены принципы защиты от шума, характерные для первых двух типов зданий.

Проекты шумозащитных жилых зданий рекомендуется разрабатывать преимущественно на основе наиболее перспективных действующих серий типовых проектов многосекционных, коридорных и коридорно-секционных жилых домов. Многосекционные жилые дома являются наиболее массовыми в отечественном жилищном строительстве. Они позволяют компоновать различные типы квартир по планировке и числу комнат, обладают высокой градостроительной вариабельностью. Поэтому разработка шумозащитных блок-секций для многосекционных жилых домов в составе действующих серий типовых проектов должна явиться одним из основных направлений массового внедрения шумозащитных зданий в практику жилищного строительства.

Архитектурно-планировочная структура многосекционных жилых домов характеризуется наличием только вертикальных внеквартирных связей. Каждая блок-секция имеет лестнично-лифтовой узел, с которым непосредственно связана квартира. При проектировании шумозащитных блок-секций необходимо добиваться увеличения числа квартир и их суммарной полезной площади, приходящейся на один лестнично-лифтовой узел, с целью сокращения количества и наиболее эффективного использования лестнично-лифтовых узлов в доме.

При планировке шумозащитных блок-секций следует стремиться к максимально возможному увеличению ширины корпуса, что имеет большое экономическое значение с точки зрения удельных расходов строительных материалов и тепла на единицу полезной площади, особенно в регионах с суровым климатом и продолжительным отопительным периодом.

В блок-секциях с одним лестнично-лифтовым узлом двухстороннюю ориентацию могут иметь только две квартиры. Остальные квартиры имеют одностороннюю ориентацию всех помещений. В шумозащитных блок-секциях она должна быть, естественно, в сторону акустической тени.

При проектировании планировки шумозащитных блок-секций необходимо учитывать, что для размещения окон жилых комнат требуется более протяженный световой фронт, чем для размещения окон подсобных помещений квартир и лестнично-лифтовых узлов. Кроме того, необходимо учитывать то, что квартиры с односторонней ориентацией в шумозащитных блок-секциях занимают световой фронт также со стороны акустической тени. Для создания компактной архитектурно-планировочной структуры в шумозащитных блок-секциях с учетом разницы в потребности светового фронта со стороны дворового пространства и со стороны источников шума могут применяться следующие архитектурно-планировочные приемы:

- размещение большинства подсобных помещений квартир (передних, санитарных узлов, ввнутриквартирных коридоров и холлов) у наружной стены, обращенной в сторону источников шума;
- расположение лестничных клеток или лестнично-лифтовых узлов длинными сторонами вдоль наружной стены, обращенной в сторону источников шума;
- применение различных пролетов для жилых и подсобных помещений;
- включение в состав жилого дома дополнительных подсобных помещений группового пользования;
- расположение комнат общего пользования со стороны источников шума, если норма жилой площади на одного человека и демографический состав заселяемых семей позволяют исключить из этих комнат спальные места.

При проектировании шумозащитных жилых домов необходимо стремиться к четкости и единству архитектурно-планировочной структуры. При соответствующих обоснованиях допускается проектировать дома со смешанной структурой, когда одна часть дома, допустим, многосекционного, а другая коридорного типа или блок-секция, имеющие только вертикальные внеквартирные связи, сблокированные с блок-секциями, имеющими вертикальные и горизонтальные внеквартирные связи и т. д.

Архитектурно-планировочная структура шумозащитных жилых домов должна разрабатываться в тесной взаимосвязке требований шумозащиты и инсоляции жилых помещений. Если при расположении шумозащитного дома на южной стороне магистрали эти требования совпадают, то при расположении на северной стороне магистрали они прямо противоположны. Окна жилых комнат при ориентации на солнце оказывались бы ориентированными в сторону источника шума.

Требования инсоляции дифференцированы, как известно, в зависимости от строительно-климатических районов.

При проектировании шумозащитных домов необходимо добиваться такого архитектурно-планировочного решения, при котором:

- все инсолируемые комнаты были бы защищены от шума;
- все жилые комнаты с наличием спальных мест были бы ориентированы в сторону акустической тени.

Исходя из комплексного учета требований шумозащиты и инсоляции, применение шумозащитных домов со специальной архитектурно-планировочной структурой невозможно на северной стороне широтных магистралей во всех строительных климатических районах.

Для северной стороны широтных магистралей во всех строительно-климатических районах необходимо разрабатывать шумозащитные жилые дома с применением шумозащитных окон или при градостроительном проектировании применять другие градостроительные средства шумозащиты (территориальные разрывы, экранирование и т.д.).

Проект первого в нашей стране экспериментального девятиэтажного шумозащитного жилого дома был разработан в СибЗНИИЭП и построен на магистральной улице общегородского значения в г. Новосибирске. Дом широтной ориентации расположен на южной стороне магистрали, что позволило обеспечить одновременно шумозащиту и инсоляцию жилых помещений и тем самым способствовать созданию комфортных условий проживания в квартирах. Шумозащитное архитектурно-планировочное решение характеризуется четким разделением ориентации окон жилых комнат и вспомогательных помещений на противоположные стороны: жилых комнат на юг, в сторону акустической тени, а вспомогательных помещений – на север, в сторону транспортной магистрали.

Архитектурно-планировочное решение дома коридорно-секционного типа. Небольшие по протяженности коридоры, расположенные на втором, пятом и восьмом этажах, соединяют лестничные клетки с соседними лестнично-лифтовыми узлами в единый блок-секцию, имеющий один лифт, один мусоропровод и шесть квартир на одном этаже.

Общая протяженность шумозащитного дома более 300 м. На всем протяжении нижний этаж занят под магазины различного профиля. Большая протяженность дома обеспечивает надежное экранирование транспортного шума и эффективное снижение уровней шума на территории жилой застройки. Круглосуточные измерения уровней звука в жилых комнатах шумозащитного дома при открытых форточках дали полное соответствие шумового режима нормативным требованиям как в ночной, так и в дневной периоды суток.

В Москве широкое распространение получили шумозащитные жилые дома, разработанные МНИИТЭПом, 12-этажный шумозащитный дом П55/12 предназначен для застройки южной стороны широтнорасположенной магистрали (рис. 5). Он сохраняет свои шумозащитные качества и при постановке на западной и восточной сторонах меридиональной магистрали. В зоне второго-пятого этажей лоджия является принадлежностью

четырёхкомнатной квартиры. В северной части секции из четырех шагов, занятых трехкомнатной квартирой, лишь один отведен под жилую (общую) комнату. Остальные три отданы подсобным помещениям, благодаря чему спальни надежно защищены от уличного шума. Акустический комфорт достигается и в двухкомнатной квартире, помещения которой обращены во двор. Правая половина секции зеркально повторяет левую. При компоновке П 55-2/12 не использована возможность размещения всех без исключения жилых комнат вдоль южного фасада здания, что усилило бы шумозащиту квартир.

Для снижения прямого воздействия шума на примыкающие к торцам здания участки дворового фасада разработаны угловые секции. Они представлены двумя вариантами (торец слева, торец справа) секции П 55-4/12. Это двухквартирная секция с центральнорасположенным лестнично-лифтовым узлом и набором ячеек ЗБ.ЗБ. Зеркально повторяющие друг друга трехкомнатные квартиры занимают всю ширину корпуса, обеспечивая возможность любого положения секции относительно сторон горизонта. В обращенных к магистрали общих комнатах секций П55-2/12 и П55-4/12 предусмотрены шумозащитные окна.

Применение этих зданий сделало возможным застройку ряда участков, использование которых ранее не разрешалось органами Санэпиднадзора из условий шума. Осуществленное в Москве широкое строительство шумозащитных зданий не имеет аналогов в зарубежной практике. Объемы ввода домов П55/12 составили более двух миллионов квадратных метров общей площади.

4. РАСЧЕТ ОЖИДАЕМЫХ УРОВНЕЙ ТРАНСПОРТНОГО ШУМА

Исходным параметром для расчета эквивалентного уровня звука, создаваемого у фасада здания потоком средств автомобильного транспорта (включая автобусы и троллейбусы), является шумовая характеристика потока $L_{A \text{ экв}}$ в дБА, определяемая по существующему ГОСТу на расстоянии 7,5 м от ближайшей полосы движения транспорта.

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

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 на вид покрытия проезжей части, дБА (при асфальте $\Delta L_{A1} = 0$, при бетонном покрытии $\Delta L_{A1} = +3$ дБА);

ΔL_{A2} – поправка, учитывающая продольный уклон улицы, определяется по табл. 1.

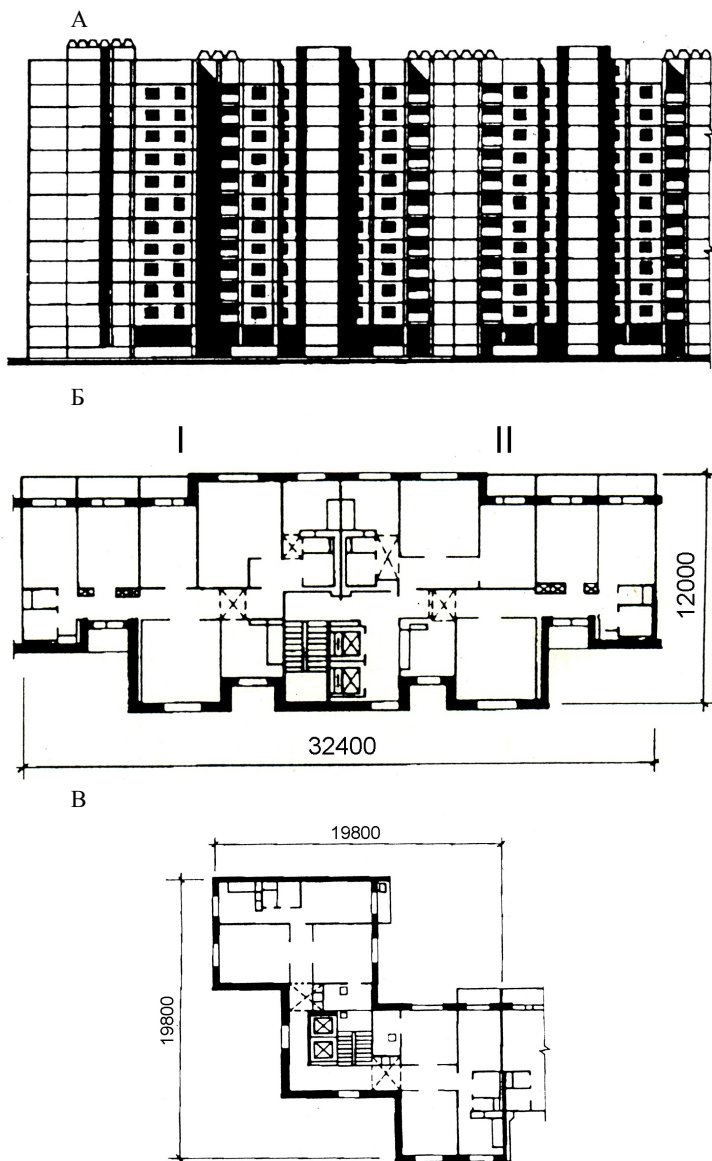


Рис. 5. Двенадцатиэтажный крупнопанельный шумозащитный жилой дом серии П55
 (А – общий вид; Б – рядовая серия П22-2/12; В – угловая секция П55-4/12; I – план 2-5 этажей; II – план 6-12 этажей)

Таблица 1.

Продольный уклон, %	ΔL_{A2}				
	Доля средств грузового и общественного транспорта, %				
	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

Интенсивность движения определяется, исходя из средней интенсивности Q за 4-х часовой период с наибольшей интенсивностью движения транспорта.

Ожидаемый эквивалентный уровень звука $L_{A \text{ экв. тер. 2}}$, создаваемый потоком автомобильного транспорта у фасада здания, определяется по формуле:

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

где: L_{A3} – снижение уровня шума в зависимости от расстояния от оси ближайшей полосы движения до расчетной точки, дБА, определяемое по рис 6;

ΔL_{A4} – поправка на влияние отраженного звука, дБА, определяемая по табл. 2 в зависимости от отношения $h_{\text{р.т.}}/B$, где $h_{\text{р.т.}}$ – высота расчетной точки над поверхностью территории, в общем случае высота расчетной точки принимается 12 м. B – ширина улицы (между фасадами зданий), м.

Таблица 2.

Поправка ΔL_{A4} на влияние отраженного звука

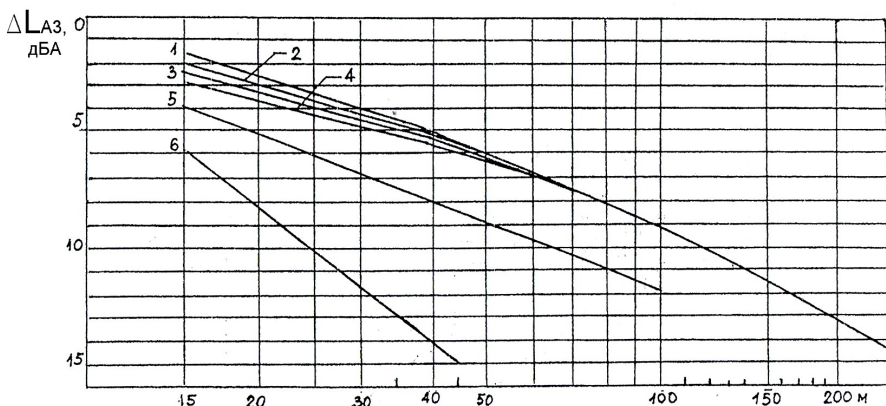
Односторонняя	Тип застройки				
	Двусторонняя. Отношение $h_{\text{р.т.}}/B$				
	0,05	0,25	0,4	0,55	0,7
1,5	1,5	2	2,5	3	3,5

Ожидаемые эквивалентные уровни шума потока трамваев на расстоянии 7,5 м от оси ближнего пути определяются по формуле:

$$L_{A \text{ экв}} = 10 \lg N + \Delta L_{A5} + 51, \text{ дБА} \quad (3)$$

где: N – средняя часовая интенсивность движения трамваев за 4-х часовой период наиболее интенсивного движения в дневное время или наиболее шумный часовой период ночью, ед/ч;

ΔL_{A5} – поправка на влияние основания пути, принимается по табл. 3.



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. 6. Снижение уровня звука с расстоянием

Таблица 3.

Основание пути	ΔL_{A5}	Максимальный уровень на 7,5 м от оси пути
Шпально-песчаное	0	82
Шпально-щебеночное	+4	86
То же на монолитной бетонной плите	+1	83
Монолитно-бетонное	+10	92

Определяемые эквивалентный и максимальный уровни звука у фасада здания определяются по формуле 2.

Ожидаемые эквивалентные и максимальные уровни звука потоков железнодорожных поездов на расстоянии 25 м от оси ближайшего пути определяются раздельно для пригородных электропоездов, пассажирских и грузовых поездов.

Пригородные электропоезда:

$$L_{A \text{ экв}} = 10 \lg N + 26 \lg V + \Delta L_{A6} + 9, \text{ дБА} \quad (4)$$

Пассажирские поезда:

$$L_{A \text{ экв}} = 10 \lg N + 13 \lg V + \Delta L_{A6} + 34, \text{ дБА} \quad (5)$$

Грузовые поезда:

$$L_{A \text{ экв}} = 10 \lg N + 13 \lg V + \Delta L_{A6} + 41, \text{ дБА} \quad (6)$$

где: N – средняя часовая интенсивность движения за 4-х часовой период с наибольшей интенсивностью для дня или интенсивность за наиболее шумный часовой период ночью, ед/ч;

V – средняя расчетная скорость, км/ч;

ΔL_{A6} – поправка на тип пути, дБА:

- для пути с открытыми стыками на железобетонных шпалах $\Delta L_{A6} = +2$ дБА;
- для пути с открытыми стыками на деревянных шпалах и для бесстыкового пути на ж/б шпалах $\Delta L_{A6} = 0$;
- для бесстыкового пути на деревянных шпалах $\Delta L_{A6} = -2$ дБА

Максимальные уровни звука $L_{A \text{ макс}}$ определяются по формулам:

- для пригородных электропоездов:

$$L_{A \text{ макс}} = 36 \lg V + \Delta L_{A6} + 16, \text{ дБА} \quad (7)$$

- для пассажирских поездов:

$$L_{A \text{ макс}} = 23 \lg V + \Delta L_{A6} + 37, \text{ дБА} \quad (8)$$

- для грузовых поездов:

$$L_{A \text{ макс}} = 23 \lg V + \Delta L_{A6} + 40, \text{ дБА} \quad (9)$$

Эквивалентные и максимальные уровни звука у фасада здания определяются по формуле (2), где ΔL_{A3} – снижение уровня с расстоянием определяется по рис. 7, поправка ΔL_{A4} – по таблице 2.

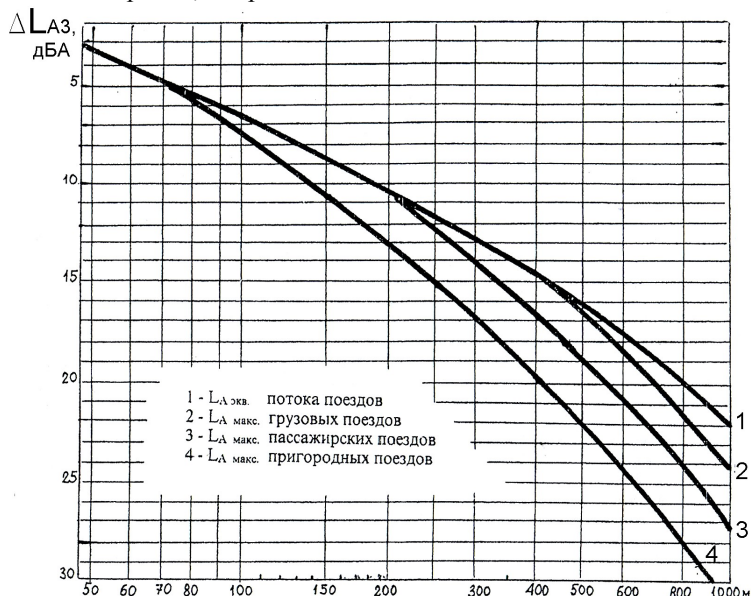


Рис. 7. Снижение уровней железнодорожного шума с расстоянием

5. ВЫБОР КОНСТРУКЦИЙ НАРУЖНЫХ ОГРАЖДЕНИЙ ЗДАНИЙ

Исходными данными при выборе конструкций наружных ограждений являются, помимо уровней шума у фасада здания, требования по допустимым уровням шума, проникающего в помещения. При этом, если в помещении нормируется шум как в дневное, так и в ночное время, необходимо требуемую звукоизоляцию определять отдельно для дня и ночи и в качестве окончательного результата принимать большее из найденных значений.

Требуемая звукоизоляция окна $R_{A_тран}^{тр}$ в дБА определяется в зависимости от требуемого снижения внешнего шума $\Delta L_A^{тр}$ из выражения

$$R_{A_тран}^{тр} = \Delta L_A^{тр} + 10 \lg \frac{S_o}{A}, \quad \text{дБА} \quad (10)$$

где: S_o - площадь окна (окон) в помещении, m^2 ,

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

Для помещений жилых зданий, рабочих помещений управлений, кабинетов можно считать $R_{A_тран}^{тр} = \Delta L_A^{тр} - 5$, дБА (11)

При расположении здания перпендикулярно магистрали рассчитанный уровень шума $L_{A \text{ тер. 2}}$ следует уменьшить на 3 дБА, это же относится к боковым объемам здания, расположенного параллельно магистрали. При выборе конструкции окон следует учитывать требование к воздухообмену в помещении, поэтому для жилых зданий необходимы шумозащитные окна с вентиляционными устройствами, обеспечивающие требуемое снижение шума в режиме вентиляции. В общественных зданиях при наличии систем принудительной вентиляции, возможно применение окон с повышенной звукоизоляцией без вентиляционных элементов.

Характеристики звукоизоляции типовых и специальных шумозащитных окон приведены в табл. 5.

Таблица 4.

Допустимые уровни проникающего шума

Назначение помещений	Время суток	Эквивалентные уровни звука $L_{A \text{ экв}}$	Максимальные уровни звука $L_{A \text{ макс}}$
1	2	3	4
Жилые комнаты квартир	7 – 23 ч	40	55
	23 – 7 ч	30	45
Жилые комнаты общежитий	7 – 23 ч	45	60
	23 – 7 ч	35	50
Номера гостиниц	7 – 23 ч	40	55
	23 – 7 ч	30	45
Жилые помещения домов отдыха, спальные помещения в детских дошкольных учреждениях и школах-интернатах	7 – 23 ч	40	55
	23 – 7 ч	30	45
Палаты больниц и санаториев	7 – 23 ч	35	50
	23 – 7 ч	25	40
Помещения офисов, кабинеты в административных зданиях, проектных и научно-исследовательских организациях	-	50	65
Кабинеты врачей медицинских учреждений	-	35	50
Классы, учебные кабинеты, аудитории учебных заведений, читальные залы библиотек, зрительные залы клубов, кинотеатров	-	40	55
Залы кафе, ресторанов, фойе театров	-	55	65
Торговые залы магазинов, пассажирские залы вокзалов и аэропортов	-	60	70

Таблица 5.

№ № пп	Конструкция	Формула остекления (толщина стекол и воздушного промежутка, мм)	Количество уплотняющих прокладок	Звукоизоляц ия $R_{A,прн}$, дБА
1	2	3	4	5
Типовые окна				
1	Одинарное деревянное (пластмассовое) со стеклопакетом	3+12+3	1	25
2	То же	4+16+4	1	27
3	То же с двухкамерным стеклопакетом	4+6+4+6+4	2	28
4	Спаренное	3+57+3	1	26
5	То же	4+56+4	2	28
6	Раздельное	3+92+3	1	28
7	То же	3+92+3	2	30
8	То же	4+91+4	2	31
1	2	3	4	5
9	Раздельное со стеклопакетом и стеклом	3+16+3+57+3	3	32
10	То же	4+14+4+57+4	3	33
11	То же	4+12+4+69+6	3	35
12	Раздельно-спаренное	3+54+3+46+3	3	33
13	То же	4+54+4+46+4	3	35
14	Дерево-алюминиевое спаренное	4+70+5	2	31
Металлические витражи с глухим остеклением				
15	Одинарный со стеклопакетом	4+16+4	-	28
16	То же	4+30+4	-	29
17	То же	8+25+8	-	33
18	Двойной	4+100+4	-	33

19	То же	4+200+4	-	35
20	То же	8+100+8	-	37
21	То же	8+200+8	-	39
22	То же	8+400+8	-	41
23	То же	8+650+8	-	43
Окна повышенной звукоизоляции				
24	Раздельное 2 РШ (МНИИТЭП)	5+129+5	2	36
1	2	3	4	5
25	Раздельное со стеклопакетом и стеклом (МНИИТЕП)	6+8+4+117+6	2	41
Шумозащитные вентиляционные окна				
26	Института «Киевпроект»	4+90+4	2	$\frac{31}{20}$
27	Раздельное с клапаном-глушителем (КГ) 300 мм (МНИИТЭП)	4+90+4	2	$\frac{31}{22}$
28	ОШВ окно с тройным остеклением (КТБ МОСМ, НИИСФ)	3+22+3+92+3	2	$\frac{33}{23}$
29	Окно спаренное с вертикальным каналом (НИИСФ)	3+57+3	1	$\frac{26}{24}$
30	Окно раздельное ОШВМ (КТБ МОСМ, НИИСФ)	3+117+3	2	$\frac{31}{24}$
31	Окно раздельное с КГ 600 мм (МНИИТЭП)	4+90+4	2	$\frac{31}{26}$

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

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

6. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА

Пример 1.

Дано: Жилое 16-и этажное здание располагается параллельно автомагистрали на расстоянии 50м от края проезжей части улицы, имеющей 6 полос движения. Продольный уклон проезжей части 0%, покрытие – асфальт. 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 $V=50$ км/ч. Ширина улицы (между фасадами зданий) 84 м.

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

Решение:

1. Определяем $L_{A_{\text{экв}}}$ на расстоянии 7,5 м от оси крайней полосы движения по формуле

$$L_{A_{\text{экв}}} = 10\lg 1800 + 13,3\lg 50 + 4\lg(1+40) + 0 + 0 + 15 = 32,55 + 22,6 + 6,45 + 0 + 0 + 15 = 76,6 \text{ дБА.}$$

2. Определяем ожидаемый уровень звука у фасада здания. Снижение уровня звука с расстоянием по рис. 6 составляет $\Delta L_{A3}=6,5$ дБА.

$h_{\text{р.т./В}} = 0,14$; $\Delta L_{A4}=1,5$ дБА. Расчетный эквивалентный уровень у фасада

$$L_{A_{\text{экв. тер. 2}}} = 76,6 - 6,5 + 1,5 = 71,6 \approx 72 \text{ дБА.}$$

3. Допустимый уровень проникающего шума в жилых помещениях в дневное время 40 дБА (при категории А) и 45 дБА (категории Б и В).

Требуемое снижение для жилого дома категории А $\Delta L_A^{\text{тр}} = 32$ дБА, следовательно требуемая звукоизоляция окна $R_{A_{\text{тран}}}^{\text{тр}} = 27$ дБА. Этим требованиям практически удовлетворяет конструкция № 31 по табл. 5 $R_{A_{\text{тран}}} = 26$ дБА. При категории жилого дома Б или В требуемая звукоизоляция окна $R_{A_{\text{тран}}}^{\text{тр}} = 22$ дБА. Этим требованиям удовлетворяют конструкции №№ 28, 29, 30 (табл. 5).

Пример 2.

Дано: Жилой дом категории Б расположен в 100м от оси ближайшего железнодорожного пути, застройка односторонняя. Интенсивность движения железнодорожных составов в дневное время – 10 пригородных электропоездов в час, 4 пассажирских поезда и 2 грузовых состава; в ночное время 4 пригородных электропоезда и 4 пассажирских поезда в час. Средние длины составов: электропоезда – 200м, пассажирских – 500м, грузового – 1200м. Средняя скорость движения: грузовых составов – 50 км/ч,

пассажирских – 60 км/ч, пригородных – 55 км/ч. Рельсы уложены на железобетонные шпалы, открытых стыков рельс на данном участке нет.

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

Решение:

1. Определяем шумовые характеристики потока поездов отдельно для каждого вида поезда.

Пригородные электропоезда днем: $L_{A \text{ экв}} = 10\lg 10 + 26\lg 55 + 0 + 9 = 10 + 45,2 + 9 = 64,2$ дБА.

ночью: $L_{A \text{ экв}} = 10\lg 4 + 26\lg 55 + 9 = 6 + 45,2 + 9 = 60,2$ дБА.

Пассажирские поезда (днем и ночью): $L_{A \text{ экв}} = 10\lg 4 + 13\lg 60 + 34 = 6 + 23,1 + 34 = 63,1$ дБА.

Грузовые поезда днем: $L_{A \text{ экв}} = 10\lg 2 + 13\lg 50 + 41 = 3 + 22,1 + 41 = 66,1$ дБА.

Определяем шумовую характеристику всего потока поездов суммируя эквивалентные уровни отдельных составляющих потока.

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

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

2. Определяем ожидаемые уровни у фасада здания. Снижение эквивалентного уровня по рис. 7 составляет $\Delta L_{A3} = 6,5$ дБА, застройка односторонняя, т.е. $\Delta L_{A4} = 1,5$ дБА. Таким образом, днем $L_{A \text{ экв. тер. 2}} = 69,4 - 6,5 + 1,5 = 64,4 \approx 64$ дБА; ночью $L_{A \text{ экв. тер. 2}} = 64,9 - 6,5 + 1,5 = 59,9 \approx 60$ дБА.

3. Определяем максимальные уровни звука на расстоянии 25 м от оси ближайшего пути.

Пригородные поезда: $L_{A \text{ макс}} = 36\lg 55 + 0 + 16 = 36 \cdot 1,74 + 16 = 78,6$ дБА.

Пассажирские: $L_{A \text{ макс}} = 23\lg 60 + 0 + 37 = 40,9 + 37 = 77,9$ дБА.

Грузовые: $L_{A \text{ макс}} = 23\lg 50 + 0 + 40 = 39,1 + 40 = 79$ дБА.

Определяем ожидаемые максимальные уровни звука у фасада здания. При проходе пригородных поездов $L_{A \text{ макс. тер. 2}} = 78,6 - 7,5 + 1,5 = 72,6 \approx 73$ дБА; при проходе пассажирских и грузовых поездов ≈ 73 и 74 дБА.

Таким образом, определяющим является максимальный уровень от грузовых поездов днем и пассажирских ночью.

4. Определяем требуемое снижение шума.

В жилых домах категории Б допустимый шум составляет по эквивалентным уровням 45 дБА и 35 дБА соответственно днем и ночью,

следовательно требуемое снижение днем $\Delta L_A^{тр} = 64 - 45 = 19$ дБА, ночью $\Delta L_A^{тр} = 60 - 35 = 25$ дБА.

Допустимые максимальные уровни днем 60 дБА и 50 дБА ночью.

Требуемое снижение $\Delta L_A^{тр} = 74 - 60 = 14$ дБА днем и $\Delta L_A^{тр} = 73 - 50 = 23$ дБА ночью.

Требуемую звукоизоляцию окна назначаем по наибольшему требуемому снижению, $R_{A_{\text{тран}}}^{тр} = 25 - 5 = 20$ дБА. Этим требованиям удовлетворяют окна №№ 26 и 27 по табл. 5.

Учебное издание

Андрей Александрович Климухин, к.т.н., с.н.с.

Защита от шума в градостроительстве

Учебно-методические указания к курсовой расчетно-
графической работе

Под редакцией д.арх., проф. Николая Ивановича Щепеткова

Издание подготовлено на кафедре
«Архитектурной физики»
(протокол заседания кафедры №7 от 31.01.11)

Подписано в печать 21.11.11
Формат 60х90/16. Бумага офсетная.
Гарнитура Times New Roman
Печать офсетная. Уч.-изд. л. 2,0.
Тираж 100 экз.

ФГБОУ ВПО «Московский архитектурный институт
(государственная академия)»
107031, Москва, ул. Рождественка, д.11,
Тел.: (495) 625-50-82, (495) 624-79-90.