

**Защита от шума
В
градостроительстве**

**Справочник
проектировщика**

**Москва
Стройиздат**

ББК 38.93

З-40

УДК 628.517.2:711 (035.5)

*Федеральная целевая программа
книгоиздания России*

Авторы: Г. Л. Осипов, В. Е. Коробков, А. А. Климухин, А. С. Прохода,
И. Л. Карагодина, Б. С. Зотов

Редактор Т. В. Рютина

**Защита от шума в градостроительстве/Г. Л. Осипов, В. Е. Коробков, А. А. Климухин и др.; Под ред. Г. Л. Осипова.—М.: Стройиздат, 1993.—96 с.: ил.—(Справочник проектировщика)
ISBN 5-274-00694-9**

Приведены справочные данные по защите застройки от шума на различных стадиях проектирования города. Изложены методы оценки, нормирования и расчета уровней шума на территории застройки и в помещениях жилых и общественных зданий. Описаны основные архитектурно-планировочные и строительно-акустические способы снижения шума. Обобщен опыт проектирования и строительства шумозащитных зданий.

Для архитекторов и специалистов, работающих в области градостроительства.

1502010000-441

З КБ-52-308-92
047(01)-93

ББК 38.93+85.118

ISBN 5-274-00694-9

© Г. Л. Осипов
и коллектив авторов, 1993

Защита от шума — одного из основных неблагоприятных факторов среды обитания человека — стала неотъемлемой частью вопросов проектирования, строительства и реконструкции городов. Современные города насыщены множеством мобильных и стационарных источников шума: средствами автомобильного, железнодорожного, водного и воздушного транспорта, различным оборудованием и установками промышленных предприятий, разнообразными локальными источниками шума на территории жилой застройки. Свыше 30 % жителей больших, крупных и крупнейших городов нашей страны проживает в зонах акустического дискомфорта. Во многих случаях санитарные нормы шума в жилых помещениях превышаются по энергетическим характеристикам в сотни раз. Это приводит к ухудшению сна и физического состояния людей, повышению числа заболеваний — сердечно-сосудистой системы, росту внутригородской миграции. К 2010 г. число жителей, подверженных сверхнормативному воздействию шума, возрастет не менее чем на 7 %.

Защита от шума является комплексной проблемой, включающей ряд гигиенических, технических, экономических, административных и правовых задач. К техническим задачам прежде всего относятся вопросы борьбы с шумом активными способами, направленными на снижение шума в источнике его возникновения, а также пассивными — архитектурно-планировочными и строительно-акустическими.

Снижение уровней шума, производимого средствами транспорта, а также технологическим, инженерным и санитарно-техническим оборудованием зданий — проблема, решение которой требует преодоления значительных технических и экономических трудностей. Фактически совершенствование технико-экономических показателей автомобилей, стационарных машин и различного оборудования приводит

к увеличению их мощности и рабочих скоростей при одновременном уменьшении металлоемкости, усложнении кинематики и возрастании динамических нагрузок. В результате повышается шумовая и вибрационная активность машин и оборудования, еще более усложняется проблема снижения их уровней шума. Очевидно, что наряду с проведением планомерных работ по снижению шума в источнике его возникновения необходимо принимать неотложные меры по защите от шума градостроительными способами.

Книга содержит справочные данные, необходимые для решения вопросов защиты от шума на различных стадиях проектирования города. Основное внимание в ней уделено описанию архитектурно-планировочных и строительно-акустических способов и средств снижения шума в застройке. В книге рассмотрены принципы шумозащитного зонирования территорий города, жилого района, микрорайона, окрестностей аэропортов и основные шумозащитные приемы застройки примагистральных территорий, обобщен опыт акустического проектирования шумозащитных зданий, придорожных экранов и окон с повышенной звукоизоляцией и показаны рациональные приемы их применения в градостроительстве.

В справочнике освещены результаты исследовательских работ, выполненных совместно авторами в Научно-исследовательском институте строительной физики Госстроя СССР, Московском научно-исследовательском и проектном институте типового и экспериментального проектирования Мосстройкомитета, Центральном научно-исследовательском и проектном институте по градостроительству Госкомархитектуры и Московском научно-исследовательском институте гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана Минздрава РСФСР, а также обобщены опубликованные материалы по рассматриваемым вопросам.

1. ОЦЕНКА И НОРМИРОВАНИЕ ШУМА

1.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О ПРИРОДЕ ШУМА И ЕГО ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВАХ

Шумом называют всякий неприятный, нежелательный звук или совокупность звуков, мешающих восприятию полезных сигналов, нарушающих тишину, оказывающих вредное или раздражающее воздействие на организм человека, снижающих его работоспособность.

Звук как физическое явление представляет собой волновое колебание упругой среды. Звуковые волны возникают в том случае, когда в упругой среде имеется колеблющееся тело или когда частицы упругой среды (газообразной, жидкой или твердой) приходят в колебательное движение в продольном или поперечном направлении в результате воздействия на них какой-либо возмущающей силы. Как физиологическое явление звук определяется ощущением, воспринимаемым органом слуха при воздействии на него звуковых волн. В газообразной среде (воздухе) могут распространяться только продольные волны, в которых частицы среды колеблются вдоль направления распространения волны. Направление распространения звуковой волны называют звуковым лучом. Фронт волны перпендикулярен звуковому лучу. В общем случае фронт волны имеет сложную форму, но в практических случаях ограничиваются рассмотрением трех видов волн: плоской, сферической и цилиндрической.

Звуковые волны распространяются с определенной скоростью, называемой скоростью звука (c). В газообразных средах скорость звука зависит в основном от их плотности и атмосферного давления. Скорость звука в воздухе при температуре 20°C и нормальном атмосферном давлении равна 344 м/с.

Область пространства, в которой распространяются звуковые волны, называют звуковым полем. Физическое состояние среды в звуковом поле или, точнее, изменение этого состояния, обусловленное наличием звуковых волн, характеризуется обычно звуковым давлением

(p), т. е. разностью между значением полного давления и средним статическим давлением, которое наблюдается в воздухе при отсутствии звукового поля. Звуковое давление, изменяющееся во времени от нуля до максимальной величины, оценивают не мгновенной величиной, а среднеквадратичным значением за период колебания. Звуковое давление представляет собой силу, действующую на единицу поверхности. Единица измерения звукового давления — паскаль ($1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2$).

Длиной звуковой волны (λ) называют расстояние, измеренное вдоль направления распространения звуковой волны между двумя ближайшими точками звукового поля, в которых фаза колебаний частиц среды одинакова. В изотропных средах длина волны λ связана с частотой f и скоростью звука c простой зависимостью $\lambda = c/f$.

Частоты акустических колебаний в пределах от 20 до $20\,000$ Гц называют звуковыми, ниже 20 Гц — инфразвуковыми, а выше $20\,000$ Гц — ультразвуковыми. Звуковые частоты делят на низкие, средние и высокие. Примерная граница между низкими и средними частотами составляет 200 — 300 Гц, между средними и высокими 1000 — 1250 Гц. На рис. 1 для наглядности приведена зависимость длины волны от частоты.

При распространении звуковых волн происходит перенос звуковой энергии в пространстве. Отдельные источники шума характеризуются звуковой мощностью (P). Звуковой мощностью называют общее количество звуковой энергии, излучаемой источником шума за единицу времени (единица измерения — Вт). Важной характеристикой всякого источника шума (источника звуковых волн) является направленность излучения. Обычно реальные источники шума имеют неравномерное излучение по различным направлениям. Неравномерность излучения характеризуется коэффициентом направленности

$$Q = p_r^2 / p_{\text{ср}}^2,$$

где p_r — звуковое давление на фиксированном расстоянии r от источника шума в данном направлении, Па; $p_{\text{ср}}$ — звуковое давление,

усредненное по всем возможным направлениям излучения при том же фиксированном расстоянии, Па.

Звуковое давление и звуковая мощность источников шума изменяются в очень широких пределах. Например, звуковое давление практически может составлять примерно от $2 \cdot 10^{-5}$ до $2 \cdot 10^4$ Па. Отношение этих значений звукового давления составляет 10^9 . Пользоваться абсолютными значениями таких сильно различающихся между собой величин крайне неудобно. Кроме того, орган слуха человека различает не разность, а кратность изменения абсолютных значений звуковых давлений. В технической акустике принято измерять звуковое давление и звуковую мощность не в абсолютных, а в относительных логарифмических единицах — децибелах. Поэтому шум оценивают не абсолютной величиной — звуковым давлением, а его уровнем, т. е. отношением создаваемого звукового давления к давлению, принятому за единицу сравнения. Единицей сравнения служит пороговое значение звукового давления p_0 , равное $2 \cdot 10^{-5}$ Па. Таким образом, вместо шкалы абсолютных значений звукового давления и звуковой мощности используется относительная логарифмическая шкала, где каждому последующему делению шкалы соответствует изменение звукового давления или звуковой мощности не на определенное число единиц, а в определенное число раз, что позволяет резко сократить диапазон значений указанных величин.

Уровень звукового давления L , дБ, определяется по формуле

$$L = 10 \lg(p^2/p_0^2) = 20 \lg(p/p_0),$$

где p — звуковое давление, Па; p_0 — пороговое звуковое давление, равное $2 \cdot 10^{-5}$ Па.

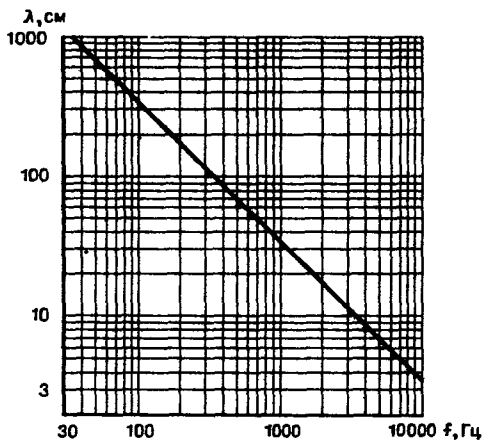


Рис. 1. Зависимость длины волны в воздухе от частоты при температуре 20°C

Каждому удвоению звукового давления соответствует изменение уровня звукового давления на 6 дБ. Логарифмические единицы уровней звукового давления являются не абсолютными, а относительными и потому безразмерными единицами. Однако после того как пороговое значение p_0 было стандартизовано, определяемые относительно него уровни звукового давления приобрели смысл абсолютных значений, так как они однозначно характеризуют соответствующее значение звукового давления. В табл. 1 приведены средние значения уровней звукового давления ряда источников шума.

Уровень звуковой мощности L_p , дБ, определяется по формуле

$$L_p = 10 \lg(P/P_0),$$

где P — звуковая мощность, Вт; P_0 — пороговая звуковая мощность, равная $2 \cdot 10^{-12}$ Вт.

Т а б л и ц а 1

| Источник шума | Общий уровень звукового давления, дБ | Примечание |
|----------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| Тихая сельская местность | 20 | — |
| Шепот | 40 | На расстоянии 0,3 м |
| Речь средней громкости | 60 | На расстоянии 1,0 м |
| Металлорежущие станки | 80 — 90 | На рабочих местах |
| Ткацкие станки | 90 — 100 | То же |
| Магистральная улица | 85 — 100 | На расстоянии 7,5 м |
| Отбойный молоток | 100 | На расстоянии 1 м |
| Выступление поп-оркестра | 110 | То же |
| Взлет реактивного самолета | 125 | На расстоянии 100 м |
| Реактивный двигатель | 140 | На расстоянии 25 м |

Характеристику направленности излучения источников шума, которая необходима для расчетов уровней звукового давления на заданных расстояниях в определенном направлении от источников шума, обычно выражают через показатель направленности излучения, определяемый по формуле

$$ПН = L - \bar{L},$$

где L — уровень звукового давления в заданном направлении на фиксированном расстоянии от источника шума, дБ; \bar{L} — усредненный по всем направлениям уровень звукового давления на том же фиксированном расстоянии, дБ.

Показатель направленности $ПН$ связан с коэффициентом направленности Q простым соотношением

$$ПН = 10 \lg Q.$$

Иногда характеристику направленности источника шума выражают через угловое распределение относительных уровней звукового давления, представляющее собой значения уровней звукового давления, измеренных в фиксированных точках, расположенных обычно через 30° в какой-либо плоскости на сферической или полусферической поверхности, и отнесенных к одному из измеренных значений, принятому за основное.

Звуковая энергия, излучаемая источником шума, распределена по частотам. Поэтому необходимо знать частотный спектр, т. е. значения уровней звукового давления или уровней звуковой мощности на отдельных частотах. Спектр случайных или непериодических процессов, которые характерны для значительного большинства источников шума в горо-

дах, является сплошным, поэтому он обычно представляется в полосах частот определенной ширины (Δf). Эти полосы ограничиваются нижней f_1 и верхней f_2 граничными частотами. За среднюю частоту полосы обычно принимают среднегеометрическую частоту f :

$$f = \sqrt{f_1 f_2}.$$

При проведении акустических расчетов и измерениях шумов чаще всего используют октавные полосы частот. Октавной полосой частот называется полоса частот, у которой отношение граничных частот $f_2/f_1 = 2$. Если $f_2/f_1 = \sqrt[3]{2} = 1,26$, то ширина полосы равна $1/3$ октавы. Акустические расчеты, измерения и нормирование шума в городах производятся в звуковом диапазоне частот от 45 до 11200 Гц. Этому диапазону соответствуют октавные полосы частот с граничными среднегеометрическими частотами, указанными в табл. 2.

Уровни звукового давления или звуковой мощности, отнесенные к октавным полосам частот, называют октавными уровнями, а уровни, отнесенные ко всем полосам частот — общими уровнями.

Для оценки шума одним числом, учитывающим субъективную оценку его человеком, в настоящее время широко используется «уровень звука» (в дБА) — общий уровень звукового давления, измеряемый шумомером на кривой частотной коррекции А, характеризующей приближенно частотную характеристику восприятия шума человеческим ухом. (Эта кривая коррекции А соответствует кривой равной громкости с уровнем звукового давления

Т а б л и ц а 2

| | | | | | | | | |
|----------------------------------|-------|--------|---------|---------|----------|-----------|-----------|------------|
| Граничная частота, Гц | 45—90 | 90—180 | 180—355 | 355—710 | 710—1400 | 1400—2800 | 2800—5600 | 5600—11200 |
| Среднегеометрическая частота, Гц | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |

Т а б л и ц а 3

| | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
| Частота, Гц | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
| Относительная частотная характеристика кривой коррекции А | -26,2 | -16,1 | -8,6 | -3,2 | 0 | +1,2 | +1,0 | -1,1 |

40 дБ на частоте 1000 Гц). Относительная частотная характеристика кривой коррекции A приведена в табл. 3.

В практике борьбы с шумом часто бывает необходимо сложить уровни звукового давления (уровни звука) двух или более источников шума, найти средний уровень или по октавным уровням рассчитать общий уровень звукового давления. Сложение уровней производится с помощью табл. 4.

постоянно работающих насосных, вентиляционных и компрессорных установок, а также инженерного и технологического оборудования промышленных предприятий (воздухоуловки, испытательных стендов и др.).

Непостоянные шумы можно подразделить на колеблющиеся во времени, уровень звука которых непрерывно изменяется во времени; прерывистые, уровень звука которых резко падает до уровня фонового шума несколько

Т а б л и ц а 4

| | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| Разность двух складываемых уровней, дБ или дБА | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 15 | 20 |
| Добавка к большему уровню, дБ или дБА | 3 | 2,5 | 2,1 | 1,8 | 1,5 | 1,2 | 1 | 0,8 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0 |

Последовательное сложение уровней звукового давления (уровней звука) начинают с максимального уровня. Сначала определяют разность двух складываемых уровней, а затем из установленной разности по табл. 4 находят добавку, которую прибавляют к большему из складываемых уровней. Аналогичное действие проводят с указанной суммой двух уровней и третьим уровнем и т. д. Предположим, что надо сложить уровни звукового давления $L_1=76$ дБ и $L_2=72$ дБ. Разность уровней составляет $76-72=4$ дБ. В табл. 4 по разности уровней, равной 4 дБ, находим добавку $\Delta L=1,5$ дБ. Суммарный уровень звукового давления $L_{\text{сум}}=L_{\text{бол}}+\Delta L=76+1,5=77,5$ дБ.

Шум большинства городских источников включает звуки почти всех полос частот звукового диапазона, но отличается разным распределением уровней звукового давления по частотам и неодинаковым изменением их по времени. Классификация шумов, действующих на человека, производится по их спектральным и временным характеристикам.

По виду спектра шумы могут быть разбиты на низкочастотные с максимумом звукового давления в области частот ниже 300 Гц, среднечастотные с максимумом звукового давления в области частот 300—800 Гц и высокочастотные с максимумом звукового давления в области частот выше 1000 Гц. По временным характеристикам шумы подразделяются на постоянные, уровень звука которых изменяется во времени не более чем на 5 дБА, и непостоянные, уровень звука которых изменяется во времени более чем на 5 дБА.

К постоянным шумам относятся шумы

раз за время наблюдения, причем длительность интервалов, в течение которых уровень звука остается постоянным и превышающим уровень фонового шума, составляет 1 с и более, и импульсные, состоящие из одного или нескольких следующих друг за другом звуковых импульсов длительностью менее 1 с. К постоянно колеблющемуся шуму относится шум автомобильного транспорта, к прерывистым шумам — шум железнодорожного транспорта, холодильных установок, а также некоторых непостоянно работающих установок промышленных предприятий. К импульсным шумам можно отнести шум пневматических молотков, кузнечно-прессового оборудования, сваебойных машин.

Методы оценки шума зависят в первую очередь от его временного характера. Постоянный шум оценивается в уровнях звукового давления L в дБ в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц. Этот метод оценки постоянного шума является основным. Для оценки непостоянных шумов, а также для ориентировочной оценки постоянных шумов используют уровень звука в дБА. Необходимо отметить, что для оценки шумов в городах преимущественно применяют уровни звука.

1.2 КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ШУМА

Шумовой режим селитебных территорий в городах определяется воздействием целого ряда источников внешнего шума. К таким

источникам прежде всего относятся средства автомобильного, железнодорожного и воздушного транспорта, ряд промышленных предприятий и установок, открытые трансформаторные подстанции глубокого ввода, погрузочно-разгрузочные работы у магазинов, а также различные виды жизнедеятельности населения, связанные с эмиссией шума (спортивные игры, игры детей). Подавляющее большинство этих источников создают непостоянный шум, уровни звука которого значительно изменяются во времени.

В результате проведения широких исследований по изучению отрицательных последствий воздействия на человека какого-либо одного вида источника шума, например, рельсовых или моторных средств наземного транспорта, самолетов или промышленных предприятий были разработаны методы измерения и оценки различных видов шумов, многие из которых широко применяются и стали основой соответствующих стандартов.

В то же время переход от одного метода оценки к другому часто встречает большие затруднения. Если бы шумовой режим определялся только одним видом источников шума, то не возникла бы необходимость унификации методов оценки шумового режима. Однако шум окружающей человека среды образуется в результате сложного суммирования шумов многих источников, причем распределение разных видов шума способно изменяться от одного момента времени к другому. Это вызвало необходимость установления одного критерия оценки шумового режима окружающей среды в населенных местах независимо от вида источников шума и их сочетания.

Техническим комитетом № 43 (Акустика) Международной организации по стандартизации разработан новый стандарт «Акустика. Измерение и оценка шума окружающей среды», состоящий из трех частей: «Основные величины и методики», «Получение данных, относящихся к использованию территории» и «Использование для установления допустимых уровней и выявления жалоб» [4]. Предполагается, что на основе данного стандарта компетентные органы могут устанавливать допустимые уровни шума и контролировать соответствие результатов измерений и оценок этим допустимым значениям.

В качестве основной величины для оценки шумового режима в местах отдыха, прожи-

вания и работы населения установлен эквивалентный уровень звука. Эквивалентным (по энергии) уровнем звука называется значение уровня звука длительного постоянного шума, который в пределах регламентируемого интервала времени T имеет то же самое среднеквадратическое значение уровня звука, что и рассматриваемый непостоянный шум, уровень звука которого изменяется во времени. Эта величина определяется по формуле

$$L_{AэквT} = 10 \lg \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \frac{P_{A(t)}^2}{P_0^2} dt \right],$$

где $L_{AэквT}$ — эквивалентный уровень звука, полученный для интервала времени T , начинающегося в t_1 и заканчивающегося в t_2 , дБА; P_0 — пороговое значение звукового давления, равное $2 \cdot 10^{-5}$ Па; $P_{A(t)}$ — мгновенное значение звукового давления, скорректированного по кривой корреляции A шумового сигнала, Па.

Уровнем звука экспозиции шума отдельного шумового явления (события) называется величина (в дБА), определяемая по формуле

$$L_{AE} = 10 \lg \frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} \frac{P_{A(t)}^2}{P_0^2} dt,$$

где $P_{A(t)}$ — мгновенное значение звукового давления, скорректированного по кривой коррекции A шумового сигнала, Па; $t_2 - t_1$ — установленный интервал времени, достаточно продолжительный для того, чтобы охватить все шумовые явления P_0 — пороговое значение звукового давления, равно $2 \cdot 10^{-5}$ Па; t_0 — стандартная продолжительность действия шума, равная 1 с.

К весьма важным вопросам относится установление интервала времени, в течение которого должны проводиться измерения и оценка непостоянного шума. Интервалом времени измерений является интервал времени, в течение которого осуществляются интегрирование и осреднение уровней звука. Этот интервал зависит от типа временной характеристики шума.

Базисным интервалом времени считается интервал, к которому может быть отнесен эквивалентный уровень звука. Он должен устанавливаться в национальных и международных стандартах или компетентными органами и охватывать все типичные периоды деятельности человека, а также вариации работе источников шума (например, изменен-

интенсивности движения транспорта или часов работы промышленных предприятий). В отношении деятельности людей к базисным интервалам относят периоды дневного и ночного времени суток.

Длительный интервал времени — это регламентируемый интервал, для которого результаты измерений шума являются репрезентативными. Длительный интервал времени состоит из серии базисных интервалов времени; он определяется для описания шума окружающей среды и обычно устанавливается компетентными органами. В соответствии с этим определением средний уровень звука за длительный интервал времени представляет собой осредненные в течение длительного интервала времени эквивалентные уровни звука для серии базисных интервалов времени, заключенных в пределах длительного интервала времени. Осреднение должно проводиться по формуле

$$L_{A\text{cp},LT} = 10 \lg \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0,1L_{A\text{экв}T_i}} \right],$$

где N — число базисных интервалов времени оценки; $L_{A\text{экв}T_i}$ — эквивалентный уровень звука в i -м базисном интервале времени оценки.

Наиболее важным является оценочный уровень звука, представляющий собой эквивалентный уровень звука в течение определенного регламентированного интервала времени с учетом установленных поправок на тональный характер и импульсность шума. В конечном счете необходимо определить средний оценочный уровень звука за длительный интервал времени — осредненные в течение длительного интервала времени оценочные уровни звука для серии базисных интервалов времени, заключенных в пределах длительного интервала времени. Осреднение должно проводиться по формуле

$$L_{AZ,LT} = 10 \lg \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0,1L_{AZT_i}} \right],$$

где L_{AZT_i} — оценочный уровень звука в i -м базисном интервале времени.

В некоторых случаях может оказаться желательным описать шумовой режим, используя как эквивалентный длительный уровень звука, так и распределение уровней звука во времени. Для этого определяются процентные уровни звука, например L_{A1} или L_{A95} . Процентным уровнем звука называется уровень звука,

полученный при использовании временной характеристики «F» (быстро), который превышает в N % рассматриваемого интервала времени.

Следует отметить, что под термином «шум окружающей среды» понимается общий шум в данной ситуации в рассматриваемый интервал времени, обычно состоящий из шумов (звуков) от многих источников, близких и удаленных.

Конкретным (определенным) шумом называется составляющая шума окружающей среды, которую можно выделить, пользуясь средствами акустических измерений, и которую можно соотнести с определенным источником шума.

Иногда шум окружающей среды, остающийся в данном месте и в данной ситуации, когда один или несколько конкретных источников шума подавлены, называют остаточным (фоновым) шумом.

Начальным шумом называют шум окружающей среды, преобладающий в данном месте до каких-либо изменений в шумовой ситуации.

Для оценки, нормирования и экономических расчетов ущерба, причиненного воздействием шума, можно использовать в первую очередь оценочный уровень звука за определенный регламентированный интервал времени и оценочный уровень звука за длительный регламентированный интервал времени.

К измеряемым и (или) рассчитываемым по результатам измерений величинам относятся процентный уровень звука, уровень звука экспозиции шума, эквивалентный длительный уровень звука. Средний уровень звука за длительный интервал времени, оценочный уровень звука, оценочный уровень звука за длительный период обычно являются расчетными величинами.

Полученные в результате расчетов или измерений величины должны репрезентативно (статистически объективно) отражать уровни звука в заданной точке. Методику измерений, т. е. средства измерений, число измерительных точек, число и длительность интервалов измерений следует выбирать в зависимости от характера и природы источников шума, а также от значимости результатов для использования территории.

Можно предложить следующие общие рекомендации по методам определения эквивалентных длительных уровней звука.

Измерительная система должна позволять непосредственно или косвенным образом определять эквивалентный длительный уровень звука. В качестве средств измерений можно

использовать следующие приборы: а) интегрирующий — осредняющий шумомер, установленный на частотную характеристику A ; б) измеритель уровня звука экспозиции шумового явления; в) шумомер, установленный на частотную характеристику A и постоянную времени «Slow» (медленно); г) регистратор-счетчик (накопитель) данных для определения текущих значений уровней звука; д) анализатор статистического распределения для выбора текущих значений уровней звука. Последние два средства измерений можно применять также для получения значений процентных уровней звука. При шумах импульсного или флукутирующего (изменяющегося во времени) характера обязательно следует использовать интегрирующий шумомер или измеритель экспозиции шумового давления.

Для измерения постоянных шумов со ступенчатыми изменениями уровней звука можно применять обычный шумомер.

При флукутирующих шумах приближенные результаты можно получить также выборочными методами (методами статистической обработки отдельных явлений), пользуясь регистратором-счетчиком и анализатором статистического распределения.

Полученные в результате измерений значения необходимо сравнивать с предельно допустимыми величинами.

Из изложенного выше можно сделать вывод, что оценку шумовых режимов в местах пребывания человека и сопоставление с нормами допустимого шума следует проводить

отдельно за полные дневные или ночные периоды. Кроме того, если шум дорожного движения до настоящего времени оценивался только в часы пик, то теперь шумовой характеристикой транспортного потока следует считать эквивалентный уровень звука в течение дневного или ночного времени.

Во многих случаях цель описания шума окружающей среды (шумового режима) состоит в том, чтобы разработать прогноз шумовой ситуации, которая возникает в результате строительства проектируемых, пока несуществующих зданий и сооружений, например, промышленных предприятий или предприятий автомобильного, рельсового и воздушного транспорта. Для тихих селитебных территорий задачи необходимо решать, пользуясь соответствующими расчетами или проводя исследования на моделях.

На селитебных территориях шумовой режим, создаваемый планируемыми видами деятельности, весьма полезно представлять в виде шумовых зон (карт). Рекомендуется использовать кривые (контуры), обозначающие границы между шумовыми зонами, кратными 3 дБ. Границы зон следует обозначать их верхними и нижними предельными значениями в дБА. Эти зоны можно графически представить на шумовой карте рассматриваемой территории.

Для обозначения участков, занимаемых на карте различными шумовыми зонами, рекомендуется использовать различные цвета с графическими способами выделения в зависимости от уровней шума (табл. 5).

Т а б л и ц а 5

| Шумовая зона, дБА | Цвет | Графическое обозначение |
|-------------------|---------------------------|----------------------------------------------|
| 51 — 53 | Светло-зеленый | Небольшие точки, малая плотность изображения |
| 54 — 56 | Зеленый | Средние по размеру точки, средняя плотность |
| 57 — 59 | Темно-зеленый | Большие точки, высокая плотность |
| 60 — 62 | Желтый | Вертикальные линии, малая плотность |
| 63 — 65 | Темно-желтый (охра) | Вертикальные линии, средняя плотность |
| 66 — 68 | Оранжевый | Вертикальные линии, высокая плотность |
| 69 — 71 | Светло-красный (киноварь) | Поперечная штриховка, низкая плотность |
| 72 — 74 | Темно-красный (кармин) | Поперечная штриховка, средняя плотность |
| 75 — 77 | Фиолетовый | Поперечная штриховка, высокая плотность |
| 78 — 80 | Голубой | Широкие вертикальные полосы |
| 80 — 83 | Синий | Полное зачернение |

Детали и масштабы карты зависят от размеров, рельефа и характера использования территории, от целей планировки (карта крупного масштаба применяется при принятии решений о выборе места размещения новых источников шума и объектов, требующих защиты от шума, при изменении целей использования территорий, при принятии окончательных решений о размещении новых объектов, требующих защиты от шума), а также от стадии проектирования.

Шумовая карта должна составляться на основе официальных изданий карты определенного масштаба, изображающей существенные детали отдельных зданий, автодорожных сооружений, промышленных зон, сельскохозяйственных территорий, зеленых насаждений, горизонталей, указывающих высоту над уровнем моря. Рекомендуется принимать следующие масштабы или кратные им десятичные масштабы: 1:20 000, 1:50 000, 1:10 000. На шумовой карте обозначаются зоны с одинаковыми уровнями или вычерчиваются границы шумовых зон. Целесообразно также указывать на карте точки, в которых были получены рассчитанные или измеренные уровни.

1.3. НОРМЫ ДОПУСТИМОГО ШУМА НА ТЕРРИТОРИЯХ И В ПОМЕЩЕНИЯХ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Для защиты населения от шума решающее значение имеют санитарно-гигиенические нормативы допустимых уровней шума, поскольку они определяют необходимость разработки тех или иных мер по шумозащите в городах. Цель гигиенического нормирования — профилактика функциональных расстройств и заболеваний, развития чрезмерного утомления и снижения трудоспособности населения при кратковременном или продолжительном действии шума в окружающей среде. В зависимости от своего назначения помещения зданий и селитебные территории должны быть соответственно защищены от шума. Степень шумозащищенности в первую очередь определяется нормами допустимого шума для помещения или территории данного назначения. Проникающие в помещения или на территорию шумов от любых источников не должны превышать нормативных величин.

Такие нормы устанавливаются в главах СНиП, стандартах или санитарных нормах [2, 6, 7, 9]. Нормируемыми параметрами

постоянного шума в расчетных точках являются уровни звукового давления L , дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц. Для ориентировочных расчетов допускается использовать уровни звука L_A , дБА. Нормируемыми параметрами непостоянного шума в расчетных точках являются эквивалентные уровни звука $L_{Aэкв}$, дБА, и максимальные уровни звука $L_{Aмакс}$, дБА. Допустимые уровни шума на рабочих местах в производственных и вспомогательных зданиях, на площадках промышленных предприятий, в помещениях общественных зданий следует принимать по табл. 6.

Допустимые уровни звука в помещениях жилых и общественных зданий и на территории застройки следует принимать по табл. 7 с поправками по табл. 8. Следует учитывать, что допустимые уровни шума от внешних источников в помещениях устанавливаются при условии обеспечения нормативной вентиляции помещений (для жилых помещений, палат больниц и санаториев, классов помещений при открытых форточках, фрамугах, узких створках окон). Эквивалентные и максимальные уровни звука в дБА для шума, создаваемого средними автомобильного, железнодорожного, авиационного транспорта, в 2 м от ограждающих конструкций первого эшелона шумозащитных и шумозащищенных зданий гостиниц, общежитий и жилых зданий, обращенных в сторону магистральных улиц общегородского и районного значения, а также железных дорог, допускается принимать на 10 дБА выше (поправка $\Delta = +10$ дБА) указанных в пп. 9 и 10 табл. 7.

Для шума, создаваемого в помещениях и на территориях, прилегающих к зданиям, системами кондиционирования воздуха, воздушного отопления и вентиляции, допустимые уровни должны быть приняты на 5 дБ (дБА) ниже [поправка $\Delta = -5$ дБ (дБА)] приведенных табл. 7.

Для шума, создаваемого в помещениях и на территориях, прилегающих к зданиям, источниками авиационного шума (самолетами), допустимые максимальные уровни звука должны быть приняты на 5 дБА выше (поправка $\Delta = +5$ дБА) приведенных в табл. 7.

Поправки на местоположение объекта следует учитывать только для внешних источников шума в жилых комнатах квартир, спальных помещениях домов отдыха и пансионатов,

Таблица 6

| Помещения | Уровни звукового давления L , дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | Уровни звука L_A и эквивалентные уровни звуков $L_{A экв}$, дБА | Максимальные уровни звука $L_{Амакс}$, дБА |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | | |
| 1. Рабочие помещения управлений, рабочие помещения конструкторских, проектных организаций и научно-исследовательских институтов, здравпункты производственных предприятий | 71 | 61 | 54 | 49 | 45 | 42 | 40 | 38 | 50 | 65 |
| 2. Рабочие помещения управлений и лабораторий производственных предприятий | 79 | 70 | 63 | 58 | 55 | 52 | 50 | 49 | 60 | 75 |
| 3. Рабочие помещения диспетчерских служб, кабины наблюдения и дистанционного управления с речевой связью по телефону, машиннописные бюро, помещения и участки точной сборки | 83 | 74 | | 63 | 60 | 57 | 55 | 54 | 65 | 80 |
| 4. Помещения лабораторий для проведения экспериментальных работ, помещения шумных агрегатов вычислительных машин, кабины наблюдения и управления без речевой связи по телефону, производственные помещения для работ, требующих повышенного внимания | 94 | 87 | 82 | 78 | 75 | 73 | 71 | 69 | 80 | 95 |
| 5. Помещения с постоянными рабочими местами и рабочими зонами на производственных предприятиях и рабочие места на территории предприятий: | | | | | | | | | | |
| предельно допустимые | 99 | 92 | 86 | 83 | 80 | 78 | 76 | 74 | 85 | 100 |
| рекомендуемые | 94 | 87 | 82 | 78 | 75 | 73 | 71 | 69 | 80 | 95 |

Примечания: 1. Рекомендуемыми уровнями шума по п. 5 следует пользоваться, если шумовые характеристики технологического оборудования удовлетворяют предельно допустимым шумовым характеристикам (ПДШХ), установленным по ГОСТ 12.1.023 — 80*.

2. Для тонального и импульсного шума допустимые уровни, приведенные в табл. 6, должны быть уменьшены на 5 дБ.

3. Для шума, создаваемого в помещениях установками кондиционирования воздуха, вентиляции и воздушного отопления, допустимые уровни должны быть приняты на 5 дБ (дБ) ниже приведенных в табл. 6.

| Помещения или территории | Время суток, ч | Уровни звукового давления L , дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц | | | | | | | | Уровни звука L_A и эквивалентные уровни звука $L_{Aэкв}$ дБА | Максимальные уровни звука $L_{Aмакс}$ дБА |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| | | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | | |
| 1. Палаты больницы и санаториев, операционные больницы | 7—23 | 59 | 48 | 40 | 34 | 30 | 27 | 25 | 23 | 35 | 50 |
| | 23—7 | 51 | 39 | 31 | 24 | 20 | 17 | 14 | 13 | 25 | 40 |
| 2. Кабинеты врачей поликлиник, амбулаторий, диспансеров, больниц, санаториев | — | 59 | 48 | 40 | 34 | 30 | 27 | 25 | 23 | 35 | 50 |
| 3. Классные помещения, учебные кабинеты, учительские комнаты, аудитории школ и других учебных заведений, конференц-залы, читательские залы библиотек | — | 63 | 52 | 45 | 39 | 35 | 32 | 30 | 28 | 40 | 55 |
| 4. Жилые комнаты квартир, жилые помещения домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, спальные помещения в детских дошкольных учреждениях и школах-интернатах | 7—23 | 63 | 52 | 45 | 39 | 35 | 32 | 30 | 28 | 40 | 55 |
| | 23—7 | 55 | 44 | 35 | 29 | 25 | 22 | 20 | 18 | 30 | 45 |
| 5. Номера гостиниц и жилые комнаты общежитий | 7—23 | 67 | 57 | 49 | 44 | 40 | 37 | 35 | 33 | 45 | 60 |
| | 23—7 | 59 | 48 | 40 | 34 | 30 | 27 | 25 | 23 | 35 | 50 |
| 6. Залы кафе, ресторанов, столовых | — | 75 | 66 | 59 | 54 | 50 | 47 | 45 | 43 | 55 | 70 |
| 7. Торговые залы магазинов, пассажирские залы аэропортов и вокзалов, приемные пункты предприятий бытового обслуживания | — | 79 | 70 | 63 | 58 | 55 | 52 | 50 | 49 | 60 | 75 |
| 8. Территории, непосредственно прилегающие к зданиям больниц и санаториев | 7—23 | 67 | 57 | 49 | 44 | 40 | 37 | 35 | 33 | 45 | 60 |
| | 23—7 | 59 | 48 | 40 | 34 | 30 | 27 | 25 | 23 | 35 | 50 |
| 9. Территории, непосредственно прилегающие к жилым домам, зданиям поликлиник, амбулаторий, диспансеров, домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, детских дошкольных учреждений, школ и других учебных заведений, библиотек | 7—23 | 75 | 66 | 59 | 54 | 50 | 47 | 45 | 43 | 55 | 70 |
| | 23—7 | 67 | 57 | 49 | 44 | 40 | 37 | 35 | 33 | 45 | 60 |
| 10. Территории, непосредственно прилегающие к зданиям гостиниц и общежитий | 7—23 | 79 | 70 | 63 | 58 | 55 | 52 | 50 | 49 | 60 | 75 |
| | 23—7 | 71 | 61 | 54 | 49 | 45 | 42 | 40 | 38 | 50 | 65 |
| 11. Площадки отдыха на территории больниц и санаториев | — | 59 | 48 | 40 | 34 | 30 | 27 | 25 | 23 | 35 | 50 |

| Помещения или территории | Время суток, ч | | | | | | | | | Уровни звука L_A и эквивалентные уровни звука $L_{Aэкв}$ дБА | Максимальные уровни звука L дБА |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----|-----|-----|-----|------|------|------|------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| | | 63 | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 | | |
| 12. Площадки отдыха на территории микрорайонов и групп жилых домов, домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, площадки детских дошкольных учреждений, школ и других учебных заведений | — | 67 | 57 | 49 | 44 | 40 | 37 | 35 | 33 | 45 | 60 |

Таблица 8

| Влияющий фактор | Условия | Поправка в дБ или дБА | Влияющий фактор | Условия | Поправка в дБ или дБА |
|------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------|------------------------------|-----------------------|
| Характер шума | Широкополосный | 0 | | туризма, зеленая зона города | 0 |
| | Тональный, импульсный | - 5 | | | |
| Местоположение объекта | Курортный район, места отдыха, | - 5 | | Новый проектируемый район | + 5 |
| | | | | Район сложившейся застройки | |

спальных помещениях детских дошкольных учреждений и школ-интернатов, в домах-интернатах для престарелых и инвалидов, палатах

больниц и спальных комнатах санаториев, жилых комнатах общежитий и номерах гостиниц, а также на территориях жилой застройки.

2. ИСТОЧНИКИ ШУМА В ГОРОДЕ, ИХ ШУМОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

2.1. АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ, АВТОБУСЫ, ТРОЛЛЕЙБУСЫ

В процессе расчета и проектирования средств защиты застройки от транспортного шума, как правило, рассматривают не отдельные средства транспорта, а комплексные источники шума — транспортные потоки. С целью унификации методов определения исходных данных для акустического расчета разработаны и стандартизованы методы измерения и оценки шумовых характеристик потоков грузовых и легковых автомобилей, автобусов и троллейбусов [3]. Определены математические зави-

симости шумовых характеристик от интенсивности, скорости движения и состава транспортных потоков, что позволяет прогнозировать динамику изменения шумового режима на магистральных улицах и дорогах [8].

В соответствии со стандартом [3] шумовой характеристикой потоков автомобилей, автобусов и троллейбусов является эквивалентный уровень звука $L_{Aэкв}$, дБА, на расстоянии 7,5 м от оси первой полосы движения. На стадиях технико-экономического обоснования развития города и разработки проекта генерального плана города шумовую характеристику потоков средств автомобильного транспорта допускается принимать по табл. 9.

Т а б л и ц а 9

| Категория улиц и дорог | Число полос движения проезжей части в обоих направлениях | Шумовая характеристика средств автомобильного транспорта $L_{Аэкв}$, дБА |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Магистральные дороги скоростного движения | 8 6 4 | 83 82 81 |
| Магистральные улицы общегородского значения: непрерывного движения | 8 6 | 80 79 |

Продолжение табл. 9

| Категория улиц и дорог | Число полос движения проезжей части в обоих направлениях | Шумовая характеристика средств автомобильного транспорта $L_{Аэкв}$, дБА |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| регулируемого движения | 4 8 6 4 6 | 78 78 77 76 76 |
| Магистральные дороги регулируемого движения | 4 2 | 75 73 |
| Магистральные улицы районного значения | 4 2 | 75 73 |

На стадиях разработки проектов детальной планировки и проектов застройки, когда известны характеристики движения и состава транспортных потоков, параметры поперечного и продольного профиля магистральных улиц и до-

рог, тип покрытия проезжей части улицы или дороги, шумовая характеристика потоков средств автомобильного транспорта определяется по табл. 10 с учетом поправок, приведенных в табл. 11—13. В соответствии с тре-

Т а б л и ц а 10

| Доля грузовых автомобилей, автобусов и троллейбусов в потоке, % | Эквивалентный уровень звука $L_{Аэкв}$, дБА | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | При интенсивности движения, авт/ч | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 50 | 55 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 125 | 140 | 150 | 180 | 200 | 220 | 250 | 280 | 300 |
| 5 | 55 | — | 56 | — | 57 | — | 58 | — | 59 | — | 60 | — | 61 | — | 62 | — | 63 |
| 10 | — | 58 | — | 59 | — | 60 | — | 61 | — | 62 | — | 63 | — | 64 | — | 65 | — |
| 20 | 60 | — | 61 | — | 62 | — | 63 | — | 64 | — | 65 | — | 66 | — | 67 | — | 68 |
| 30 | — | 62 | — | 63 | — | 64 | — | 65 | — | 66 | — | 67 | — | 68 | — | 69 | — |
| 40 | — | 63 | — | 64 | — | 65 | — | 66 | — | 67 | — | 68 | — | 69 | — | 70 | — |
| 50 | — | 64 | — | 65 | — | 66 | — | 67 | — | 68 | — | 69 | — | 70 | — | 71 | — |
| 60 | 64 | — | 65 | — | 66 | — | 67 | — | 68 | — | 69 | — | 70 | — | 71 | — | 72 |
| 70 | — | 65 | — | 66 | — | 67 | — | 68 | — | 69 | — | 70 | — | 71 | — | 72 | — |
| 80 | 65 | — | 66 | — | 67 | — | 68 | — | 69 | — | 70 | — | 71 | — | 72 | — | 73 |
| 90 | — | 66 | — | 67 | — | 68 | — | 69 | — | 70 | — | 71 | — | 72 | — | 73 | — |
| 100 | 66 | — | 67 | — | 68 | — | 69 | — | 70 | — | 71 | — | 72 | — | 73 | — | 74 |

Продолжение табл. 10

| Доля грузовых автомобилей, автобусов и троллейбусов в потоке, % | Эквивалентный уровень звука $L_{Аэкв}$, дБА | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | При интенсивности движения, авт/ч | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 350 | 400 | 450 | 500 | 550 | 600 | 700 | 800 | 900 | 1000 | 1100 | 1250 | 1400 | 1500 | 1800 | 2000 | 2200 |
| 5 | — | 64 | — | 65 | — | 66 | — | 67 | — | 68 | — | 69 | — | 70 | — | 71 | — |
| 10 | 66 | — | 67 | — | 68 | — | 69 | — | 70 | — | 71 | — | 72 | — | 73 | — | 74 |
| 20 | — | 69 | — | 70 | — | 71 | — | 72 | — | 73 | — | 74 | — | 75 | — | 76 | — |
| 30 | 70 | — | 71 | — | 72 | — | 73 | — | 74 | — | 75 | — | 76 | — | 77 | — | 78 |
| 40 | 71 | — | 72 | — | 73 | — | 74 | — | 75 | — | 76 | — | 77 | — | 78 | — | 79 |
| 50 | 72 | — | 73 | — | 74 | — | 75 | — | 76 | — | 77 | — | 78 | — | 79 | — | 80 |
| 60 | — | 73 | — | 74 | — | 75 | — | 76 | — | 77 | — | 78 | — | 79 | — | 80 | — |
| 70 | 73 | — | 74 | — | 75 | — | 76 | — | 77 | — | 78 | — | 79 | — | 80 | — | 81 |
| 80 | — | 74 | — | 75 | — | 76 | — | 77 | — | 78 | — | 79 | — | 80 | — | 81 | — |
| 90 | 74 | — | 75 | — | 76 | — | 77 | — | 78 | — | 79 | — | 80 | — | 81 | — | 82 |
| 100 | — | 75 | — | 76 | — | 77 | — | 78 | — | 79 | — | 80 | — | 81 | — | 82 | — |

| Доля грузовых автомобилей, автобусов и троллейбусов в потоке, % | Эквивалентный уровень звука $L_{A_{экв}}$, дБА | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | При интенсивности движения, авт/ч | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2500 | 2800 | 3000 | 3500 | 4000 | 4500 | 5000 | 5500 | 6000 | 7000 | 8000 | 9000 | 10 000 | 11 000 | 12 500 | 14 000 | 15 000 |
| 5 | 72 | — | 73 | — | 74 | — | 75 | — | 76 | — | 77 | — | 78 | — | 79 | — | 80 |
| 10 | — | 75 | — | 76 | — | 77 | — | 78 | — | 79 | — | 80 | — | 81 | — | 82 | — |
| 20 | 77 | — | 78 | — | 79 | — | 80 | — | 81 | — | 82 | — | 83 | — | 84 | — | 85 |
| 30 | — | 79 | — | 80 | — | 81 | — | 82 | — | 83 | — | 84 | — | 85 | — | 86 | — |
| 40 | — | 80 | — | 81 | — | 82 | — | 83 | — | 84 | — | 85 | — | 86 | — | 87 | — |
| 50 | — | 81 | — | 82 | — | 83 | — | 84 | — | 85 | — | 86 | — | 87 | — | 88 | — |
| 60 | 81 | — | 82 | — | 83 | — | 84 | — | 85 | — | 86 | — | 87 | — | 88 | — | 89 |
| 70 | — | 82 | — | 83 | — | 84 | — | 85 | — | 86 | — | 87 | — | 88 | — | 89 | — |
| 80 | 82 | — | 83 | — | 84 | — | 85 | — | 86 | — | 87 | — | 88 | — | 89 | — | 90 |
| 90 | — | 83 | — | 84 | — | 85 | — | 86 | — | 87 | — | 88 | — | 89 | — | 90 | — |
| 100 | 83 | — | 84 | — | 85 | — | 86 | — | 87 | — | 88 | — | 89 | — | 90 | — | 91 |

Таблица 11

| Средняя скорость движения потока, км/ч | 20 | 30 | 40 | 50 |
|----------------------------------------|------|----|------|----|
| Поправка к $L_{A_{экв}}$, дБА | -6,5 | -4 | -2,5 | -1 |

| Средняя скорость движения потока, км/ч | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
|----------------------------------------|----|----|-----|-----|-----|
| Поправка к $L_{A_{экв}}$, дБА | 0 | 1 | 1,5 | 2,5 | 3 |

Таблица 12

| Влияющий фактор | Поправка к $L_{A_{экв}}$, дБА |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 1. Число полос движения проезжей части улицы или дороги в обоих направлениях: | |
| 2 | 2 |
| 4 | 1 |
| 6—8 | 0 |
| 2. Тип покрытия проезжей части улицы или дороги: | |
| асфальтобетонное | 0 |
| цементобетонное | 3 |

Таблица 13

| Продольный уклон улицы или дороги, % | Поправка к $L_{A_{экв}}$, дБА, при доле числа грузовых автомобилей, автобусов и троллейбусов в суммарном числе транспортных средств в потоке, % | | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| | 0 | 5 | 20 | 40 | 100 |
| 2 | — | 1 | 1 | 1,5 | 1,5 |
| 4 | 1 | 1,5 | 2,5 | 2,5 | 3 |
| 6 | 1 | 2,5 | 3,5 | 4 | 5 |
| 10 | 2 | 4,5 | 6 | 7 | 8 |

бованиями Международного стандарта [4], а также ГОСТ 23337—78* [1] шумовая характеристика должна учитывать изменения в интенсивности движения транспортных потоков, происходящие в течение дня. Поэтому шумовая характеристика определяется в зависимости от средней часовой интенсивности движения транспортных потоков за дневной период суток.

При отсутствии данных о средней часовой интенсивности движения за дневной период суток допускается принимать значение этой

величины равным 7% среднегодовой суточной интенсивности движения.

При размещении между полосами проезжей части разных направлений движения бульваров и пешеходных аллей шумовая характеристика потоков автомобилей, автобусов и троллейбусов определяется раздельно для каждого направления движения.

В местах пересечения магистральных улиц регулируемого движения на расстояниях до 50 м от оси перекрестка шумовая характеристика потоков автомобилей, автобусов и трол-

| Вид и тип автомобиля или общественного транспортного средства | Максимальный уровень звука, дБА, при скорости движения, км/ч | |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----|
| | 60 | 80 |

Легковые автомобили

| | | |
|-----------|----|----|
| ВАЗ | 74 | 78 |
| РАФ | 76 | 80 |
| «Москвич» | 78 | 82 |
| ГАЗ-24 | 78 | 82 |
| ЗАЗ | 81 | 85 |

Грузовые автомобили

| | | |
|---------|----|----|
| УАЗ | 83 | 87 |
| ГАЗ-53 | 86 | 90 |
| ГАЗ-52 | 86 | 90 |
| ЗИЛ-130 | 88 | 92 |
| КамАЗ | 89 | 93 |
| МАЗ | 94 | 98 |
| КрАЗ | 95 | 99 |

Общественные транспортные средства

| | | |
|--------------|----|----|
| Автобусы: | | |
| ПАЗ | 80 | 84 |
| ЛАЗ | 87 | 91 |
| ЛИАЗ | 88 | 92 |
| ИКАРУС | 88 | 92 |
| Троллейбусы: | | |
| ЗИУ-5 | 89 | 93 |
| ЗИУ-9 | 91 | 95 |

населения. Для таких и подобных им случаев санитарными нормами [6] предусмотрено нормирование шума по максимальному значению уровня звука.

Расчетный максимальный уровень звука $L_{\text{Амакс}}$, дБА, отдельных автомобилей и автобусов в потоке на расстоянии 7,5 м от оси первой полосы движения следует определять по табл. 17.

2.2. РЕЛЬСОВЫЙ ТРАНСПОРТ

Шумовой характеристикой потоков трамваев является эквивалентный уровень звука $L_{\text{Аэкв}}$, дБА, на расстоянии 7,5 м от оси трамвайного пути, ближнего к расчетной точке, определяемый по ГОСТ 20444—85 [3], по картам шума города или по табл. 18 в зависимости от средней часовой интенсивности движения, пар/ч, за дневной период суток и типа верхнего строения пути (основания).

Расчетный максимальный уровень звука $L_{\text{Амакс}}$, дБА, на таком расстоянии можно определять также по табл. 18 в зависимости от типа верхнего строения пути.

лейбусов определяется путем суммирования (по энергии) эквивалентных уровней звука, определенных отдельно для каждой магистральной улицы с учетом поправки согласно табл. 14.

Таблица 14

| Доля числа грузовых автомобилей, автобусов и троллейбусов в суммарном числе транспортных средств в потоке, % | Поправка к $L_{\text{Аэкв}}$, дБА | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----|-----|---------------------------------------------|
| | при доле разрешающей фазы в цикле светофора, % | | | при системе координированного регулирования |
| | 40 | 60 | 80 | |
| 10 | 1,5 | 1,0 | 0,5 | — |
| 20 | 2,0 | 1,5 | 1,0 | 0,5 |
| 40 | 2,5 | 2,0 | 1,5 | 1,0 |
| 60 | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 1,5 |
| 80 | 4,0 | 3,5 | 3,0 | 2,5 |

На улицах с интенсивностью движения менее 500 авт/ч и значительной долей троллейбусов в общем числе транспортных средств в потоке отдельно определяются шумовые характеристики потока автомобилей и автобусов и потоки троллейбусов с последующим их энергетическим суммированием. Шумовая характеристика потока троллейбусов — эквивалентный уровень звука $L_{\text{Аэкв}}$, дБА, на расстоянии 7,5 м от оси первой полосы движения — определяется по табл. 15 с учетом поправки согласно табл. 16.

Таблица 15

| Модель троллейбуса | Эквивалентный уровень звука $L_{\text{Аэкв}}$, дБА, при интенсивности движения, трол/ч | | | | | | | | |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | 60 | 80 |
| ЗИУ-5 | 55 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 |
| ЗИУ-9 | 57 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 |

Таблица 16

| Число полос движения проезжей части в обоих направлениях | 8 | 6 | 4 | 2 |
|----------------------------------------------------------|---|-----|---|---|
| Поправка к $L_{\text{Аэкв}}$, дБА | 1 | 1,5 | 2 | 3 |

В тех случаях, когда источниками шума являются не транспортные потоки, а отдельные средства транспорта, эквивалентный уровень звука за дневной период суток принимает столь малое значение, что не позволяет адекватно отразить субъективную реакцию

Таблица 18

| Основание | Эквивалентный уровень звука, дБА, при интенсивности движения, пар/ч | | | | | | | | | | | | Расчетный максимальный уровень звука, дБА |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------------------------------------|
| | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 15 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | |
| Шпально-песчаное | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 82 |
| Шпально-щебеночное на монолитной бетонной плите | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 83 |
| Шпально-щебеночное | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 86 |
| Монолитно-бетонное | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 92 |

Шумовой характеристикой потоков железнодорожных поездов является эквивалентный уровень звука $L_{\text{Экв}}$, дБА, на расстоянии 25 м от оси железнодорожного пути, ближнего к расчетной точке, определяемый по ГОСТ 20444—85 [3], по картам шума города или по табл. 19 в зависимости от средней часовой

интенсивности движения, пар/ч, за дневной период суток с учетом поправок согласно табл. 20 и 21.

Расчетный максимальный уровень звука $L_{\text{Макс}}$, дБА, железнодорожных поездов на таком же расстоянии можно определять также по табл. 19 с учетом поправки по табл. 20.

Таблица 19

| Вид поездов | Эквивалентный уровень звука, дБА, при интенсивности движения, пар/ч | | | | | | | | | | | | Расчетный максимальный уровень звука, дБА |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 15 | 20 | | |
| Пригородные поезда | 60 | 63 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 80 | |
| Пассажирские | 60 | 63 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | — | — | — | 76 | |
| Грузовые | 69 | 72 | 74 | 75 | 76 | 77 | — | — | — | — | — | 81 | |

Примечания: 1. Расчетная скорость движения принята равной 40 км/ч. 2. Расчетная длина пассажирских поездов принята равной 500 м, пригородных электропоездов — 200 м, грузовых поездов — 1200 м. 3. На участках железнодорожных путей, уложенных на деревянных шпалах, следует учитывать $\Delta L_{\text{ш}} = -2$ дБА. 4. На участках железнодорожных путей с открытыми стыками рельсов, следует учитывать поправку $\Delta L_{\text{с}} = +2$ дБА.

Таблица 20

| Шумовая характеристика | Вид поездов | Поправка, дБА, при скорости движения, км/ч | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------------------|--------------------------------------------|------|----|-----|-----|-----|------|------|
| | | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
| Эквивалентный уровень звука | Пригородные электропоезда | -7,5 | -3 | 0 | 2,5 | 4,5 | 6 | 7,5 | 9 |
| | Пассажирские и грузовые | -5 | -2 | 0 | 1,5 | 3 | 4 | 5 | 5,5 |
| Максимальный уровень звука | Пригородные электропоезда | -10,5 | -4,5 | 0 | 3,5 | 6 | 8,5 | 10,5 | 12,5 |
| | Пассажирские и грузовые | -8 | -3,5 | 0 | 2,5 | 4,5 | 6,5 | 8 | 9,5 |

Таблица 21

| Вид поездов | Поправка, дБА, при длине поезда, м | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
| | 100 | 120 | 160 | 200 | 250 | 300 | 400 | 500 | 600 | 800 | 1000 | 1200 | 1600 |
| Пригородные | -3 | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 | — | — | — | — | — | — | — |
| Пассажирские | — | — | — | -4 | -3 | -2 | -1 | 0 | 1 | — | — | — | — |
| Грузовые | — | — | — | — | — | — | -5 | -4 | -3 | -2 | -1 | 0 | 1 |

2.4. ВОЗДУШНЫЙ ТРАНСПОРТ

Шумовые характеристики менее распространенных, но более мощных источников шума — самолетов гражданской авиации — в связи со специфическими особенностями этого вида транспорта отдельно не определяются, а содержатся в скрытом виде в методике расчета уровней воздушного транспорта на территориях, прилегающих к аэропортам (см. п. 4.5).

2.5. ЛОКАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ ШУМА НА ТЕРРИТОРИИ МИКРОРАЙОНОВ, КВАРТАЛОВ И ГРУПП ЖИЛЫХ ДОМОВ

При размещении на территориях микрорайонов, кварталов и групп жилых домов физкультурных и детских игровых площадок, хозяйственных площадок, хозяйственных дворов магазинов и других локальных источников шума необходимо оценивать их вклад в шумовой режим застройки. С учетом кратковременного функционирования таких источников шума представляется целесообразным проводить акустические расчеты, используя максимальный уровень звука. Ниже приведены значения расчетного максимального уровня

2.3. ВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ

На территориях застройки, прилегающих к водным путям, дополнительным источником шума являются суда. Шумовую характеристику судов — эквивалентный уровень звука $L_{Дэжк}$, дБА, на расстоянии 25 м от плоскости борта судов — определяют по картам шума города или по табл. 22 в зависимости от средней часовой интенсивности судоходства, суд/ч, за дневной период суток.

Расчетный максимальный уровень $L_{Дмакс}$, дБА, судов на таком же расстоянии можно определять также по табл. 22.

При движении на рассматриваемом участке водного пути различных видов судов шумовую характеристику потока судов следует определять путем суммирования (по энергии) эквивалентных уровней звука, определенных при условии движения отдельных видов судов.

Т а б л и ц а 22

| Тип судна | Эквивалентный уровень звука, дБА, при интенсивности судоходства в обоих направлениях, суд/ч | | | | | | | | | | | | Расчетный максимальный уровень звука, дБА |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------------------------------------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 15 | 20 | 25 | 30 | |
| 1. Пассажирские крупнотоннажные: четырехпалубные | 53 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 75 |
| | 48 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | |
| 2. Пассажирские суда для внутригородских, пригородных и местных линий | 52 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 73 |
| 3. Пассажирские скоростные суда: глиссирующие типа «Заря» на воздушной подушке типа «Зарница» и «Луч» | 58 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 82 |
| | 52 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | |
| на подводных крыльях типа: «Ракета» и «Восход» | 54 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 80 |
| | 60 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | |
| 4. Грузовые суда | 52 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 72 |
| 5. Буксиры и толкачи | 57 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 75 |
| 6. Катера и мотолодки с подвесным мотором | 54 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 77 |
| 7. Земснаряды: многочерпаковые | 85 | 87 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 82 |
| | 76 | 78 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |

звука $L_{\text{макс}}$, дБА, локальных источников шума на расстоянии 7,5 м от их границ.

Детская игровая площадка, участок дошкольного или школьного учреждения, игры 82

Источник шума **Расчетный максимальный уровень звука, дБА**

Хозяйственный двор магазина, разгрузка товаров и погрузка тары:

| | |
|--------------------------------|----|
| промтовары, книги | 71 |
| булочная-кондитерская, бакалея | 74 |
| мебель | 76 |
| мясо | 80 |
| молоко | 82 |
| овощи—фрукты | 74 |
| соки—воды | 89 |

Хозяйственная площадка, работа мусороборочной машины 91

Спортивная площадка, открытое спортивное сооружение, игры:

| | |
|-------------------|----|
| футбол | 85 |
| волейбол | 78 |
| баскетбол | 73 |
| теннис | 71 |
| настольный теннис | 71 |
| городки | 80 |
| хоккей | 74 |

2.6. ПРОМЫШЛЕННЫЕ И КОММУНАЛЬНЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

Источниками шума на территориях застройки могут быть также промышленные и энергетические предприятия, предприятия по обслуживанию средств транспорта, станции и другие объекты автомобильного, железнодорожного и водного транспорта. Шумовой характеристикой этих объектов согласно международному стандарту 8297 [10] является скорректированный уровень звуковой мощности L_{PA} , дБА, определяемый по картам шума города или промышленных зон (узлов) или путем натуральных измерений в соответствии с «Рекомендациями по измерению и оценке внешнего шума промышленных предприятий» [5]. Ориентировочные значения шумовой характеристики предприятий на стадиях разработки технико-экономического обоснования и генерального плана города могут приниматься по табл. 23.

Т а б л и ц а 23

| Предприятие | Класс вредности по СН 245-71 | Размер санитарно-защитной зоны по СН 245-71 не менее, м | Расчетный скорректированный уровень звуковой мощности, дБА | Размер требуемой санитарно-защитной зоны по фактору шума, м |
|-------------|------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
|-------------|------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|

Металлообрабатывающие и машиностроительные заводы

| | | | | |
|--------------------------------------|----|-----|-----|-----|
| Тракторных агрегатов | IV | 100 | 120 | 580 |
| Метизный | IV | 100 | 119 | 525 |
| Санитарно-технической промышленности | IV | 100 | 119 | 525 |
| Газовой аппаратуры | IV | 100 | 118 | 475 |
| Санитарно-технических изделий | IV | 100 | 118 | 475 |
| Мясо-молочного машиностроения | IV | 100 | 118 | 475 |
| Шахтной автоматики | IV | 100 | 117 | 430 |
| Тяжелых прессов | IV | 100 | 116 | 390 |
| Электротехнический | IV | 100 | 116 | 390 |
| По ремонту дорожных машин | IV | 100 | 116 | 390 |
| Ремонтно-механический | IV | 100 | 115 | 355 |
| Координатно-расточных станков | IV | 100 | 114 | 320 |
| Кабиностроительный | IV | 100 | 114 | 320 |
| Электромашиностроительный | IV | 100 | 113 | 285 |
| Авторемонтный | IV | 100 | 113 | 285 |
| По ремонту кузовов | IV | 100 | 113 | 285 |
| Металлохозяйственных изделий | IV | 100 | 110 | 205 |
| Технических изделий | IV | 100 | 110 | 205 |
| Сельхоздеталь | IV | 100 | 106 | 135 |
| Пневмоавтомат | IV | 100 | 106 | 135 |
| Металлоштамп | IV | 100 | 105 | 120 |

| Предприятие | Класс вредности по СН 245-71 | Размер санитарно-защитной зоны по СН 245-71 не менее, м | Расчетный скорректированный уровень звуковой мощности, дБА | Размер требуемой санитарно-защитной зоны по фактору шума, м |
|-------------|------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
|-------------|------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|

Предприятия легкой промышленности

| | | | | |
|------------------------------|----|-----|-----|-----|
| Прядильно-ткацкая фабрика | V | 50 | 118 | 475 |
| Обувная фабрика | V | 50 | 118 | 475 |
| Табачная » | V | 50 | 117 | 430 |
| Мебельная » | V | 50 | 117 | 430 |
| Завод химических изделий | IV | 100 | 117 | 430 |
| Сувенирная фабрика | V | 50 | 116 | 390 |
| Ситценабивная » | V | 50 | 115 | 355 |
| Фабрика спортивных изделий | V | 50 | 115 | 355 |
| Чулочная фабрика | V | 50 | 114 | 320 |
| Швейная » | V | 50 | 111 | 230 |
| Фурнитурный завод | IV | 100 | 111 | 230 |
| Ткацкая фабрика | V | 50 | 111 | 230 |
| Кожевенный завод | IV | 100 | 110 | 205 |
| Лентоткацкая фабрика | V | 50 | 110 | 205 |
| Трикотажная » | V | 50 | 110 | 205 |
| Фабрика технического войлока | IV | 100 | 109 | 185 |
| Шпунльно-катушечная фабрика | V | 50 | 109 | 185 |
| Суконная фабрика | V | 50 | 109 | 185 |
| Обойная » | V | 50 | 109 | 185 |

Предприятия пищевой промышленности

| | | | | |
|-------------------------------|----|-----|-----|-----|
| Ликеро-водочный завод | V | 50 | 121 | 635 |
| Пивоваренный » | V | 50 | 120 | 580 |
| Завод безалкогольных напитков | V | 50 | 120 | 580 |
| Завод по розливу нарзана | V | 50 | 120 | 580 |
| Мельничный комбинат | IV | 100 | 120 | 580 |
| Винный завод | V | 50 | 119 | 525 |
| Маслоэкстракционный завод | V | 50 | 117 | 430 |
| Рыбный комбинат | IV | 100 | 116 | 390 |
| Молочный завод | V | 50 | 116 | 390 |
| Кондитерская фабрика | V | 50 | 112 | 255 |
| Дрожжевой завод | V | 50 | 109 | 185 |
| Хлебопекарный » | V | 50 | 108 | 165 |
| Мясоперерабатывающий завод | V | 50 | 107 | 150 |
| Хладокомбинат | V | 50 | 106 | 135 |

Предприятия полиграфической промышленности

| | | | | |
|---------------------------------|---|----|-----|-----|
| Типография | V | 50 | 115 | 355 |
| Фабрика офсетной печати | V | 50 | 112 | 255 |
| Фабрика бумажно-беловых товаров | V | 50 | 112 | 255 |
| Издательство | V | 50 | 108 | 165 |

Объекты стройиндустрии

| | | | | |
|------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Асфальтобетонный завод | III | 300 | 120 | 580 |
| Домостроительный завод | IV | 100 | 116 | 390 |
| Деревообделочный комбинат | IV | 100 | 116 | 390 |
| Завод железобетонных изделий | IV | 100 | 116 | 390 |
| Завод строительных деталей | IV | 100 | 115 | 355 |

| Предприятие | Класс вредности по СН 245-71 | Размер санитарно-защитной зоны по СН 245-71 не менее, м | Расчетный корректируемый уровень звуковой мощности, дБА | Размер требуемой санитарно-защитной зоны по фактору шума, м |
|----------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| <i>Коммунальные предприятия</i> | | | | |
| Мусоросжигательный завод | III | 300 | 106 | 135 |
| Фабрика-прачечная | IV | 100 | 106 | 135 |
| Фабрика-химчистка | IV | 100 | 105 | 120 |
| <i>Автотранспортные предприятия</i> | | | | |
| Парк грузовых машин | IV | 100 | 122 | 700 |
| Автобусный парк | IV | 100 | 118 | 475 |
| Автобусный и троллейбусный вокзалы | IV | 100 | 118 | 475 |
| Таксомоторный парк | IV | 100 | 113 | 285 |
| Автобусная станция | IV | 100 | 111 | 230 |
| Троллейбусное депо | IV | 100 | 106 | 135 |
| Трамвайное » | IV | 100 | 106 | 135 |
| Автохозяйство уборочных машин | IV | 100 | 106 | 135 |
| <i>Прочие промышленные предприятия</i> | | | | |
| Завод медицинского стекла | IV | 100 | 116 | 390 |
| Завод металлических спортивных изделий | V | 50 | 115 | 355 |
| Фарфоровый завод | V | 50 | 113 | 285 |
| Гидролизный » | V | 50 | 112 | 255 |
| Химико-фармацевтический завод | V | 50 | 112 | 255 |
| Тарный завод | V | 50 | 107 | 150 |

3. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ШУМА НА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА

Распространение шума на территории города — сложный процесс, характеризующийся такими явлениями, как расхождение звуковой энергии, или дивергенция, интерференция, дифракция, поглощение звука элементами внешней среды и др. Все эти явления оказывают существенное влияние на звуковое поле застройки и должны учитываться при его расчете.

Многие реальные источники шума можно рассматривать как сферические излучатели, особенно в тех случаях, когда их размеры малы по сравнению с длиной волны излучаемого звука.

Звуковое давление в сферической волне от точечного ненаправленного источника обратно пропорционально квадрату расстояния от центра источника звука. Если уровень звукового давления на расстоянии r_0 обозначить

через L_0 , то уровень на расстоянии r вычисляется по формуле

$$L = L_0 - 20 \lg(r/r_0). \quad (1)$$

Если мощность P акустического излучения точечного ненаправленного источника звука задана, то на расстоянии r достигается уровень звукового давления L , дБ, определяемый соотношением

$$L = 10 \lg(P/P_0) - 20 \lg r - 11, \quad (2)$$

где $P_0 = 10^{-12}$ Вт.

В случае, когда из-за геометрического ограничения излучение заполняет не все пространство, как предполагается, а только некоторый телесный угол Ω , в правую часть этого уравнения дополнительно вводится поправочный член $+10 \lg(4\pi/\Omega)$.

Следовательно, при излучении в полупространство приращение уровня оказывается равным 3 дБ, а при излучении в сферический октаит оно составляет 9 дБ. Излучение в полупространство возникает, например, тогда, когда источник звука находится непосредственно над твердой поверхностью.

На практике многие источники звука имеют значительные размеры и обладают направленностью излучения. Тогда структура звукового поля вблизи излучателя очень сложна. Однако на достаточно большом расстоянии (в дальнем звуковом поле) снова справедлива простая закономерность: как и у сферических волн, звуковое давление обратно пропорционально квадрату расстояния, но излучение звука в различных направлениях в соответствии с диаграммой направленности источника звука неодинаково. В этом случае с помощью уравнения (2) получают выражение для уровня звукового давления в точке измерений, находящейся от источника звука мощностью P на расстоянии r :

$$L = 10 \lg(P/P_0) - 20 \lg r + 10 \lg(4\pi/\Omega) + PN - 11,$$

где PN — показатель направленности источника звука для рассмотренного направления точки измерения.

Элементарным источником излучения может служить, например, идеальный сферический излучатель, в звуковом поле которого уровень звука уменьшается на 6 дБ при увеличении расстояния в 2 раза. Другой элементарный источник, встречающийся в практике, может быть представлен в виде равномерно излучаемой прямой линии бесконечной длины (линейный источник). В этом случае излучаются цилиндрические волны, которые являются двумерным аналогом сферических волн. Уменьшение уровня в поле цилиндрических волн при удвоении расстояния составляет всего лишь 3 дБ и определяется уравнением

$$L = L_0 - 10 \lg(r/r_0).$$

Источник звука, который простирается вдоль прямолинейного отрезка конечной длины, объединяет оба только что названных вида излучения.

В дальнем свободном звуковом поле, создаваемом источником конечных размеров в безграничной однородной атмосфере без поглощения, звук распространяется по прямым линиям — лучам, перпендикулярным фронту волны. С увеличением расстояния от источника поверхность фронта также увеличивает-

ся, вследствие чего интенсивность звука падает.

Однако в реальной атмосфере интенсивность звука снижается в большей степени, чем величина, зависящая только от расстояния до источника звука. Дополнительное снижение интенсивности вызвано поглощением звука.

Поглощение звука в спокойной атмосфере обусловлено обменом импульсами в результате теплового движения молекул между частями звуковой волны, движущимися с различными скоростями (классическое поглощение, происходящее вследствие вязкости и теплопроводности воздуха), а также перераспределением энергии между молекулами с различными степенями свободы (молекулярное поглощение).

Последний фактор играет основную роль в снижении интенсивности. Классическим поглощением в большинстве случаев можно пренебречь. Величина молекулярного поглощения звука зависит от частоты звука, а также от температуры и влажности воздуха.

Реальная атмосфера находится в непрерывном движении. Плотность, температура, давление и влажность атмосферы непрерывно изменяются как во времени, так и в пространстве. Поэтому звуковые волны, распространяясь вдоль земной поверхности, претерпевают воздействия этих изменений на пути распространения, а также частично поглощаются и отражаются земной поверхностью. Это приводит к появлению существенной зависимости уровня звука на открытом воздухе от перечисленных факторов.

Изменения плотности и температуры приводят к изменению волнового сопротивления среды и скорости звука в среде. Существенную роль играет то обстоятельство, что в определенный момент времени температура в разных точках атмосферы непостоянна и возникает температурный градиент, который в общем случае также является функцией координат. Появление градиента температуры обусловлено теплообменом между поверхностью земли и атмосферой.

Существо происходящих явлений проще всего понять в случае слоистой атмосферы, в которой установился постоянный (положительный или отрицательный) температурный градиент, и, следовательно, при возрастании высоты температура уменьшается или увеличивается на постоянную величину.

Звуковой луч, который исходит из точечного источника, испытывает преломление — рефракцию (точно так же, как световой луч в оптически неоднородных средах), распространяется криволинейно и в отличие от случая однородной атмосферы уже не представляет собой прямую линию.

Атмосферные условия могут приводить к образованию «зоны молчания» — зоны звуковой тени. В такую теневую зону не попадает ни один из прямых звуковых лучей, исходящих от источника звука.

В дневное время температура обычно уменьшается с высотой, и происходит рефракция звука вверх; в тихую ночную погоду в приземном слое атмосферы нередко наблюдается инверсия температуры, и звуковые лучи прижимаются к земле.

Градиент скорости звука подвержен также влиянию ветра. Появление градиента ветра чаще всего обуславливается трением между поверхностью земли и движущимся потоком воздуха. При распространении звука скорость ветра добавляется к скорости звуковых волн в неподвижной среде, и всякое изменение скорости ветра вызывает изменение скорости звука.

Следовательно, скорость распространения звука в атмосфере равна векторной сумме скорости звука в неподвижной атмосфере и скорости ветра. Звуковые лучи, распространяющиеся против ветра, загibaются кверху, что служит причиной появления зоны молчания, в которую не может проникнуть прямой звук. При распространении звука в направлении ветра зона молчания отсутствует, поскольку звуковые лучи прижимаются к земле.

Днем с наветренной стороны от источника звука влияния ветра и температуры складываются и вызывают искривление звуковых лучей кверху. С подветренной стороны эти влияния вычитаются, так что искривление лучей происходит либо книзу, либо кверху в зависимости от того, какая из величин преобладает. Ночью с подветренной стороны оба градиента складываются и вызывают искривление книзу, в то время как с наветренной стороны оба эффекта вычитаются.

Отсюда следует, что образование зоны звуковой тени, которое сопровождается наиболее сильным отклонением от обычного распространения звука, можно наблюдать преимущественно днем с наветренной стороны от источника звука. Ночью же теневая зона

образуется лишь в очень редких случаях (главным образом, с подветренной стороны). Последнее обстоятельство является одной из причин хорошей слышимости ночью.

Большое влияние на распространение звука оказывает турбулентность атмосферы (порывы ветра и т. п.). Вызываемые ею изменения скорости распространения звука приводят к флуктуациям уровня звукового давления, которое составляет 20—25 дБ при сильном порывистом ветре.

Во многих случаях при распространении внешнего шума источник звука и приемник (или точка наблюдения) находятся на высоте всего лишь нескольких метров или даже даже сантиметров над поверхностью земли. Следовательно, звук распространяется параллельно земле или отражается от нее под небольшим углом. Поэтому можно предположить, что акустические свойства земной поверхности оказывают влияние на уровень звука в месте приема и что, в частности, грунт, сильно поглощающий звук, вызывает большее падение уровня звука, чем это получилось бы только из-за геометрического расхождения звуковых волн.

В некоторых случаях затухание, обусловленное поглощающим действием поверхности земли, играет заметную роль наряду с другими факторами. При этом влиянием низкого растительного покрова земли (травы, кустарника) практически можно пренебречь. Однако при наличии более высокого растительного покрова, например, в случае зеленых насаждений, наблюдается значительное затухание.

Эффект снижения шума в зеленых насаждениях зависит от характера посадок, пород деревьев и кустарников, времени года, а также от спектрального состава шума. Рядовые посадки деревьев на улицах и бульварах городов с открытым подкромным пространством оказывают незначительное действие на улучшение шумового режима. Звук, особенно низкочастотный, беспрепятственно проходит сквозь такие посадки, и лишь высокочастотные составляющие шума частично рассеиваются и поглощаются. Для обеспечения существенного снижения шума посадки должны иметь густые кроны, смыкающиеся между собой, а пространство под кронами необходимо заполнять кустарниками так, чтобы не было просветов.

Значительное снижение шума наблюдается, когда на пути его распространения имеются экраны-барьеры. При распространении шума за экраном возникает звуковая тень. Однако

в зоне звуковой тени шум от источника, экранлируемого барьером, исключается не полностью.

Проникание звуковой энергии за экран

зависит от соотношения между размером препятствия и длиной волны. Чем больше длина звуковой волны λ , тем меньше при данном размере препятствия область тени.

4. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЕЙ ШУМА В ЗАСТРОЙКЕ ГОРОДА

4.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЕЙ ШУМА ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

Оценку ожидаемого шумового режима застраиваемых или реконструируемых примыкающих территорий, выбор наиболее целесообразных, эффективных и экономичных средств снижения транспортного шума, их расчет и проектирование производят на основе расчета уровней звука в застройке. Для акустического расчета необходимы следующие исходные материалы:

проект вертикальной планировки территории жилого района или микрорайона с привязкой существующих (опорных) и проектируемых зданий и с указанием их этажности и назначения;

вертикальная планировка и поперечные профили улиц и дорог с указанием продольных уклонов и типа дорожного покрытия проезжей части;

характеристики движения и состава потоков автомобилей, автобусов и троллейбусов (интенсивность движения в обоих направлениях, ед/ч, средняя скорость движения, км/ч, доля грузовых и общественных транспортных средств от общего числа транспортных средств в потоке, %) на примыкающих улицах и дорогах, а также на жилых улицах с систематическим движением транспорта;

интенсивность движения потоков трамваев, пар/ч;

интенсивность движения потоков железнодорожных поездов, пар/ч, с выделением числа пар пассажирских, грузовых и электропоездов и указанием скорости их движения;

роза ветров на данной местности.

Акустический расчет состоит из следующих этапов:

выявление источников шума и определение их шумовых характеристик;

установление расчетных точек;

разбивка территории застройки на участки,

отличающиеся по условиям распространения шума;

определение уровней звука в расчетных точках;

определение допустимых уровней звука в расчетных точках;

определение требуемого снижения уровней звука в расчетных точках.

Методы определения шумовых характеристик потоков автомобильного транспорта, трамваев и железнодорожных поездов на магистральных улицах и дорогах города рассмотрены в гл. 2.

Расчетные точки на территориях, непосредственно прилегающих к жилым и общественным зданиям, следует намечать на расстоянии 2 м от ограждающих конструкций этих зданий, ориентированных на источник шума, на уровне середины окон, как правило, первого и верхнего этажей зданий. При необходимости расчет производится для промежуточных этажей зданий. В тех случаях, когда защищаемое от шума здание расположено на расстоянии свыше 100 м от источника шума, расчетные точки допускается располагать только на уровне середины окон верхнего этажа. В тех случаях, когда здание частично находится в зоне звуковой тени, а частично в зоне видимости источника шума, расчетные точки должны располагаться вне зоны звуковой тени. Расчетные точки на площадках отдыха микрорайонов, кварталов и групп жилых домов, на площадках детских дошкольных учреждений, на участках школ следует намечать на ближайшей к источнику шума границе площадок на высоте 1,5 м от их поверхности предпочтительно в зоне видимости источника шума.

Разбивка территории застройки на отдельные участки, отличающиеся по шумовым характеристикам или условиям распространения шума, производится в следующих случаях:

между источником шума и расчетной точкой расположены какие-либо экраны;

шум в расчетную точку поступает с двух или более улиц или дорог;

улица или дорога в пределах застраиваемого участка изменяет свое направление.

В этих случаях из расчетной точки (PT) на плане застраиваемого или реконструируемого участка проводят лучи через края экранов, через точки пересечения улиц или дорог, а также через вершины углов поворота улиц или дорог до пересечения с осью первой полосы движения транспортных средств (рис. 2).

Эквивалентные уровни звука $L_{A_{экв\ тер}}$, дБА, в расчетных точках на площадках отдыха микрорайонов, кварталов и групп жилых домов, на площадках детских дошкольных учреждений, на участках школ определяют по формуле

$$L_{A_{экв\ тер}} = 10 \lg \sum_{i=1}^n 10^{0,1 L_{A_{экв\ i}}}, \quad (3)$$

где $L_{A_{экв\ i}}$ — эквивалентный уровень звука, дБА, в расчетной точке от i -го экранированного $L_{A_{i\ экр}}$ или неэкранированного $L_{A_{i\ сб}}$ участка улицы или дороги; $L_{A_{экв\ тер}}$ — суммарный эквивалентный уровень звука, дБА, в расчетной точке, определяемый по табл. 4.

Эквивалентный уровень звука $L_{A_{i\ сб}}$, дБА, в расчетной точке от i -го неэкранированного участка улицы или дороги определяют по формуле

$$L_{A_{i\ сб}} = L_{A_{экв}} - \Delta L_{A_{рас}} - \Delta L_{A_{пок}} - \Delta L_{A_{воз}} - \Delta L_{A_{зел}} - \Delta L_{A_{ад}}, \quad (4)$$

где $L_{A_{экв}}$ — шумовая характеристика транспортного потока или потока железнодорожных поездов, дБА; $\Delta L_{A_{рас}}$ — снижение уровня звука, дБА, в зависимости от расстояния между источником шума и расчетной точкой; $\Delta L_{A_{пок}}$ — снижение уровня звука, дБА, вследствие влияния покрытия территории; $\Delta L_{A_{воз}}$ — снижение уровня звука, дБА, вследствие затухания звука в воздухе; $\Delta L_{A_{зел}}$ — снижение уровня звука, дБА, полосами зеленых насаждений; $\Delta L_{A_{ад}}$ — снижение уровня звука, дБА, вследствие ограничения угла видимости улицы или дорог из расчетной точки.

Эквивалентный уровень звука $L_{A_{i\ экр}}$, дБА, в расчетной точке от i -го экранированного участка улицы или дороги определяют по формуле

$$L_{A_{i\ экр}} = L_{A_{экв}} - \Delta L_{A_{рас}} - \Delta L_{A_{i\ экр}} - \Delta L_{A_{зел}} - \Delta L_{A_{пок}} - \Delta L_{A_{воз}} - \Delta L_{A_{ад}}, \quad (5)$$

где $\Delta L_{A_{i\ экр}}$ — снижение уровня звука, дБА, i -м экраном.

В случаях, когда источником шума являются суда речного флота, эквивалентный уровень

звука в расчетной точке определяют также по формулам (3) и (4).

Максимальный уровень звука $L_{A_{макс\ тер}}$, дБА, транспортных средств в расчетной точке на селитебной территории определяют по формуле

$$L_{A_{макс\ тер}} = L_{A_{макс}} - \Delta L_{A_{рас}} - \Delta L_{A_{экр}} - \Delta L_{A_{пок}} - \Delta L_{A_{зел}} - \Delta L_{A_{воз}}, \quad (6)$$

где $L_{A_{макс}}$ — расчетный максимальный уровень звука источника шума, дБА.

Уровни звука $L_{A_{тер2}}$, дБА, в расчетных точках на территориях, непосредственно прилегающих к жилым и общественным зданиям (в 2 м от ограждающих конструкций), определяют по формуле

$$L_{A_{тер2}} = L_{A_{тер}} + \Delta L_{A_{отр}}, \quad (7)$$

где $\Delta L_{A_{отр}}$ — поправка, дБА, учитывающая вклад звуковой энергии, отраженной от ограждающих конструкций зданий.

В условиях сложной шумовой ситуации и во всех других случаях, когда необходимо определить расчетный спектр транспортного шума у фасадов зданий, ориентированных на источники шума, следует использовать относительные спектры шума (табл. 24). Уровни звукового давления в октавных полосах частот в дБ определяются путем вычитания из уровня звука в дБА у фасада здания соответствующих значений по табл. 24.

Т а б л и ц а 24

| Источник шума | Относительная частотная характеристика, дБ, при среднегеометрических частотах октавной полосы, Гц | | | | | |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|------|------|------|
| | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |
| Поток автомобилей, автобусов и троллейбусов | +7 | +2 | -2 | -7 | -10 | -16 |
| Трамвай | -2 | +3 | -3 | -6 | -8 | -13 |
| Пригородные электропоезда | -4 | -2 | 0 | -5 | -11 | -19 |
| Пассажирские или грузовые поезда | +1 | +1 | -1 | -6 | -10 | -18 |
| Пассажирские скоростные суда | -9 | -6 | -6 | -2 | -11 | -22 |
| Пассажирские пригородные и прогулочные суда | -8 | -7 | -10 | -4 | -5 | -14 |

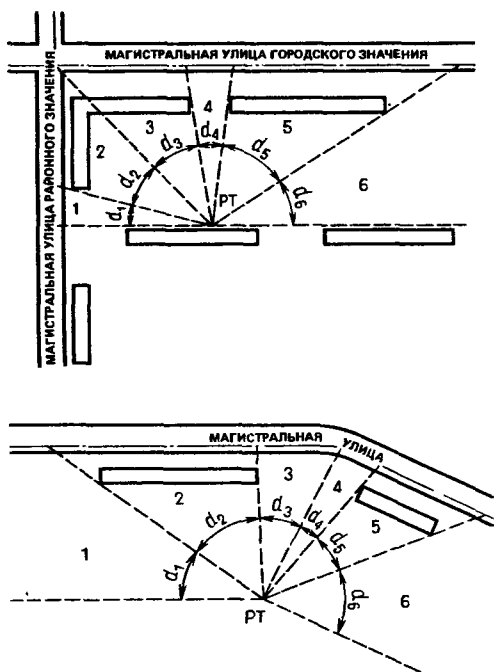


Рис. 2. Пример разбивки примагистральной территории застройки на участки, отличающиеся по условиям распространения шума

Требуемое снижение уровней звука $\Delta L_{Атер}^{тр}$, дБА, в расчетных точках на жилой территории определяют для каждого источника шума отдельно по формуле

$$\Delta L_{Атер}^{тр} = L_{Атер} - L_{Атер доп} \quad (8)$$

где $L_{Атер}$ — эквивалентный или максимальный уровень звука в расчетной точке, дБА; $L_{Атер доп}$ — допустимый эквивалентный или максимальный уровень звука, дБА, на жилой территории; n — общее число источников шума, учитываемых при расчете суммарного уровня шума в расчетной точке.

Требуемое снижение уровней звука $\Delta L_{Апом}^{тр}$, дБА, в расчетных точках в помещениях жилых и общественных зданий определяют по формуле

$$\Delta L_{Апом}^{тр} = L_{Атер} - \Delta L_{Аок} - L_{Апом доп} \quad (9)$$

где $\Delta L_{Аок}$ — снижение уровня звука, дБА, конструкцией окна; $L_{Апом доп}$ — допустимый эквивалентный или максимальный уровень звука, дБА, в помещении

Снижение эквивалентного уровня звука потоков автомобилей, автобусов, троллейбусов и трамваев $\Delta L_{Арас}$, дБА, в зависимости от расстояния r , м, между источником шума и расчетной точкой и числа полос движения

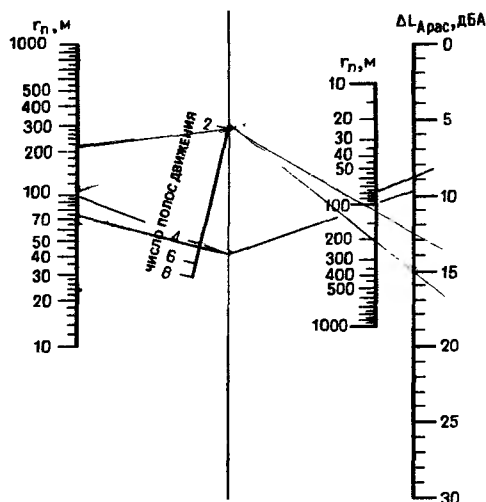


Рис. 3. Номограмма для определения снижения эквивалентного уровня звука потоков автомобилей, троллейбусов и трамваев в зависимости от расстояния

проезжей части улицы или дороги можно определять по номограмме рис. 3, а снижение эквивалентного уровня звука потоков железнодорожных поездов и судов речного флота $\Delta L_{Арас}$, дБА, в зависимости от расстояния между источником шума и расчетной точкой — по номограмме рис. 4.

Снижение максимального уровня звука транспортных средств, дБА, в зависимости от расстояния r_n , м, между источником шума и расчетной точкой определяют по графикам рис. 5.

Расстояние r_n , м, отсчитывают от условного акустического центра источника шума (для потоков средств автомобильного и железнодорожного транспорта) или плоскости борта судов (для потоков средств водного транспорта). Условный акустический центр потоков средств автомобильного и железнодорожного транспорта располагают по оси ближней к расчетной точке полосы (пути) движения на высоте 1 м от уровня поверхности проезжей части улицы или дороги (головки рельса).

Снижение уровня звука вследствие влияния акустически мягкого покрытия территории (рыхлый грунт, трава и др.) $\Delta L_{Апок}$, дБА, можно определять по табл. 25 в зависимости от параметра

$$\sigma = \frac{0,1d_n}{h_{пр} \cdot 10^{0,3(h_{нш}-0,5)}}$$

| | | | | | | |
|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| σ | 1,1 | 1,2 | 1,5 | 1,8 | 2,2 | 2,7 |
| $\Delta L_{\text{Апок}}, \text{ дБА}$ | 0,5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

| | | | | | | |
|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| σ | 3,3 | 4,1 | 5,2 | 6,8 | 9,3 | 14,5 |
| $\Delta L_{\text{Апок}}, \text{ дБА}$ | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |

Для потоков средств автомобильного и железнодорожного транспорта в случаях, когда проезжая часть улицы или дороги (головка рельса) расположена на одном уровне с поверхностью территории защищаемого от шума объекта,

$$\sigma = 0,07d_n/h_{\text{рт}},$$

где d_n — расчетное расстояние, м; для потоков средств автомобильного, железнодорожного и водного транспорта $d_n = 1,4l_n$; для источников шума на территории микрорайонов, кварталов и групп жилых домов $d_n = l_n$; $h_{\text{рт}}$ — высота, м, расчетной точки над условной плоскостью территории защищаемого от шума объекта (рис. 6); $h_{\text{ш}}$ — высота, м, условного акустического центра источника шума над условной плоскостью территории защищаемого от шума объекта; l_n — длина, м, проекции расстояния r_n на условную плоскость территории защищаемого от шума объекта.

При распространении шума над акустическим жестким покрытием территории (плотный грунт, асфальт, бетон, вода) его влиянием можно пренебречь.

Снижение уровня звука вследствие поглощения звука в воздухе $\Delta L_{\text{Авоз}}, \text{ дБА}$, можно определять по номограмме рис. 7 в зависимости от кратчайшего расстояния r_n , м, между расчетной точкой и акустическим центром источников шума.

Снижение уровня звука экраном-стенкой $\Delta L_{\text{Аэкр ст}}, \text{ дБА}$, можно определять по кривым рис. 8 в зависимости от числа Френеля N и вида источника шума. Число Френеля

$$N = 2\delta/\lambda, \quad \delta = \sqrt{r_1^2 + h_1^2} + \sqrt{r_2^2 + h_2^2} - r$$

где δ — разность длин путей звукового луча, м; λ — длина звуковой волны, м.

Разность длин путей звукового луча δ , м, в соответствии с расчетными схемами экранов (рис. 9) следует определять по формуле

$$\delta = (a + b) - c, \quad (11)$$

где a — кратчайшее расстояние, м, между акустическим центром источника шума и верхней кромкой экрана; акустический центр потоков средств автомобильного, железнодорожного и водного транспорта следует располагать по оси дальней от расчетной точки полосы (пути) движения на высоте 1 м от уровня поверхности проезжей части

Рис. 4. Номограмма для определения снижения эквивалентного уровня звука потоков железнодорожных поездов и судов речного флота в зависимости от расстояния

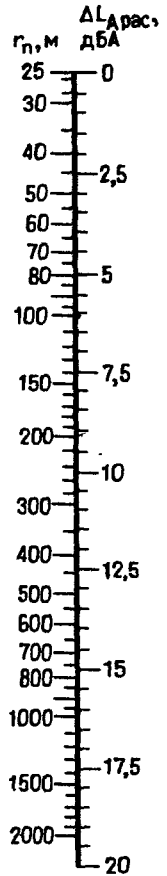
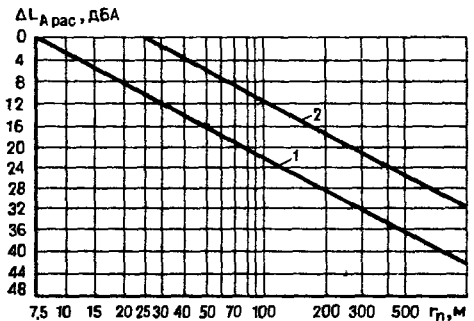


Рис. 5. Графики для определения снижения максимального уровня звука в зависимости от расстояния
1 — автомобили, троллейбусы, трамваи, локальные источники шума; 2 — железнодорожные поезда, суда речного флота



улицы или дороги (головки рельса); b — кратчайшее расстояние, м, между расчетной точкой и верхней кромкой экрана; c — кратчайшее расстоя-

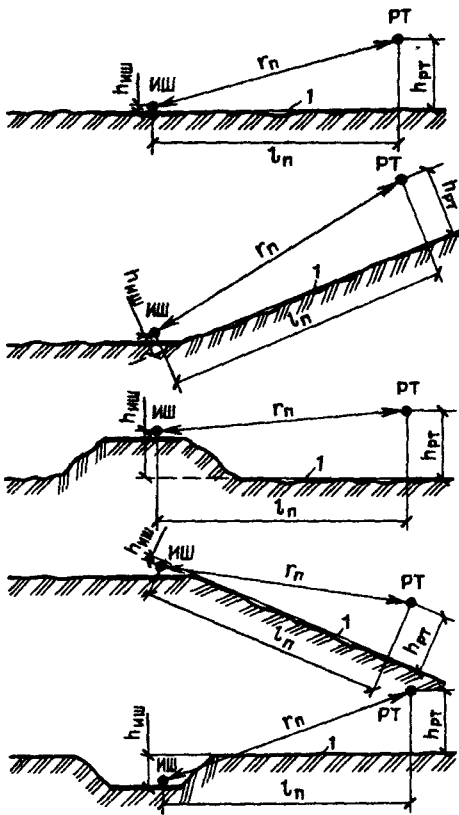


Рис. 6. Поперечные профили транспортных магистралей и прилегающих участков при различном расположении проезжей части относительно уровня поверхности территории
1—отражающая плоскость

Рис. 7. Номограмма для определения снижения уровня звука вследствие поглощения звука в воздухе

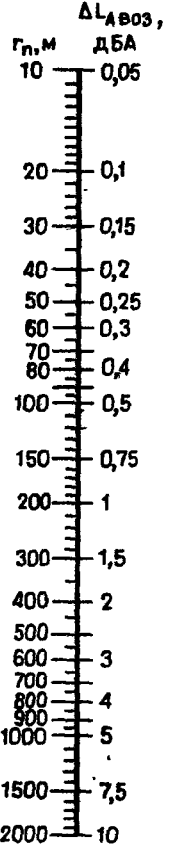


Рис. 9. Расчетные схемы для определения снижения уровня звука экранами

а—стенка, б, в—здание, г, д—насыпь; е—выемка

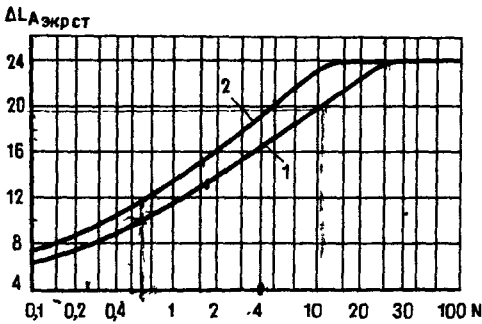
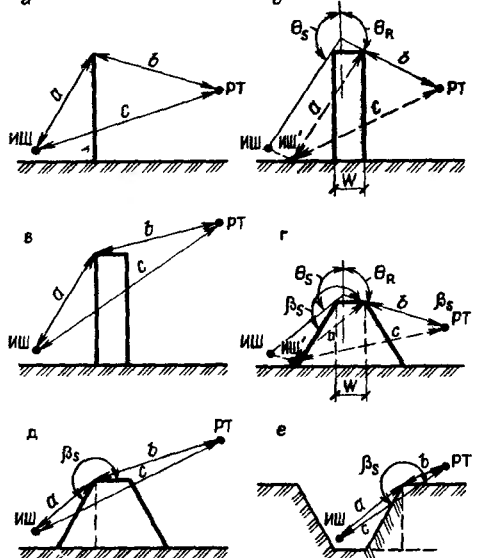


Рис. 8. Графики для определения снижения уровня звука экраном-стенкой
1—транспортные потоки; 2—отдельные транспортные средства, локальные источники шума

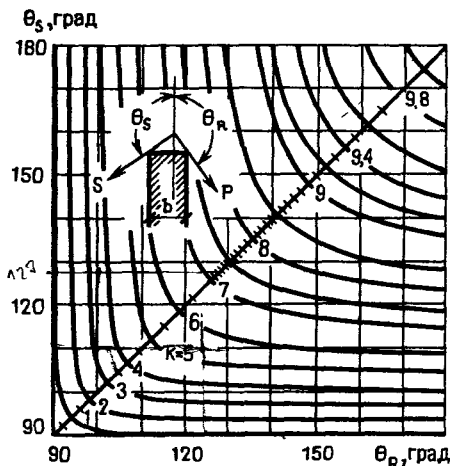


Рис. 10. Номограмма для определения расчетного показателя K

ние, м, между акустическим центром источника шума и расчетной точкой.

Расстояния a , b и c следует определять с точностью до сантиметра по формулам

$$a = \sqrt{(a')^2 + (H_{\text{экp}} - H_{\text{нш}})^2}, \quad (12)$$

$$b = \sqrt{(b')^2 + (H_{\text{экp}} - H_{\text{рт}})^2}, \quad (13)$$

$$c = \sqrt{(a' + b')^2 + (H_{\text{рт}} - H_{\text{нш}})^2}, \quad (14)$$

где a' , b' — длина проекции расстояния соответственно a , b на горизонтальную плоскость, м; $H_{\text{экp}}$ — отметка уровня верхней кромки экрана, м; $H_{\text{нш}}$, $H_{\text{рт}}$ — отметки уровня акустического центра соответственно источника шума и расчетной точки, м.

Длину звуковой волны λ при определении числа Френеля следует принимать равной, м: для автомобилей, автобусов и троллейбусов —

0,84; для трамваев — 0,6; для железнодорожных поездов и речных судов — 0,42.

Снижение уровня звука экраном-зданием $\Delta L_{\text{Аэкр зд}}$, дБА, определяют по формуле

$$\Delta L_{\text{Аэкр зд}} = \Delta L_{\text{Аэкр ст}} + \Delta L_{\text{Ат}}, \quad (15)$$

где $\Delta L_{\text{Аэкр ст}}$ — снижение уровня звука экраном-стенкой, дБА; $\Delta L_{\text{Ат}}$ — дополнительное снижение уровня звука экраном-зданием, дБА, в зависимости от толщины здания W , м, определяемое по табл. 26 для потоков автомобилей, автобусов, троллейбусов, трамваев, железнодорожных поездов и речных судов.

Величину $\Delta L_{\text{Аэкр ст}}$, дБА, определяют для условного экрана-стенки, совмещенного с плоскостью дворового фасада здания (см. рис. 9), и мнимого источника шума $ИШ'$. Для нахождения местоположения акустического центра мнимого источника шума (см. рис. 9, б и г) из вершины условного экрана-стенки следует провести линию, параллельную линии, соединяющей акустический центр действительного источника шума $ИШ$ с верхней кромкой экрана-здания в плоскости уличного фасада. Из акустического центра действительного источника шума $ИШ$ следует провести линию, параллельную линии, соединяющей расчетную точку с вершиной условного экрана-стенки. Точка пересечения проведенных линий будет являться акустическим центром мнимого источника шума.

При расположении расчетной точки выше экрана-здания (см. рис. 9, в) снижение уровня звука $\Delta L_{\text{Аэкр зд}}$ определяют для условного экрана-стенки, совмещенного с плоскостью уличного фасада здания.

Снижение уровня звука экраном-насыпью $\Delta L_{\text{Аэкр нас}}$, дБА, можно определять по формуле

$$\Delta L_{\text{Аэкр нас}} = \Delta L_{\text{Аэкр зд}} - \Delta \beta, \quad (16)$$

где $\Delta L_{\text{Аэкр зд}}$ — снижение уровня звука, дБА, условным экраном прямоугольного сечения (см.

Т а б л и ц а 26

| W, м | Дополнительное снижение уровня звука экраном-зданием $\Delta L_{\text{Ат}}$, дБА, при K , равном | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 | 5,5 | 6 | 6,5 | 7 | 7,5 | 8 | 8,5 | 9 |
| 3 | 1 | 1,5 | 2,5 | 2,5 | 3,5 | 4 | 5 | 5 | 5,5 | 6,5 | 6,5 | 7,5 | 8 | 8,5 | 9 | 10 | 10,5 |
| 6 | 1,5 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 5 | 6 | 6,5 | 7 | 8 | 8,5 | 9,5 | 10,5 | 11,5 | 12 | 13 | 14 |
| 9 | 1,5 | 2,5 | 3,5 | 4 | 5 | 5,5 | 6,5 | 7 | 8 | 9 | 9,5 | 10,5 | 11,5 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 12 | 1,5 | 2,5 | 3,5 | 4 | 5 | 6 | 7 | 7,5 | 9 | 10 | 10,5 | 11,5 | 12,5 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 18 | 1,5 | 3 | 4 | 4,5 | 5,5 | 7 | 8 | 8,5 | 9,5 | 10,5 | 11,5 | 12,5 | 13,5 | 14 | 15,5 | 16,5 | 17,5 |
| 24 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8,5 | 9 | 10,5 | 11,5 | 12 | 13,5 | 14,5 | 15 | 16,5 | 17,5 | 18,5 |
| 30 | 2 | 3 | 4,5 | 5 | 6,5 | 7,5 | 9 | 9,5 | 10,5 | 12 | 12,5 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18,5 | 19,5 |

Примечание. Расчетный показатель K определяется по номограмме рис. 10 в зависимости от углов θ , и θ_s , определяемых по рис. 9, б.

рис. 9, з); $\Delta\beta$ — поправка, дБА, определяемая в зависимости от значения внешнего угла β_5 , град. (см. рис. 9, з) по табл. 27.

Т а б л и ц а 27

| Внешний угол β_5 , град | 210 | 225 | 240 | 255 |
|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Поправка $\Delta\beta$, дБА | 6 | 5 | 3 | 1 |

При расположении расчетной точки выше экрана-насыпи (см. рис. 9, д) снижение уровня звука $\Delta L_{\text{Аэкр нас}}$ определяют для условного экрана-стенки, совмещенного с передней плоскостью условного экрана прямоугольного сечения (см. рис. 9, з), с учетом поправки $\Delta\beta$ в соответствии с табл. 27.

Снижение уровня звука экраном-выемкой $\Delta L_{\text{Аэкр в}}$, дБА, можно определять по формуле

$$\Delta L_{\text{Аэкр в}} = \Delta L_{\text{Аэкр ст}} - \Delta\beta, \quad (17)$$

где $\Delta L_{\text{Аэкр ст}}$ — снижение уровня звука, дБА, условным экраном-стенкой (рис. 9, е).

Снижение или повышение уровня звука вследствие влияния покрытия территории $\Delta L_{\text{Апок}}$, дБА, при наличии экранов между источником шума и расчетной точкой можно определять по табл. 28 при акустически мягком покрытии территории и по табл. 29 при акустически жестком покрытии территории.

Снижение уровня звука $\Delta L_{\text{Аэл}}$, дБА, вследствие ограничения угла видимости α улицы или дороги из расчетной точки можно определять по табл. 30.

Снижение уровня звука плотными полосами зеленых насаждений $\Delta L_{\text{Азел}}$, дБА, с приемыканием кроны деревьев друг к другу и с заполнением подкоронового пространства густым кустарником можно определять по номограмме рис. 11. Номограмму допускается применять при ширине полосы зеленых насаждений не более 100 м. Снижение уровня звука плотными полосами зеленых насаждений свыше 100 м принимают равным 8 дБА.

Снижение уровня звука плотными полосами зеленых насаждений учитывают при расчете уровней звука на площадках отдыха микрорайонов, кварталов и групп жилых домов, на площадках детских дошкольных учреждений, на участках школ, а также в помещениях пионерских лагерей, детских дач, домов отдыха и пансионатов, функционирующих только в летний период. Допускается учитывать снижение уровня звука плотными полосами зеленых насаждений в помещениях жилых и общественных зданий в случаях, когда полосы сформированы из вечнозеленых пород деревьев и кустарников, а вершины деревьев возвышаются над прямой линией, соединяющей акустический центр источника шума с расчетной точкой.

Т а б л и ц а 28

| $\Delta L_{\text{Аэкр}}$, дБА | Снижение или повышение уровня звука вследствие влияния покрытия территории $\Delta L_{\text{Апок}}$, дБА, при δ , м, равном | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 1 | 1,2 | 1,5 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 10 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 1,5 | 2,5 | 3,5 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 9 | -0,5 | -0,5 | -0,5 | -0,5 | -0,5 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 1 | 2 | 2,5 | 4 | 4,5 | 5 | 6 |
| 12 | -0,5 | -1 | -1 | -0,5 | -0,5 | -0,5 | 0 | 0 | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 |
| 15 | -1 | -1,5 | -1 | -1 | -0,5 | -0,5 | -0,5 | 0 | 0 | 0,5 | 0,5 | 1 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 2 |
| 18 | -1,5 | -2 | -1,5 | -1 | -1 | -0,5 | -0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 24 | -1,5 | -2 | -1,5 | -1 | -1 | -0,5 | -0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Т а б л и ц а 29

| $\Delta L_{\text{Аэкр}}$, дБА | Снижение или повышение уровня звука вследствие влияния покрытия территории $\Delta L_{\text{Апок}}$, дБА, при δ , м, равном | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 1 | 1,2 | 1,5 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | 10 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0,5 | -0,5 | -0,5 | -0,5 | -0,5 |
| 9 | 0 | 0 | -0,5 | -0,5 | -0,5 | -0,5 | -0,5 | -0,5 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1,5 | -1,5 | -1,5 |
| 12 | 0 | -0,5 | -0,5 | -0,5 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1,5 | -1,5 | -2 | -2 | -2 | -2,5 | -2,5 |
| 15 | -0,5 | -0,5 | -1 | -1 | -1 | -1,5 | -1,5 | -1,5 | -2 | -2 | -2,5 | -3 | -3 | -3,5 | -4 |
| 18 | -0,5 | -0,5 | -1 | -1,5 | -1,5 | -1,5 | -2 | -2 | -2,5 | -3 | -3,5 | -4 | -4 | -4,5 | -5 |
| 24 | -0,5 | -1 | -1 | -1,5 | -1,5 | -1,5 | -2 | -2 | -2,5 | -3 | -3,5 | -4 | -4 | -4,5 | -5 |

| | | | | | | | | |
|--------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| α , град | 6 | 7 | 9 | 11 | 14 | 18 | 22 | 30 |
| $\Delta L_{\text{Аотр}}$, дБА | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |

$r, \text{ м}$ $\Delta L_{\text{Азел}}$, дБА

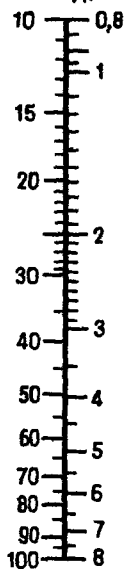


Рис. 11. Номограмма для определения снижения уровня звука плотными полосами зеленых насаждений

Обычные полосы зеленых насаждений с редкой посадкой деревьев и кустарников при расчете уровней звука можно не учитывать.

Поправку $\Delta L_{\text{Аотр}}$, дБА, учитывающую вклад звуковой энергии, отраженной от ограждающих конструкций зданий, располагаемых вдоль магистральных улиц, автомобильных и железных дорог, можно определять по табл. 31 в расчетных точках на расстоянии 2 м от фасадов зданий, обращенных в сторону источников шума, и по табл. 32 — в расчетных точках на расстоянии 2 м от фасадов зданий, обращенных в сторону дворового пространства, а также на площадках отдыха микрорайонов, кварталов и групп жилых домов и на площадках детских дошкольных учреждений.

4.2. ПРИМЕР РАСЧЕТА УРОВНЕЙ ШУМА ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАСТРОЙКИ

Исходные данные. Источниками шума на территории проектируемого жилого микрорайона являются транспортные потоки на магистральных улицах городского и районного значения с шумовой характеристикой $L_{\text{Аэкр}}$, равной соответственно 78 и 73 дБА (рис. 12, а). Ширина проезжей части улиц составляет соответственно 21 и 14 м, число полос движения в обоих направлениях — 6 и 4.

Таблица 30

| | | | | | | | |
|--------------------------------|----|----|----|----|----|-----|-----|
| α , град | 35 | 45 | 55 | 70 | 90 | 115 | 140 |
| $\Delta L_{\text{Аотр}}$, дБА | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |

Таблица 31

| Тип застройки | Односторонняя | Двусторонняя при отношении $h_{\text{пр}}/B$ | | | | | |
|-----------------------------------------|---------------|----------------------------------------------|------|------|-----|-----|---|
| | | 0,05 | 0,25 | 0,55 | 0,8 | 0,9 | 1 |
| Поправка $\Delta L_{\text{Аотр}}$, дБА | 1,5 | 1,5 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

Примечание. $h_{\text{пр}}$ — высота расчетной точки, м; B — ширина улицы между фасадами зданий, м.

Таблица 32

| Местоположение расчетной точки | Расстояние от источника шума до уличного фасада здания, м | Поправка $\Delta L_{\text{Аотр}}$, дБА, при расстоянии между дворовыми фасадами зданий первого и второго эшелона застройки | | |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|
| | | H | $1,5H$ | $2H$ |
| В 2 м от фасада зданий первого эшелона застройки | 15 | 3,5 | 2,5 | 1 |
| | 45 | 2 | 1,5 | 1 |
| То же, второго эшелона застройки | 15 | 2 | 0,5 | 0 |
| | 45 | 1 | 0 | 0 |
| На площадках отдыха, площадках детских дошкольных учреждений, участках школ | 15 | 1,5 | 1,5 | 0,5 |
| | 45 | 1 | 0,5 | 0 |

Примечание. H — средняя высота застройки.

Вдоль магистральной улицы городского значения на расстоянии 15 м от края проезжей части расположены два двенадцатиэтажных шумозащитных жилых дома высотой 36 м, а вдоль магистральной улицы районного значения на расстоянии 62 м — один девятиэтажный шумозащитный жилой дом высотой 27 м. Ширина домов составляет 12 м. Отметка уровня проезжей части улиц — 99,8 м; отметка территории застройки — 100 м. Территория между домами, а также между магистральной улицей районного значения и девятиэтажным жилым домом в основном покрыты травой. Исключения составляют проезды к жилым домам и тротуар шириной соответ-

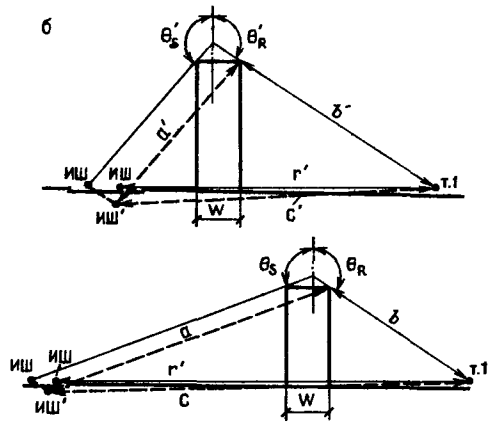
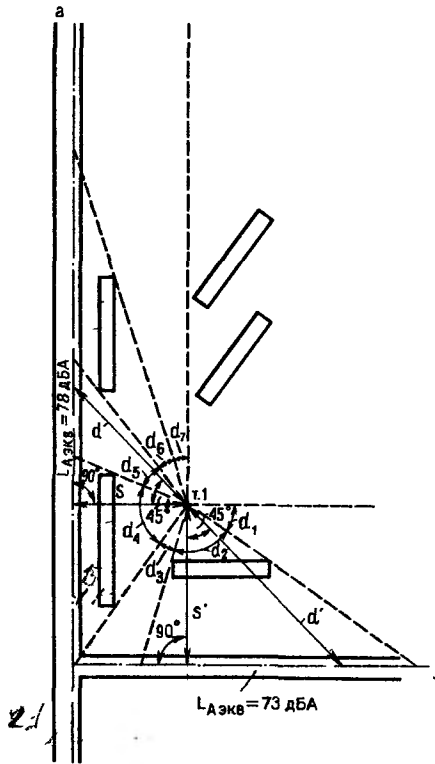


Рис. 12. Расчетная схема
 а—для определения уровня звука на территории застройки; б—для определения снижения уровня звука зданиями-экранами

крайние участки (№ 1 и 7) ограничиваем лучами, параллельными соответствующим улицам (полный угол видимости улицы из расчетной точки равен 180°). Определяем на плане территории застройки углы видимости отдельных участков улиц из расчетной точки с точностью до 1° : $\alpha_1=34^\circ$, $\alpha_2=72^\circ$, $\alpha_3=19^\circ$, $\alpha_4=77^\circ$, $\alpha_5=29^\circ$, $\alpha_6=21^\circ$, $\alpha_7=18^\circ$. Расчет уровней звука в точке т. 1 от неэкранированных и экранированных участков улиц проводим соответственно по формулам (4) и (5). Основные результаты расчета сводим в табл. 33.

ствению 4 и 3 м. Территория между магистральной улицей городского значения и двенадцатизэтажными домами в основном покрыта асфальтом. Вдоль улиц имеются полосы зеленых насаждений с однородной посадкой деревьев и кустарников шириной 2 м.

Задание. Определить требуемое снижение уровня звука на площадке отдыха проектируемого жилого микрорайона, подобрать средства защиты от шума и произвести их расчет.

Решение. 1. Намечаем расчетную точку на ближайшей к источнику шума границе площадки отдыха в зоне попадания прямых звуковых лучей (точка т.1 на рис. 12, а на высоте 1,5 м от уровня поверхности площадки, отметка 101,5 м).

2. Территорию застройки разбиваем на отдельные экранированные и неэкранированные жилыми домами участки. Для этого из расчетной точки проводим лучи через края зданий. Так как источниками шума на площадке отдыха являются транспортные потоки на двух пересекающихся улицах, проводим также лучи из расчетной точки через точку пересечения осевых линий улиц. В рассматриваемом случае этот луч совпал с лучом, проходящим через край здания. Так как вне участков № 2—6 в зонах видимости магистральных улиц городского и районного значения из расчетной точки застройка отсутствует, то

3. Определяем снижение уровня звука в зависимости от расстояния r_n между источником шума и расчетной точкой и числа полос движения по рис. 3. Расстояние r_n обычно определяют на поперечном профиле улицы и прилегающей территории (см. рис. 6). Так как в данном случае проезжая часть улицы расположена практически в одном уровне с территорией застройки, это расстояние можно опре-

Таблица 33

| Параметр | Уровень звука или снижение уровня звука, дБА, для участков № | | | | | | |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| $L_{А экв}$ | 73 | 73 | 73 | 78 | 78 | 78 | 78 |
| $\Delta L_{А рас}$ | 12 | 12 | 12 | 10,6 | 10,6 | 10,6 | 10,6 |
| $\Delta L_{А воз}$ | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| $\Delta L_{А пок}$ | 9,2 | 0 | 9,2 | 0 | 6,1 | 0 | 6,1 |
| $\Delta L_{А экр}$ | — | 29 | — | 33,6 | — | 33,6 | — |
| $\Delta L_{А зел}$ | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| $\Delta L_{А \alpha}$ | 7,2 | 4 | 9,8 | 3,7 | 7,9 | 9,3 | 10 |
| $\Sigma \Delta L_{А}$ | 29,2 | 45,8 | 31,8 | 48,5 | 25,2 | 54,1 | 27,3 |
| $L_{А и}$ | 43,8 | 27,2 | 41,2 | 29,5 | 52,8 | 23,9 | 50,7 |

делить на плане (рис. 12, б). Для всех участков, прилегающих к одной улице, расстояния одинаково. Так, для участков № 1—3 $r_n = 120$ м, а для участков № 4—7 $r_n = 87$ м.

4. Определяем снижение уровня звука вследствие его поглощения в воздухе по номограмме рис. 7:

для участков № 1—3 $\Delta L'_{\text{воз}} = 0,6$ дБА;

для участков № 4—7 $\Delta L'_{\text{воз}} = 0,4$ дБА.

5. Определяем снижение уровня звука вследствие влияния покрытия территории на незэкранированных участках № 1, 3, 5 и 7 по табл. 25. Расчетные расстояния определяем по формуле $d_n = 1,4l_n$, при этом не учитываем ширину проездов и тротуаров, покрытых асфальтом;

для участков № 1 и 3 $d_n = 1,4 \cdot 102 \approx 143$ м;

для участков № 5 и 7 $d_n = 1,4 \cdot 69 \approx 97$ м.

На участках № 2, 4 и 6 покрытие территории не влияет на снижение уровня звука, так как путь звуковых лучей через верхнюю кромку зданий проходит на большой высоте. Таким образом, $\Delta L_{\text{пок}} = 0$.

6. Определяем снижения уровня звука экранами — девятиэтажным жилым домом на участке № 2 и двенадцатиэтажными жилыми домами на участках № 4 и 6 — в следующем порядке:

а) определяем снижение уровня звука экранами-стенками в плоскости дворовых фасадов зданий $\Delta L_{\text{экр ст.}}$ дБА (см. рис. 9) по кривым рис. 8 в зависимости от числа Френеля N , рассчитываемого по формулам (10) и (11). Расстояния a , b и c определяем графически на поперечном профиле улиц и прилегающей застройки, а для точных расчетов — по формулам (12) — (14).

На участке № 2:

$$a' = \sqrt{(66 + 12)^2 + (127 - 98)^2} = 83,22 \text{ м};$$

$$b' = \sqrt{40,7^2 + (127 - 101,5)^2} = 48,03 \text{ м};$$

$$c' = \sqrt{(66 + 12 + 40,7)^2 + (101,5 - 98)^2} = 118,75 \text{ м};$$

$$\delta = (83,22 + 48,03) - 118,75 = 12,5 \text{ м}.$$

На участках № 4 и 6:

$$a = \sqrt{(21,6 + 12)^2 + (136 - 96)^2} = 52,24 \text{ м};$$

$$b = \sqrt{54,7^2 + (136 - 101,5)^2} = 64,67 \text{ м};$$

$$c = \sqrt{(21,6 + 12 + 54,7)^2 + (101,5 - 96)^2} = 88,47 \text{ м};$$

$$\delta = (52,24 + 64,67) - 88,47 = 28,44 \text{ м};$$

$$\Delta L'_{\text{экр ст}} = 21,8 \text{ дБА}; \quad \Delta L_{\text{экр ст}} = 23,2 \text{ дБА};$$

б) определяем дополнительное снижение уровня звука экраном-зданием $\Delta L_{\text{Ат}}$, дБА, в зависимости от толщины здания W , м, по табл. 26.

Из расчетной схемы экранов-зданий на поперечном профиле улицы и прилегающей застройки определяем углы $\theta_S = 110^\circ$, $\theta_R = 124^\circ$ (для участка № 2) и $\theta_S = 139^\circ$, $\theta_R = 124^\circ$ (для участков № 4 и 6).

Определяем расчетный показатель K по номограмме рис. 10; в зависимости от углов θ_S , θ_R , θ_S , θ_R $K = 5,1$ и $K = 7,3$.

Определяем величину $\Delta L_{\text{Ат}}$, дБА, по табл. 26; $\Delta L_{\text{Ат}} = 7,2$ дБА и $\Delta L_{\text{Ат}} = 10,4$ дБА;

в) определяем снижение уровня звука экранами-зданиями по формуле (15):

$$\Delta L_{\text{Аэкр зд}} = 21,8 + 7,2 = 29 \text{ дБА};$$

$$\Delta L_{\text{Аэкр}} = 23,2 + 10,4 = 33,6 \text{ дБА}.$$

7. Определяем снижение уровня звука полосами зеленых насаждений $\Delta L_{\text{Азел}} = 0,08 \cdot 2 \approx 0,2$ дБА.

8. Определяем снижение уровня звука $\Delta L_{\text{Аз}}$, дБА, вследствие ограничения угла видимости участков улиц из расчетной точки по табл. 30.

9. Вычисляем суммарное снижение уровня звука $\Sigma \Delta L_{\text{Аи}}$, дБА, на каждом участке территории.

10. Вычисляем уровень звука в расчетной точке $L_{\text{Аи}}$, дБА, от каждого незэкранированного и экранированного участка улицы (табл. 33).

11. Вычисляем суммарный уровень звука в расчетной точке при помощи табл. 4 $L_{\text{Атер}} \approx 55$ дБА.

12. Определяем допустимый уровень звука в расчетной точке на площадке отдыха микрорайона по табл. 7 и 8 $L_{\text{Азв доп}} = 45$ дБА.

13. Определяем требуемое снижение уровня звука в расчетной точке по формуле (8) $\Delta L_{\text{Атр тер}} = 55 - 45 = 10$ дБА.

Расчет показал, что предложенный вариант застройки не удовлетворяет требованиям санитарных норм к шумовому режиму на площадке отдыха микрорайона.

14. Как видно из табл. 33, для обеспечения требуемого снижения уровня звука необходимо ограничить распространение шума на участках № 1, 5 и 7. Одним из возможных вариантов решения этой задачи является размещение в разрыве между двенадцатиэтажными жилыми домами двухэтажных зданий предприятий торговли, общественного питания и бытового обслуживания. Девятиэтажный и двенадцатиэтажный жилые дома, примыкающие к участкам № 1 и 7, следует запроектировать с боковыми объемами, пересекающими эти участки.

15. Принимаем высоту зданий предприятий торговли, общественного питания и бытового обслуживания равной 9 м и проводим перерасчет уровня звука на площадке отдыха микрорайона (табл. 34).

Т а б л и ц а 34

| Параметр | Уровень звука или снижение уровня звука, дБА, для участков № | | | | |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------|------|------|------|------|
| | 1—2 | 3 | 4 | 5 | 6—7 |
| $L_{A \text{ экв}}$ | 73 | 73 | 78 | 78 | 78 |
| $\Delta L_{A \text{ рас}}$ | 12 | 12 | 10,6 | 10,6 | 10,6 |
| $\Delta L_{A \text{ воз}}$ | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,4 | 0,4 |
| $\Delta L_{A \text{ пок}}$ | — | 9,2 | — | — | — |
| $\Delta L_{A \text{ экр}}$ | 29 | — | 33,6 | 19,5 | 33,6 |
| $\Delta L_{A \text{ зел}}$ | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| $\Delta L_{A \alpha}$ | 2,3 | 9,8 | 3,7 | 7,9 | 6,6 |
| $\Sigma \Delta L_A$ | 44,1 | 31,8 | 48,7 | 38,6 | 51,4 |
| $L_{A \text{т}}$ | 28,9 | 41,2 | 29,3 | 39,4 | 26,6 |

16. Вычисляем суммарный уровень звука в расчетной точке $L_{A \text{тер}} = 44$ дБА.

17. Перерасчет показал, что при осуществлении предложенных мероприятий по защите от шума уровень звука на площадке отдыха микрорайона не будет превышать допустимого уровня.

4.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЕЙ ШУМА

ЛОКАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ШУМА НА ТЕРРИТОРИИ МИКРОРАЙОНОВ, КВАРТАЛОВ И ГРУПП ЖИЛЫХ ДОМОВ

Максимальный уровень звука $L_{A \text{макс тер}}$, дБА, локальных источников шума в расчетной точке на селитебной территории определяют по формуле

$$L_{A \text{макс тер}} = L_{A \text{макс}} - \Delta L_{A \text{рас}} - \Delta L_{A \text{пок}} - \Delta L_{A \text{воз}} - \Delta L_{A \text{экр}} - \Delta L_{A \text{зел}} + \Delta L_{A \text{отр}} \quad (18)$$

где обозначения аналогичны использованным в формулах (6) и (7)

Снижение уровня звука $\Delta L_{A \text{рас}}$, дБА, в зависимости от расстояния r , м, между источником шума и расчетной точкой определяют по графику рис. 5. Расстояние r , м, отсчи-

тывают от точки, расположенной на границе источника шума на высоте 1,5 м.

Снижение уровня звука вследствие влияния акустически мягкого покрытия территории (рыхлый грунт, трава и др.) $\Delta L_{A \text{пок}}$, дБА, можно определять по табл. 25 в зависимости от параметра σ , рассчитываемого согласно п. 4.1 при расчетном расстоянии $d_n = l_n$.

Снижение уровня звука вследствие поглощения звука в воздухе $\Delta L_{A \text{воз}}$, дБА, можно определять по номограмме рис. 7 в зависимости от расстояния r , м, между расчетной точкой и границей источника шума.

Снижение уровня звука экранами $\Delta L_{A \text{экр}}$, дБА, можно определять согласно п. 4.1. Длину звуковой волны λ при определении числа Френеля следует принимать равной 0,21 м. Расстояние a , м, следует отсчитывать от точки, расположенной в геометрическом центре источника шума на высоте 1,5 м. Дополнительное снижение уровня звука экраном-зданием $\Delta L_{A \text{т}}$, дБА, в зависимости от толщины здания W , м, определяют по табл. 26 для хозяйственных дворов предприятий торговли, общественного питания и хозяйственных площадок для мусоросборников и по табл. 35 — для физкультурных площадок и площадок для игр детей.

Снижение или повышение уровня звука вследствие влияния покрытия территории $\Delta L_{A \text{пок}}$, дБА, при наличии экранов между источником шума и расчетной точкой, снижение уровня звука вследствие ограничения угла видимости улицы или дорог из расчетной точки $\Delta L_{A \alpha}$, дБА, и снижение уровня звука полосами зеленых насаждений $\Delta L_{A \text{зел}}$, дБА, можно определять согласно п. 4.1.

Поправку $\Delta L_{A \text{отр}}$, дБА, учитывающую вклад звуковой энергии источников шума на территории групп жилых домов, отраженной от ограждающих конструкций, можно определять по графикам рис. 13 в зависимости от от-

Т а б л и ц а 35

| W, м | Дополнительное снижение уровня звука экраном-зданием $\Delta L_{A \text{т}}$, дБА, при K, равном | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 | 3,5 | 4 | 4,5 | 5 | 5,5 | 6 | 6,5 | 7 | 7,5 | 8 | 8,5 | 9 |
| 3 | 2 | 2,5 | 3,5 | 4,5 | 5,5 | 6 | 7 | 8 | 8,5 | 9,5 | 10,5 | 11,5 | 12 | 13,5 | 14 | 15 | 15,5 |
| 6 | 2,5 | 3 | 4 | 5,5 | 6 | 7 | 8 | 9,5 | 10 | 11 | 12,5 | 13,5 | 14 | 15,5 | 16,5 | 17,5 | 18 |
| 9 | 2,5 | 3,5 | 4,5 | 6 | 7 | 7,5 | 8,5 | 10 | 11 | 12 | 13,5 | 14,5 | 15,5 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 12 | 2,5 | 3,5 | 4,5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10,5 | 12 | 13 | 14,5 | 15,5 | 16,5 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| 18 | 2,5 | 4 | 5 | 6,5 | 7,5 | 9 | 10 | 11,5 | 12,5 | 13,5 | 15,5 | 16,5 | 17,5 | 19 | 20,5 | 21,5 | 22,5 |
| 24 | 3 | 4 | 5 | 7 | 8 | 9 | 10,5 | 12 | 13,5 | 14,5 | 16 | 17,5 | 18,5 | 20 | 21,5 | 22,5 | 23,5 |
| 30 | 3 | 4 | 5,5 | 7 | 8,5 | 9,5 | 11 | 12,5 | 13,5 | 15 | 16,5 | 18 | 19 | 21 | 22 | 23,5 | 24,5 |

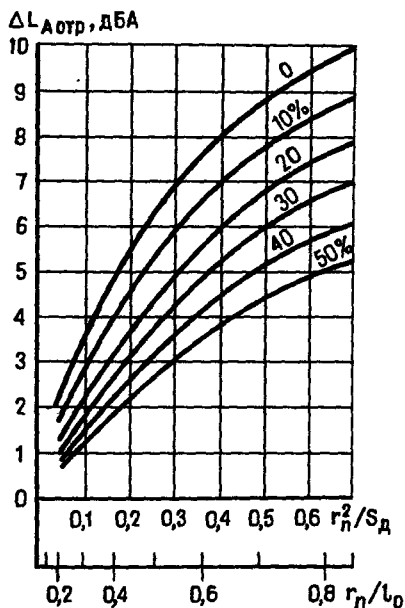


Рис. 13. Графики для определения поправки, учитывающей вклад звуковой энергии локальных источников шума, отраженной от ограждающих конструкций зданий

ношения r_n^2/S_d и доли в % суммарной ширины разрывов между зданиями в длине периметра дворового пространства l_0 . Здесь r_n — расстояние между акустическим центром источника шума и расчетной точкой, м; S_d — площадь дворового пространства, м².

В случаях, когда акустически мягкое покрытие занимает свыше 30 % площади поверхности дворового пространства, поправку $\Delta L_{\text{отр}}$, дБА, учитывают только в расчетных точках, расположенных на расстоянии 2 м от ограждающих конструкций зданий на высотах $h_{\text{пр}} \geq 3r_n'/5$, где r_n' — длина проекции расстояния между акустическим центром источника шума и расчетной точкой на горизонтальную плоскость, м.

4.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЕЙ ШУМА ПРОМЫШЛЕННЫХ И КОММУНАЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК¹

Уровень звука L_A , дБА, в расчетной точке на территории застройки, прилегающей к территориям промышленных и коммунальных

предприятий и энергетических установок, можно определять по формуле

$$L_A = L_{PA} - 10 \lg \Omega - 20 \lg r - \Delta_{Ar} + \Delta L_{\text{отр}} - \Delta L_{CA}, \quad (19)$$

где L_{PA} — скорректированный или эквивалентный скорректированный уровень звуковой мощности источника шума, дБА; Ω — пространственный угол (в стерadianах), в который излучается шум; для источника шума, расположенного в пространстве, $10 \lg \Omega = 11$ дБА. Если источник шума находится на поверхности территории или ограждающих конструкций зданий или сооружений, то значение этого члена формулы (19) составляет 8 дБА. В тех случаях, когда источник шума расположен в углу, оно равно 5 дБА для двугранного угла и 2 дБА для трехгранного угла; r — расстояние, м, от акустического центра источника шума до расчетной точки; за акустический центр источника шума, расположенного на поверхности, принимается проекция его геометрического центра на поверхность; для источника шума, расположенного в пространстве, акустический и геометрический центры совпадают; Δ_{Ar} — поправка, дБА, на поглощение звука в воздухе, принимаемая по рис. 14 в зависимости от разности $\Delta L_A = L_{P_{\text{лин}}} - L_{PA}$, учитывающей зависимость звукопоглощения от спектра шума, где $L_{P_{\text{лин}}}$ — общий уровень звуковой мощности источника шума, дБ; $\Delta L_{\text{отр}} = 3n$, дБА — повышение уровня звука вследствие отражений звука от больших поверхностей (земля, стена, угол двух стен), расположенных на расстоянии от расчетной точки, не превышающем 0,1 r ; n — число отражающих поверхностей (поверхность земли не включается в число n , если отражение от нее уже учтено в значении пространственного угла Ω); ΔL_{CA} — дополнительное снижение уровня звука, дБА, элементами окружающей среды; $\Delta L_{CA} = \Delta L_{\text{Аэкр}} + \Delta L_{\text{Апов}} + \beta_{\text{Азел}} l$, где $\Delta L_{\text{Аэкр}}$ — снижение уровня звука, дБА, экраном, расположенным между источником шума и расчетной точкой; $\Delta L_{\text{Апов}}$ — снижение уровня звука, дБА, поверхностью земли; $\beta_{\text{Азел}}$ — коэффициент ослабления звука полосами лесонасаждений, дБ/м; l — ширина полос, м.

Снижение уровня звука экраном $\Delta L_{\text{Аэкр}}$, дБА, можно определять по формуле

$$\Delta L_{\text{Аэкр}} = 10 \lg b + \Delta_{\text{Аэкр}}, \quad (20)$$

где $b = a + b - d$; здесь $a + b$ — длина кратчайшего пути, м, от источника шума до расчетной точки, проходящего через кромку экрана; d — кратчайшее расстояние, м, между источником шума и расчетной точкой; $\Delta_{\text{Аэкр}}$ — поправка, дБА, значения которой определяются по рис. 15 в зависимости от величины ΔL_A (разности между общим уровнем звука и уровнем звука в дБА).

¹ Раздел написан М. В. Сергеевым.

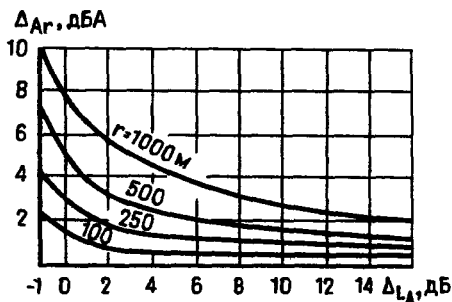


Рис. 14. График для определения поправки, учитывающей поглощение звука в воздухе

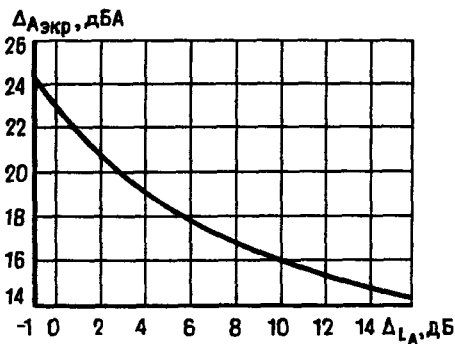


Рис. 15. График для определения поправки, учитывающей снижение уровня звука экраном

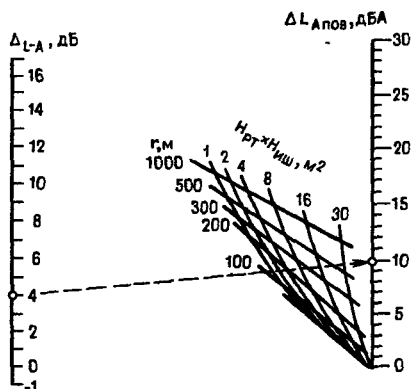


Рис. 16. Номограмма для определения снижения уровня звука поверхностью земли $\Delta L_{Aпов}$ по заданным r , $H_{рт} \times H_{нш}$, ΔL_A
штриховая линия — решение числового примера; дано: $r = 200$; $H_{рт}$, $H_{нш} = 4$; $\Delta L_A = 4$, ответ: $\Delta L_{Aпов} = 10$ дБА

Снижение уровня звука поверхностью земли $\Delta L_{Aпов}$, дБА, поросшей травой или покрытой снегом, можно определять по номограмме рис.

16 в зависимости от расстояния r , м, от источника шума до расчетной точки, произведения высот расчетной точки $H_{рт}$, м, и источника шума $H_{нш}$, м, над поверхностью земли и величины ΔL_A .

Коэффициент ослабления звука полосами лесонасаждений $\beta_{Aзел}$, дБА, принимают равным 0,08 дБА/м. При ширине полосы, превышающей 100 м, снижение уровня звука принимается равным 8 дБА.

4.5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЕЙ ШУМА ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

Среди проблем защиты населения от городского шума важное место занимают вопросы, связанные с авиационным шумом. Увеличение мощности двигателей самолетов и рост объема воздушных перевозок привели к значительному ухудшению шумовой обстановки в окрестностях аэропортов. Положение усугубляется тем, что в результате развития населенных пунктов, особенно крупных городов, сокращаются разрывы между ними и аэропортами. Многие аэропорты, сооруженные в довоенные годы на достаточном, как тогда казалось, удалении от городов, в настоящее время оказались вблизи их границ, а в ряде случаев городская застройка уже охватывает территорию аэропортов с двух-трех сторон. Отметим, что авиационный шум отличается высокими уровнями звука и большой площадью зашумляемой территории. Этим объясняется тот повышенный интерес, который проявляется сейчас во всем мире к авиационному шуму, те серьезные организационные и технические мероприятия, которые проводятся с целью уменьшения его неблагоприятного воздействия на население.

В первую очередь следует назвать меры по снижению шума в источнике. Созданию относительно малолучных самолетов гражданской авиации способствовало внедрение государственных стандартов, устанавливающих ограничения по шуму для самолетов различных классов.

Большое значение для уменьшения воздействия авиационного шума имеют мероприятия по организации воздушного движения, например, такое размещение взлетно-посадочных полос, при котором трассы полетов не проходят над городской территорией, ограничение полетов в ночное время, перенос операций наиболее шумных самолетов только на дневные часы.

Разрабатываются и внедряются специальные приемы плотирования, позволяющие уменьшить зашумленность территории. В их числе набор высоты на начальном этапе взлета и снижение на посадку по более крутой траектории, пониженные режимы работы двигателей при взлете, посадке и полете в зоне ожидания.

Однако при всей эффективности перечисленных мероприятий их возможности снижения шума ограничены. В связи с этим очень важное значение приобретают градостроительные и строительно-акустические меры по защите от авиационного шума. Это прежде всего обеспечение необходимых разрывов между аэропортами и городской застройкой, а также применение в необходимых случаях специальных шумозащитных зданий с повышенной звукоизоляцией наружных ограждающих конструкций.

Решающим моментом, определяющим взаимное расположение городской территории и аэропорта, является установление зон вокруг аэродрома, позволяющих использовать территорию для жилой застройки с учетом условий зашумленности. Размеры этих зон определяются, с одной стороны, характеристиками аэропорта как источника шума, а с другой — требованиями к уровням шума на территории.

В нашей стране допустимые уровни авиационного шума на территории городской жилой застройки установлены специальным стандартом ГОСТ 22283—88: эквивалентный уровень звука 65 дБА днем (7—23 ч) и 55 дБА ночью (23—7 ч), максимальный уровень звука при пролете — 85 дБА днем и 75 дБА ночью.

Эти же величины эквивалентных уровней звука, равные 65 дБА днем и 55 дБА ночью, были приняты в главе СНиП II-12-77 «Защита от шума» в качестве допустимых уровней шума, создаваемого средствами транспорта (автомобильного, железнодорожного, воздушного) у фасада жилого здания, обращенного в сторону источника шума. Эти уровни звука на 10 дБА выше основной нормы, т. е. в данном случае необходимо применение шумозащитных зданий с тем, чтобы уровни проникающего в помещение шума удовлетворяли нормативным требованиям.

Сложившаяся во многих городах сложная обстановка с авиационным шумом, необходимость разрывать большие территории, удобные для городской застройки по всем

параметрам, кроме шума, часто причиняет большие неудобства градостроителям. Еще более серьезные проблемы возникают, когда уже существующая городская застройка находится под воздействием авиационного шума, превышающего нормы. В этих случаях с технической и экономической точек зрения может быть целесообразным применение шумозащитных зданий с более высокой звукоизоляцией наружных ограждений с целью сокращения разрывов между аэропортом и жилой застройкой и частичного использования под жилую застройку территорий, на которых авиационный шум превышает допустимые уровни по ГОСТ 22283—88. При этом некоторое превышение уровней звука можно допустить только в ночное время. Увеличение допустимых значений уровней звука в дневное время не представляется возможным, так как при любой звукоизоляции окон, при любой защите находящихся в здании людей жители должны иметь возможность нормального использования прилегающей к дому территории. Проведенные же исследования показывают, что установленные стандартом уровни звука $L_{A_{экв}} = 65$ дБА и $L_A = 85$ дБА в дневное время соответствуют довольно скромным требованиям к акустическому комфорту. В ночное же время вопрос использования территории, естественно, снимается, поэтому некоторое увеличение допустимых уровней авиационного шума на территории при соответствующем усилении звукоизоляции наружных ограждений не повлечет за собой ухудшения комфорта для жителей.

По согласованию с органами санитарного надзора для рассматриваемого случая приняты в качестве допустимых уровней звука значения $L_{A_{экв}} = 60$ дБА, $L_A = 80$ дБА. Поскольку в большинстве случаев величина разрывов между аэропортом и городской жилой застройкой устанавливается из условий шумового режима в ночное время, это может заметно уменьшить размеры санитарно-защитной зоны вокруг аэропорта.

Таким образом, вокруг аэропорта можно установить четыре зоны, определяющие пригодность территории к застройке по уровням шума:

зона А с эквивалентными уровнями авиационного шума не более 60 и 50 дБА (днем и ночью) и максимальными уровнями звука при пролете самолетов не более 80 и 70 дБА. Городская застройка разрешается без ограничений, шумозащитные здания не требуются;

зона Б с эквивалентными уровнями авиационного шума 61—65 дБА днем и 51—55 дБА ночью и максимальными уровнями звука 81—85 дБА днем и 71—75 дБА ночью. Жилые здания, детские дошкольные учреждения, школы должны выполняться в шумозащитном варианте, обеспечивающем снижение шума $\Delta L_A = 25$ дБА. Административные здания, проектные и научно-исследовательские учреждения могут выполняться в обычном варианте;

зона В с эквивалентными уровнями авиационного шума 61—65 дБА и 56—60 дБА ночью и максимальными уровнями звука 81—85 дБА днем и 76—80 дБА ночью. Для жилья и детских учреждений конструктивное решение здания должно обеспечивать снижение шума $\Delta L_A = 30$ дБА; для школ и других учебных заведений, а также гостиниц $\Delta L_A = 25$ дБА;

зона Г с эквивалентными уровнями авиационного шума более 65 и 60 дБА (днем и ночью) и максимальными уровнями звука более 85 и 80 дБА (днем и ночью). Жилая застройка разрешается только в исключительных случаях (например, поселки для персонала аэропорта) по согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы при условии обеспечения необходимой звукоизоляции. Размещение административных зданий, гостиниц, проектных и исследовательских организаций разрешается при обеспечении требуемой звукоизоляции наружных ограждений.

Исходным параметром для определения требуемых разрывов между аэропортом и городом является также характеристика шумленности прилегающей к аэропорту территории. Методика расчета ожидаемых уровней шума на территории при выполнении самолетами различных операций и построения границ зон была разработана совместно НИИ строительной физики, ГосНИИ гражданской авиации и МНИИ гигиены им. Ф. Ф. Эрнсмана на основании проведения большого объема исследований в области авиационного шума.

Все отечественные самолеты гражданской авиации по характеристикам пролетного шума подразделяются на пять групп (табл. 36). Разность уровней звука, создаваемого на земле самолетами двух соседних групп, составляет 5 дБА. Поскольку весь диапазон уровней звука между первой и последней группами достаточно велик, в эту систему классификации легко включить любые новые самолеты или, при необходимости, самолеты зарубежных марок.

| Группа | Типы самолетов | Δ_1 , дБА | Коэффициент группы K_i | |
|--------|-----------------------------------------|------------------|--------------------------|---------|
| | | | взлет | посадка |
| I | Реактивные Ил-86 | +5 | 2,2 | 1,7 |
| II | Винтовые Ан-22 | 0 | 1,1 | 1,1 |
| | Реактивные Ил-62, Ту-154, Ту-134, Ил-76 | | 1,0 | 0,75 |
| III | Винтовые Реактивные Як-42 | -5 | 0,5 | 0,5 |
| | Винтовые Ан-12, Ил-18 | | 0,45 | 0,35 |
| IV | Винтовые Ан-12, Ил-18 | -10 | 0,23 | 0,23 |
| | Реактивные Як-40 | | 0,2 | 0,15 |
| V | Винтовые Ан-24, Ан-26, Ил-14 | -15 | 0,1 | 0,1 |
| | Реактивные Ан-28, Л-410 | | 0,1 | 0,07 |
| | | | 0,05 | 0,05 |

На рис. 17 приведены кривые равных максимальных уровней звука на местности при взлете и снижении на посадку самолетов групп II. Кривые построены с интервалом 5 дБА. Максимальные уровни пролетного шума для самолетов групп II в промежуточных точках под траекториями взлета и посадки, а также в точках, расположенных у взлетно-посадочной полосы или трассы полета в зоне ожидания, можно определить по рис. 18. Для самолетов других групп максимальные уровни пролетного шума определяются по тем же рисункам с учетом поправки Δ_1 , приведенной в табл. 36.

Разумеется, данный метод определения максимальных уровней пролетного шума не может обеспечить абсолютную точность. Кривые равных уровней звука на местности для взлета самолетов различных типов не являются строго параллельным из-за различия траекторий набора высоты, да и принятая градация групп через 5 дБА несколько груба. Однако попытка обрисовать шумовую обстановку вокруг аэропорта с помощью средних шумовых характеристик самолетов каждого отдельного типа вряд ли увеличила бы точность. Ведь и самолеты одного типа дают отклонения от средних уровней шума. Разный наклон траектории набора высоты (в зависимости от взлетной массы, температуры воздуха, скорости ветра), различное затухание звука в воздухе, обусловленное температурой и влажностью воздуха, влияют на уровень шума на земле. Поэтому

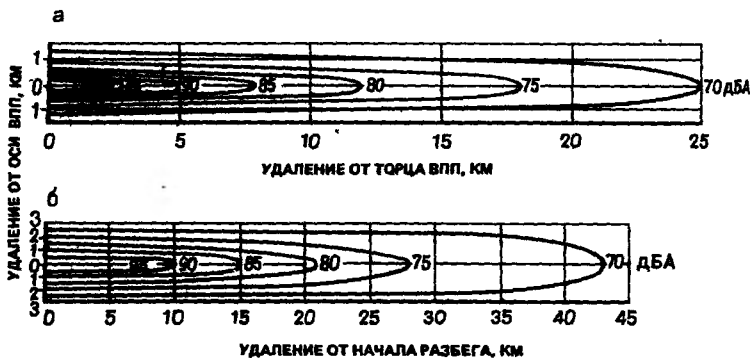


Рис. 17. Кривые равных максимальных уровней звука на местности при посадке (а) и взлете (б) самолетов группы II

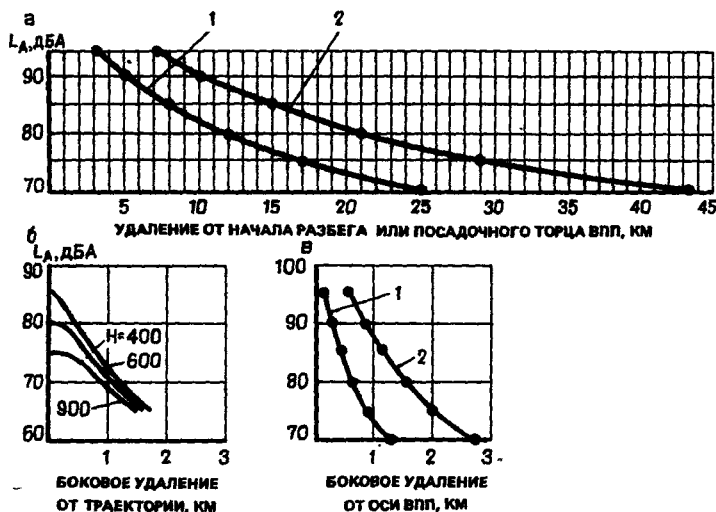


Рис. 18. Кривые для определения максимальных уровней звука на местности для самолетов группы II

а—под трассой взлета и посадки; б—при полете в зоне ожидания; в—при боковом удалении от ВПП; 1—посадка; 2—взлет

при систематизации шумовых характеристик самолетов необходимо их приведение к некоторым средним условиям. Точность оценки шумового режима при этом вполне достаточна для зонирования территорий.

Как уже было отмечено, нормируемыми параметрами авиационного шума на местности наряду с максимальными уровнями звука при пролете самолетов L_A являются эквивалентные уровни звука $L_{A_{\text{экв}}}$. Применительно к пролетному шуму самолетов эквивалентный уровень звука в общем виде выражается формулой

$$L_{A_{\text{экв}}} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n \int_{t_{i1}}^{t_{i2}} 10^{0,1L_{Ai}(t)} dt \right],$$

где t — время, с; T — период наблюдения, с; n — число пролетов за период наблюдения; t_{i1} , t_{i2} — начальный и конечный моменты периода, когда уровень пролетного шума превышает уровень фоно-

вого шума при пролете самолета; $L_{Ai}(t)$ — уровень звука при пролете самолета, дБА.

На практике, однако, используется более простая формула для вычисления эквивалентного уровня звука:

$$L_{A_{\text{экв}}} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n \tau_i 10^{0,1L_{Ai}} \right), \quad (21)$$

где L_{Ai} — максимальный уровень звука при i -м пролете самолета, дБА; τ_i — эффективное время воздействия шума при i -м пролете самолета.

За эффективное время воздействия шума при пролете самолета принимается половина времени звучания верхних 10 дБА, т. е. половина времени, в течение которого уровень звука превышает величину $L_A - 10$ дБА.

Значение параметра $\tau_i \cdot 10^{0,1L_{Ai}}$ в формуле (21), характеризующего вклад каждого пролета самолета в эквивалентный уровень звука —

своего рода «дозу» шума при отдельном пролете — составляет $3000 \cdot 10^{0,07L_A}$ (при взлете реактивных самолетов); $2250 \cdot 10^{0,07L_A}$ (при посадке реактивных самолетов); $1500 \cdot 10^{0,07L_A}$ (при пролете винтовых самолетов).

Рассчитанные значения доз для максимальных уровней пролетного шума 70—100 дБА приведены в табл. 37. Они удобны для упрощенной методики определения эквивалентного уровня звука на местности по формуле (21), основанной на измерении только максимальных уровней пролетного шума, например, с помощью шумомера.

Т а б л и ц а 37

| L, дБА | Дозы для самолетов | | |
|--------|--------------------|---------|----------|
| | реактивных | | винтовых |
| | взлет | посадка | |
| 70 | 0,24 | 0,18 | 0,12 |
| 71 | 0,28 | 0,21 | 0,14 |
| 72 | 0,33 | 0,25 | 0,17 |
| 73 | 0,39 | 0,29 | 0,20 |
| 74 | 0,46 | 0,34 | 0,23 |
| 75 | 0,54 | 0,40 | 0,27 |
| 76 | 0,63 | 0,47 | 0,32 |
| 77 | 0,74 | 0,55 | 0,37 |
| 78 | 0,87 | 0,65 | 0,44 |
| 79 | 1,02 | 0,77 | 0,51 |
| 80 | 1,20 | 0,90 | 0,60 |
| 81 | 1,41 | 1,06 | 0,71 |
| 82 | 1,66 | 1,24 | 0,83 |
| 83 | 1,95 | 1,46 | 0,97 |
| 84 | 2,28 | 1,71 | 1,14 |
| 85 | 2,68 | 2,01 | 1,34 |
| 86 | 3,15 | 2,36 | 1,58 |
| 87 | 3,70 | 2,78 | 1,85 |
| 88 | 4,35 | 3,26 | 2,17 |
| 89 | 5,11 | 3,83 | 2,55 |
| 90 | 6,00 | 4,50 | 3,00 |
| 91 | 7,05 | 5,29 | 3,52 |
| 92 | 8,28 | 6,21 | 4,14 |
| 93 | 9,72 | 7,29 | 4,86 |
| 94 | 11,42 | 8,57 | 5,71 |
| 95 | 13,42 | 10,06 | 6,71 |
| 96 | 15,76 | 11,82 | 7,88 |
| 97 | 18,51 | 13,88 | 9,26 |
| 98 | 21,74 | 16,31 | 10,87 |
| 99 | 25,54 | 19,15 | 12,77 |
| 100 | 30,00 | 22,50 | 15,00 |

П р и м е ч а н и е. Приведенные в таблице значения уменьшены в 10^9 раз. Для получения истинных значений доз следует приведенные в таблице величины умножить на 10^9 .

Как видно из табл. 37, при увеличении максимального уровня звука на 10 дБА доза шума увеличивается в 5 раз, увеличению L_A

на 5 дБА соответствует увеличению дозы в $\sqrt{5} \approx 2,2$ раза. При одинаковых максимальных уровнях звука доза шума при посадке реактивного самолета составляет 0,75, а при пролете винтового самолета — 0,5 дозы при взлете реактивного самолета.

Согласно принятой классификации самолетов гражданской авиации создаваемые самолетами различных групп уровни звука на земле отличаются на 5, 10, 15 дБА. Таким образом, реальную ситуацию, складывающуюся в результате операций самолетов различных типов, можно условно представить в виде некоторого «приведенного» числа пролетов самолетов, одинаковых по шумовым характеристикам. За условную единицу принят взлет реактивного самолета группы II (точнее, доза шума при взлете этого самолета). Максимальные уровни звука на местности для самолетов этой группы названы «приведенными» максимальными уровнями звука L'_A .

Приведенное число пролетов N определяется суммированием чисел пролетов самолетов различных групп n_i , принимаемых с соответствующим коэффициентом:

$$N = \sum_{i=1}^5 K_i n_i \quad (22)$$

Значения коэффициентов K_i , приведенные в табл. 36, получены из соотношения доз шума при пролете самолетов различных типов.

Теперь эквивалентный уровень звука в некоторой точке на территории выражается с помощью очень простых соотношений:

$$L_{A \text{ экв}} = 10 \lg \tau \cdot 10^{0,1L'_A} + 10 \lg N - 10 \lg T = 0,7L'_A + 10 \lg N + 10 \lg 3000 - 10 \lg T, \quad (23)$$

т. е.

$$L_{A \text{ экв}} = 0,7L'_A + 10 \lg N - 12,8 \text{ дБА (для дня);}$$

$$L_{A \text{ экв}} = 0,7L'_A + 10 \lg N - 9,8 \text{ дБА (для ночи),}$$

где L'_A — приведенный максимальный уровень звука в данной точке, определяемый по рнс. 17 и 18.

5. ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ШУМА НА СТАДИЯХ РАЗРАБОТКИ РАЙОННОЙ ПЛАНИРОВКИ, ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ И ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНА ГОРОДА

5.1. УЧЕТ ШУМОВОГО ФАКТОРА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ

Для уменьшения затрат на шумозащитные мероприятия шумовой фактор необходимо учитывать начиная со стадии районной планировки. Улучшению шумового режима в городах способствуют:

функциональное зонирование и структурное членение проектируемой территории (поясное, секторное, смешанное и т. д.), направленное на выделение и изоляцию ареалов с повышенным уровнем шума (рис. 19);

взаиморазмещение указанных зон с соблюдением необходимых территориальных разрывов между городами и другими населенными пунктами, рекреационными и лечебно-курортными зонами и аэродромами, промышленными узлами, грузоемкими складскими зонами, трассами наземного, воздушного и водного транспорта;

рациональная транспортно-планировочная структура территории, предусматривающая совмещенную трассировку в транспортных коридорах скоростных автомобильных и железных дорог в обход городов и других населенных пунктов, лечебно-курортных и рекреационных зон.

Новые аэропорты и аэродромы необходимо размещать за пределами городов и других населенных пунктов (рис. 20). Наименьшее расстояние от границ аэродрома до границ селитебной территории следует принимать в зависимости от класса аэродрома, расположения взлетно-посадочных полос и трасс полета относительно населенного пункта по табл. 38.

Возможность уменьшения разрывов между аэродромом и селитебной территорией по

сравнению с указанными в табл. 38 при условии применения специальных организационно-технических мероприятий должна быть подтверждена расчетом.

Вновь проектируемые заводские аэродромы допускается размещать на расстоянии не менее 6 км от границ селитебной территории при условии, что направления оси взлетно-посадочной полосы и трассы полетов не пересекают селитебную территорию.

Расстояние от границ территории речных портов до границ селитебной территории при отсутствии специальных средств шумоглушения должно составлять не менее 100 м от границ пассажирского района порта и не менее 300 м от границ грузового района порта.

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 категорий, не менее 150 м для железнодорожных линий III и IV категории и не менее 100 м от станционных путей.

Расстояние от автомобильных дорог I и II категории до границ селитебной территории при отсутствии специальных средств шумоглушения должно быть не менее 200 м, а расстояние от автомобильных дорог III и IV категории — не менее 100 м.

Расстояние от автомобильных дорог I и II категории до границ рекреационных и лечебно-курортных зон при отсутствии специальных средств шумоглушения должно быть не менее 500 м, а расстояние от автомобильных дорог III и IV категории — не менее 250 м.

На стадиях разработки технико-экономического обоснования и генерального плана го-

Т а б л и ц а 38

| Направление оси взлетно-посадочной полосы относительно населенного пункта | Трасса полета самолетов относительно населенного пункта | Наименьшее расстояние, км. для класса аэродрома | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----|-----|----|---|
| | | I и внеклассного | II | III | IV | V |
| Пересекает | Пересекает | 30 | 30 | 20 | 10 | 5 |
| » | Не пересекает | 17 | 15 | 15 | — | — |
| Не пересекает | То же | 6 | 6 | 6 | 5 | 2 |

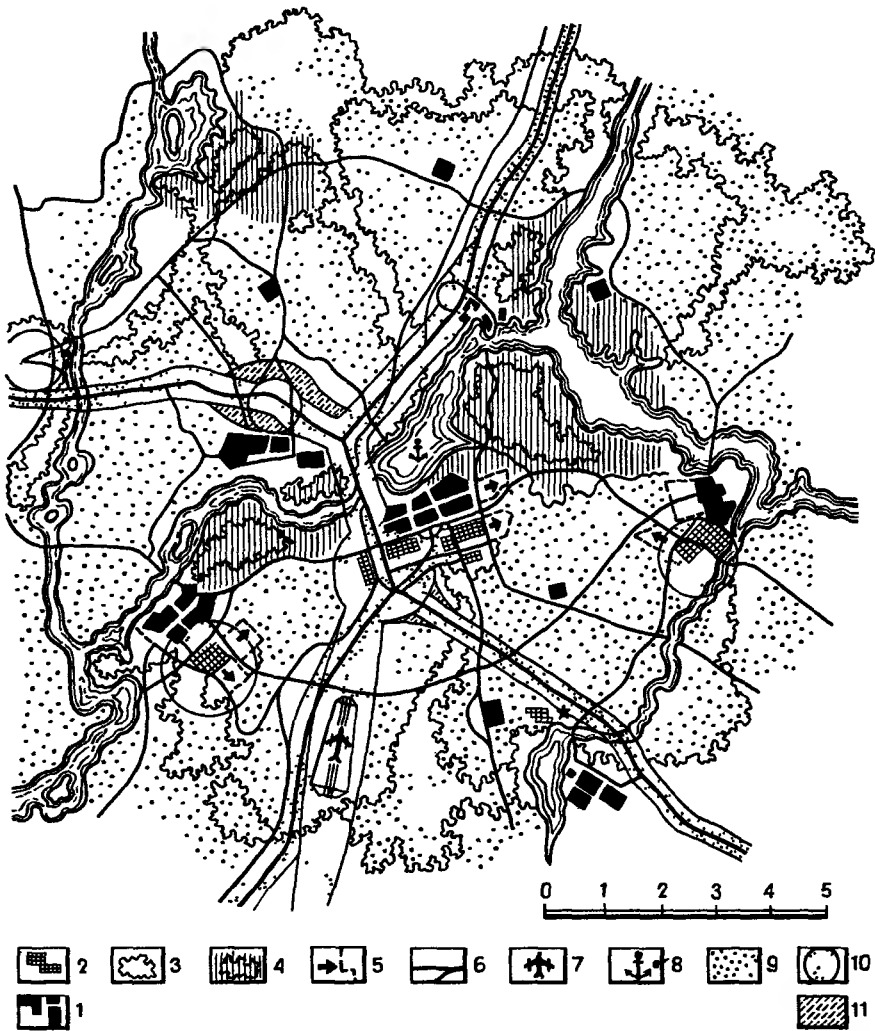


Рис. 19. Взаимное размещение источников шума и объектов шумозащиты с учетом зона акустического дискомфорта

1—селитебные территории, 2—промышленные зоны, 3—лесопарковые зоны, 4—зоны массового отдыха, 5—развитие селитебных и промышленных территорий, 6—система автомобильных дорог, 7—аэродром, 8—речной порт, 9—сельскохозяйственные территории, 10—зоны акустического дискомфорта, 11—увеличение арела зашумленности за счет сложения источников

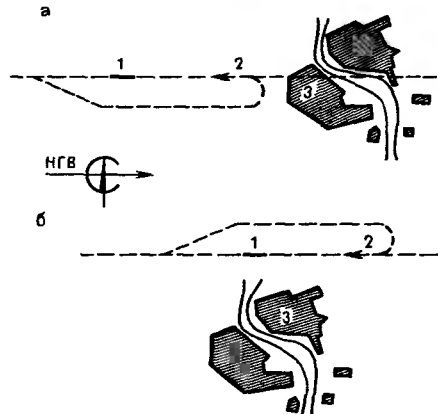


Рис. 20. Размещение взлетно-посадочных полос и трасс полета самолетов относительно населенного пункта

а б—направление оси взлетно посадочной полосы соответственно пересекает и не пересекает границу застройки, 1—взлетно посадочная полоса, 2—трасса полета самолетов, 3—населенный пункт, НГВ—направление господствующих ветров

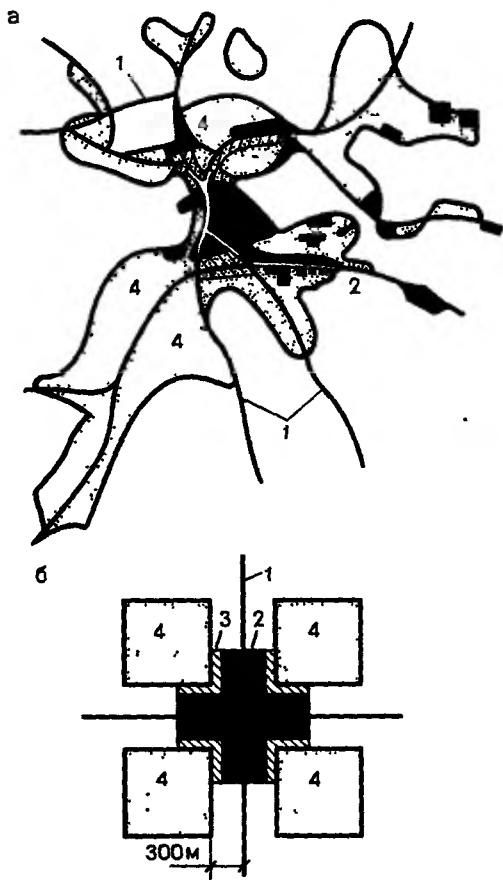


Рис. 21. Функциональное зонирование территории г. Ньюбери (США) с учетом требований защиты от шума и локализации источников внешних шумов
а—планировочная схема, *б*—схема защитных зон,
 1—транспортные магистрали, 2—промышленные зоны, 3—торговые центры и учреждения, 4—жилые районы

рода снижению шума на селитебной территории способствуют следующие меры

функциональное зонирование территории с отделением селитебных, лечебных и рекреационных зон от промышленных и коммунально-складских зон и основных транспортных коммуникаций (рис 21),

формирование общегородской системы зеленых насаждений,

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 межмагистральных территорий для отделения основных массивов застройки от транспортных магистралей,

выбор компактных геометрических форм межмагистральных территорий,

сосредоточение источников шума на территории промышленной зоны в отдельных комплексах, наиболее удаленных от застройки, расстояния от границ промышленных предприятий до застройки не должны быть менее указанных в табл 39

Т а б л и ц а 39

| Уровень звука (эквивалентный уровень звука) дБА, на границе промышленного предприятия | Минимальное расстояние, м, от границы промышленного предприятия до застройки при проведении технологических процессов | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----|----|------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| | в дневное время (с 7 до 23 ч) | | | | | | в ночное время (с 23 до 7 ч) | | | |
| | до больниц и санаториев | до жилых зданий, домов отдыха пансионатов, детских дошкольных учреждений и школ интернатов | до гостиниц и общежитий | до других общественных зданий с допустимыми уровнями звука в помещениях, дБА | | | | до больниц и санаториев | до жилых зданий домов отдыха пансионатов детских дошкольных учреждений и школ интернатов | до гостиниц и общежитий |
| 35 | | | | 40 | 45 | 50 | 55 | | | |

| | | | | | | | | | | | | |
|----|------|-----|-----|------|-----|-----|-----|----|----|------|------|------|
| 40 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 15 | — | — |
| 45 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 25 | — | — |
| 50 | 15 | — | — | — | — | — | — | — | — | 50 | 15 | — |
| 55 | 25 | — | — | 15 | — | — | — | — | — | 95 | 25 | 15 |
| 60 | 50 | 15 | — | 25 | 15 | — | — | — | — | 170 | 50 | 25 |
| 65 | 95 | 25 | 15 | 50 | 25 | 15 | — | — | — | 310 | 95 | 50 |
| 70 | 170 | 50 | 25 | 95 | 50 | 25 | 15 | — | — | 565 | 170 | 95 |
| 75 | 310 | 95 | 50 | 170 | 95 | 50 | 25 | 15 | — | 1030 | 310 | 170 |
| 80 | 565 | 170 | 95 | 310 | 170 | 95 | 50 | 25 | 15 | 1870 | 565 | 310 |
| 85 | 1030 | 310 | 170 | 565 | 310 | 170 | 95 | 50 | 25 | 5000 | 1030 | 565 |
| 90 | 1870 | 565 | 310 | 1030 | 565 | 310 | 170 | 95 | 50 | 9700 | 1870 | 1030 |

5.2. УЧЕТ ШУМОВОГО ФАКТОРА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ И СХЕМЫ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТА

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 уровней шума транспортных магистралей, но одновременно расширяет зоны акустического дискомфорта на межмагистральных территориях. Поэтому плотность магистральных улиц не должна превышать 2 км/км². Оптимальной с точки зрения защиты от шума является органическая система улично-дорожной сети (рис. 22). Ее отличают следующие преимущества: сокращение числа узлов, замена перекрестков Т-образными примыканиями (рис.

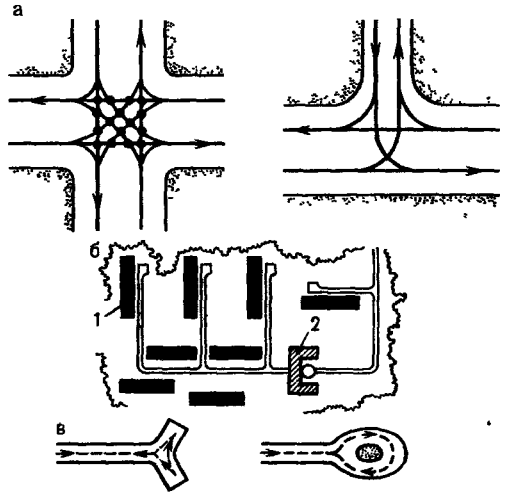


Рис. 23. Преимущества органической системы улично-дорожной сети

а—сокращение числа точек пересечения полос движения, слева — в традиционном перекрестке (16 точек), справа — в Т-образном примыкании (3 точки), б—«перехват» транспорта перед въездом в жилую группу, 1—жилые дома, 2—гаражи, в—планировка окончания тупиков, слева — с разворотной площадкой, справа — с кольцевым окончанием

Рис. 22. Схемы улично-дорожной сети а—традиционная квартальная, 28 узлов, б—органическая (по Рейхову), 14 узлов

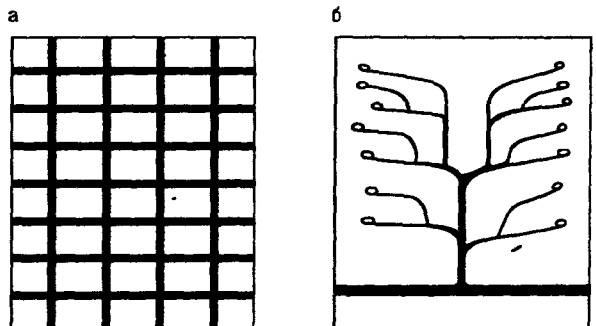




Рис. 24. Схема планировки американского города-сада Редбери (арх. Штейн, 1929 г.)
1—транспортная магистраль с транзитным движением, 2—местные проезды, 3—тупиковые подъезды, 4—пешеходные пути

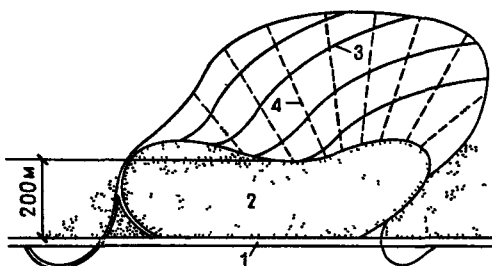


Рис. 25. Схема планировки микрорайона (инж. Майстер, ФРГ)
1—транспортная магистраль с транзитным движением, 2—полоса озеленения шириной не менее 200 м, 3—местные проезды, 4—пешеходные пути

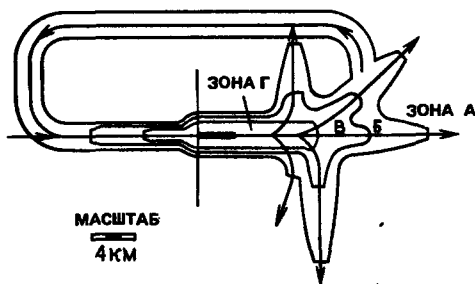


Рис. 26. Пример построения зон ограничения застройки

23, а), поточность и плавность движения, уменьшение числа торможений и переключений скорости, дифференциация участков улиц по ширине, размещение гаражей и автостоянок перед въездом в группы жилых домов (рис 23, б), наличие «тихих» тупиков (рис 23, в) Возможны и другие рациональные системы транспортной сети (рис 24 и 25)

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 (рис 26)

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

5.3. ШУМОЗАЩИТНОЕ ЗОНИРОВАНИЕ ОКРЕСТНОСТЕЙ АЭРОПОРТОВ

Определение границ зон ограничения застройки вокруг аэропортов с учетом уровней шума сводится к построению на плане местности кривых равных приведенных максимальных уровней звука, соответствующих допустимым величинам шума в данных зонах, т е в зоне А — уровням $L_{A_{экв}}=60/50$ дБА (днем/ночью) и $L_A=80/70$ дБА, в зоне Б — $L_{A_{экв}}=65/55$ дБА и $L_A=85/75$ дБА, в зоне В — $L_{A_{экв}}=65/60$ дБА и $L_A=85/80$ дБА

Поскольку данные требования должны выполняться как по эквивалентным, так и по максимальным уровням звука и в дневное, и в ночное время, при построении границы каждой зоны следует из четырех указанных ограничений принимать наиболее жесткое

Построение границ зон ограничения застройки производят в следующем порядке на план местности наносят схему аэропорта с трассами взлета, набора высоты, снижения на посадку, полета в зоне ожидания, число взлетов и посадок самолетов по группам и трассам принимают отдельно для дня и ночи с учетом перспективы развития аэропорта,

определяют значение приведенного максимального уровня звука, соответствующее допустимому значению эквивалентного уровня звука $L_{\text{звк доп}}$, в каждой из зон в зависимости от приведенного числа пролетов N для данной трассы

$$\left. \begin{aligned} L_A &= 1,43 (L_{\text{звк доп}} - 10 \lg N + 12,8) \text{ дБА (для дня),} \\ L_A &= 1,43 (L_{\text{звк доп}} - 10 \lg N + 9,8) \text{ дБА (для ночи),} \end{aligned} \right\} (24)$$

определяют значение приведенного максимального уровня звука, соответствующее допустимому значению максимального уровня звука (отдельно для дня и ночи), в каждой из

$$L_A = L_{A \text{ доп}} - \Delta_1,$$

где Δ_1 — поправка по табл. 36 для наиболее шумной группы самолетов, пролетающих по данной трассе,

по каждой из трасс из четырех значений L_A для каждой зоны выбирают меньшее и на плане местности строят кривые приведенного максимального уровня звука, соответствующие отмеченным значениям L_A для данной трассы. Кривые рис. 17 должны быть сориентированы относительно проекций трасс полетов самолетов

Учитывая возможные отклонения самолетов от трасс, ширину зон необходимо увеличивать на 400 м в обе стороны. Границы каждой зоны представляют собой огибающие кривых равных максимальных уровней звука L_A для

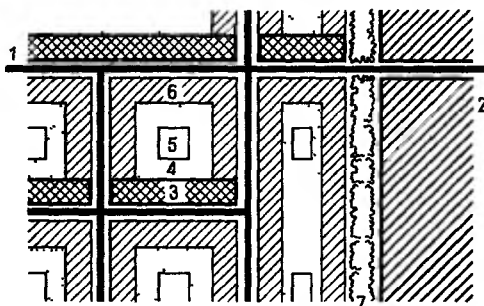


Рис. 27. Шумозащитное зонирование застройки 1—городская магистраль, 2—промышленная зона, 3—зона торговых предприятий, 4—зона массовой жилой застройки, 5—зона школ, детских садов и яслей, 6—зона шумозащитных жилых домов экранов, 7—зона санитарных разрывов и озеленения

всех трасс. На рис. 27 приведен пример построения зоны ограничения застройки для аэропорта с одной взлетно-посадочной полосой при выполнении взлетов и посадок в одном направлении. Разумеется, это построение необходимо повторить для случая работы аэропорта в противоположном направлении, окончательные границы зон будут огибающими для обоих случаев.

Поскольку аэропорты гражданской авиации имеют, как правило, две взлетно-посадочные полосы, подобное построение следует выполнить 4 раза.

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

6.1. УЧЕТ ШУМОВОГО ФАКТОРА ПРИ ЗОНИРОВАНИИ ТЕРРИТОРИИ 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.

Целесообразно по возможности полностью удалять микрорайоны от транспортных магистралей, размещая на территории разрыва зеленые насаждения. Этот прием можно широко использовать для защиты от шума неболь-

ших поселков и сельских населенных пунктов. В городах ощутимое удаление микрорайонов от транспортных магистралей практически невозможно, так как 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

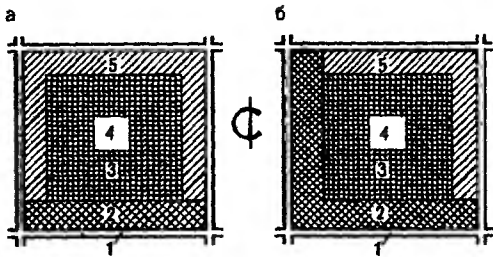


Рис. 28. Шумозащитное зонирование междомагистральной селитебной территории (жилого района, микрорайона, жилого комплекса) в I и II (а) и в III и IV (б) строительно-климатических районах 1—транспортная магистраль; 2—зона экранирования транспортного шума зданиями нежилого назначения, шумозащитными жилыми домами с шумозащитными окнами или специальными экранами; 3—зона жилой застройки типовыми домами массового строительства; 4—зона школ, детских садов и яслей; 5—зона экранирования транспортного шума шумозащитными жилыми домами со специальным архитектурно-планировочным решением

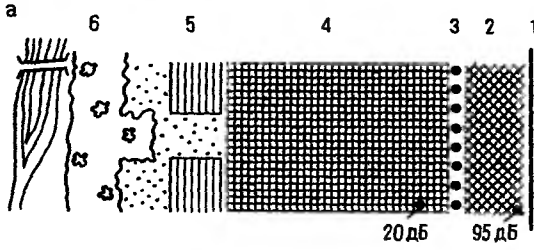


Рис. 29. Шумозащитное зонирование микрорайона, прилегающего к транспортной магистрали (арх. Козлиский, Польша)

а—плай; 1—транспортная магистраль; 2—зона гаражей, учреждений бытового обслуживания, складов и других зданий, требующих частого подъезда транспорта и кратковременного пребывания людей; 3—главная пешеходная аллея; 4—зона жилых домов, детских садов и яслей, пунктов первичного обслуживания населения; 5—зона школ; 6—зона отдыха; б—разрез; 1—транспортная магистраль; 2—экранирующая застройка; 3—главная пешеходная аллея; 4—жилье дома, детские сады и ясли, находящиеся в акустической тени

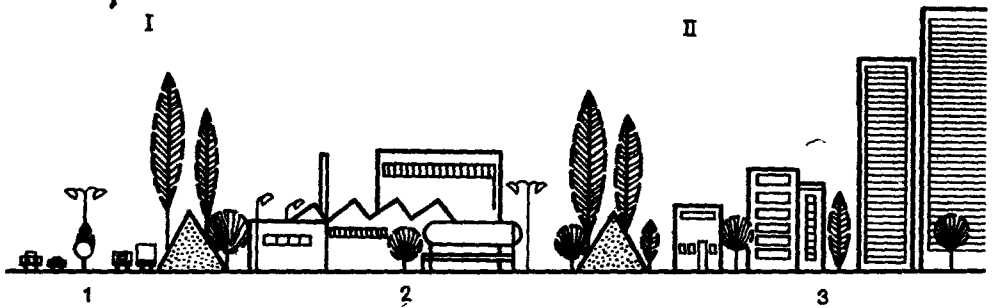
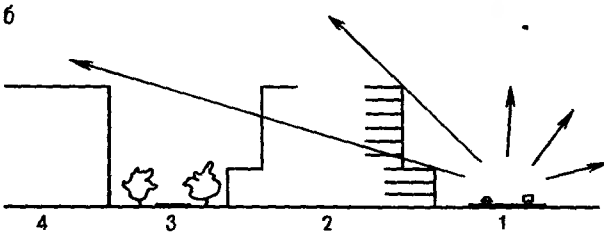


Рис. 30. Принципиальная схема шумозащитного зонирования территории (Франция, жилой район около Гренобля)

I, II— пояса защиты от шума; 1—источники транспортного шума; 2—безвредные предприятия и учреждения; 3— жилая застройка с нарастающей этажностью в глубину

учреждений, школ и мест отдыха отводятся внутренние территории района.

Эффективность приема зонирования тер-

ритории 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

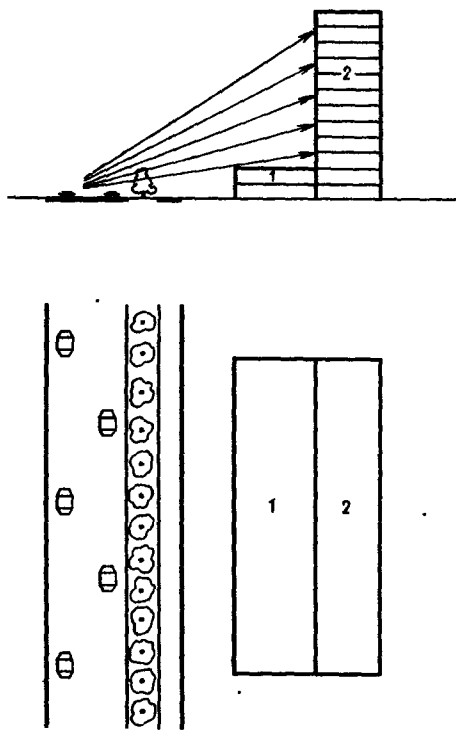


Рис. 31. Пристройка помещений нежилого назначения по фасаду жилого дома
1—нежилая пристройка; 2—жилое здание

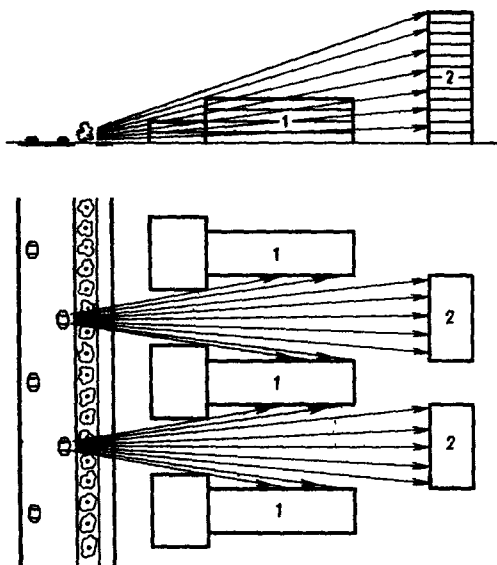


Рис. 32. застройка первого эшелона нежилыми зданиями малой протяженности
1—нежилые здания; 2—жилые здания

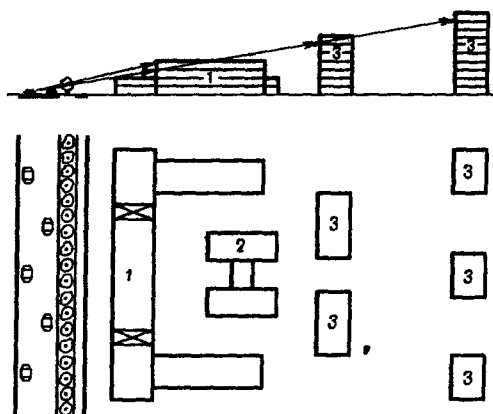


Рис. 33. Пример зонирования примагистральной территории застройки с использованием зданий нежилого назначения
1—нежилые здания; 2—школа или ясли-сад; 3—жилые здания

необходимо выполнение специальных акустических расчетов.

Существуют различные подходы к зонированию застройки (рис. 28—30). Рассмотрим на примерах эффективность конкретных градостроительных решений. Эффект шумозащиты реализуется только в зоне акустической тени, создаваемой каждым эшелоном застройки в отношении следующего за ним. Пристройка по фасаду жилого дома, расположенного вдоль магистрали, одно-двухэтажных помещений нежилого назначения не дает шумозащитного эффекта для этого дома (рис. 31). застройка первого эшелона нежилыми зданиями малой протяженности с относительно большими разрывами между ними не дает шумозащитного эффекта ни в жилых зданиях, ни на прилегающей территории (рис. 32).

Протяженные нежилые 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. 33 и 34).

Наиболее эффективно применение шумозащитных жилых домов большой протяженности (рис. 35).

Возможно сочетание нежилых зданий-экранов с жилыми домами-экранами, где конструктивными или планировочными средствами обеспечена шумозащита нескольких (верхних) этажей (рис. 36).

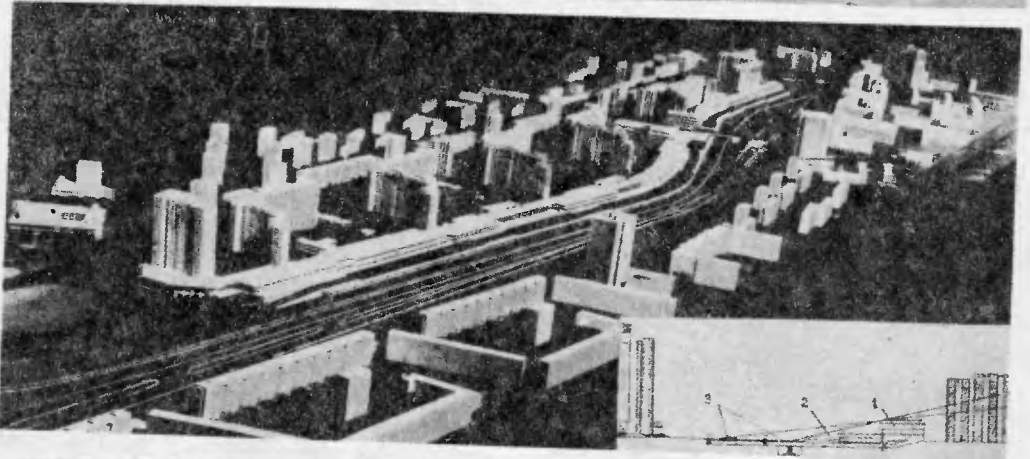
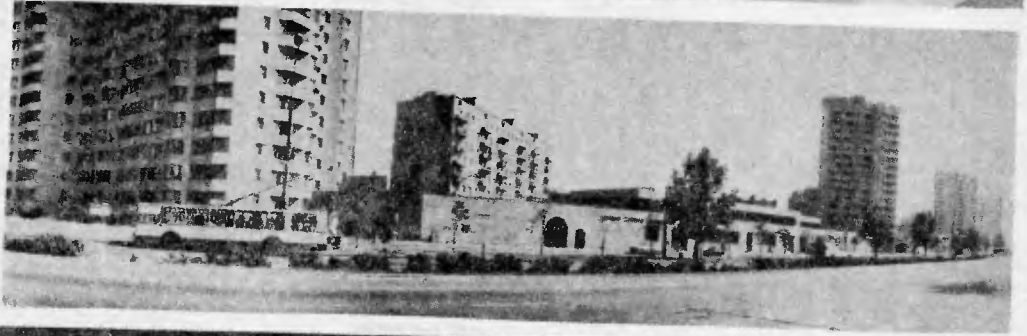
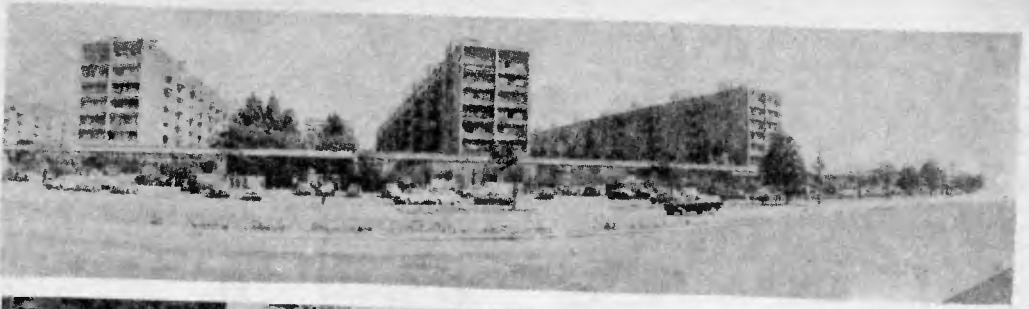


Рис. 34. Примеры защиты от транспортного шума жилой застройки зданиями-экранами
a—экран—здание магазина (Москва, Ленинградское шоссе); *б*—экран—комплекс зданий торговли и бытового обслуживания (Москва, Ленинградское шоссе); *в*—экран—комплекс зданий торговли, общественного питания, бытового обслуживания (Москва, Дмитроаское шоссе, проект); *1*—здание-экран; *2*—местный проезд; *3*—источники шума (Дмитровское шоссе и Савеловская ж. д.); *г*—экран—комплекс четырехэтажных зданий гаражей (Киев, Левобережье)

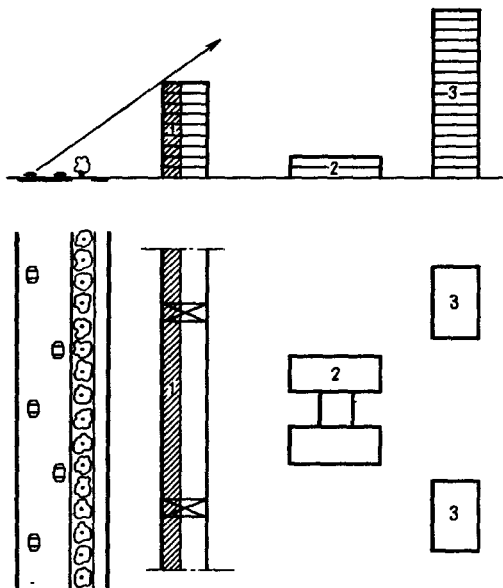


Рис. 35. Пример зонирования примагистральной территории застройки с использованием протяженного шумозащитного жилого здания
1—шумозащитное жилое здание; *2*—школа или ясли-сад; *3*—жилые здания

6.2. ШУМОЗАЩИТНЫЕ ПРИЕМЫ ЗАСТРОЙКИ ПРИМАГИСТРАЛЬНЫХ И МЕЖМАГИСТРАЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

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

По отношению к транспортным магистралям, окаймляющим отдельный жилой массив, приемы застройки первого эшелона классифицируются следующим образом:

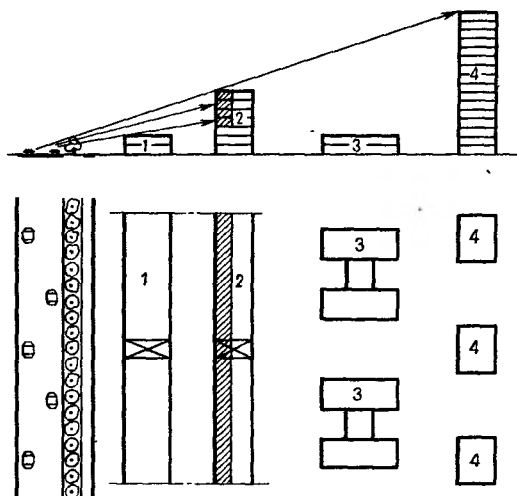


Рис. 36. Пример зонирования примагистральной территории застройки с использованием нежилых зданий-экранов и жилых шумозащитных зданий
1—нежилое здание; *2*—жилое здание с защитными верхними этажами; *3*—школа, ясли-сад; *4*—жилые здания

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°.

Периметральное расположение зданий, очевидно, является наихудшим по шумовой нагрузке на их фасад. 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 значения. Это превышение может достигать 15—20 и более дБ. Однако при таком расположении зданий существенным фактором является относительно хорошая защищенность внутриквартального пространства, где шумовая нагрузка уменьша-

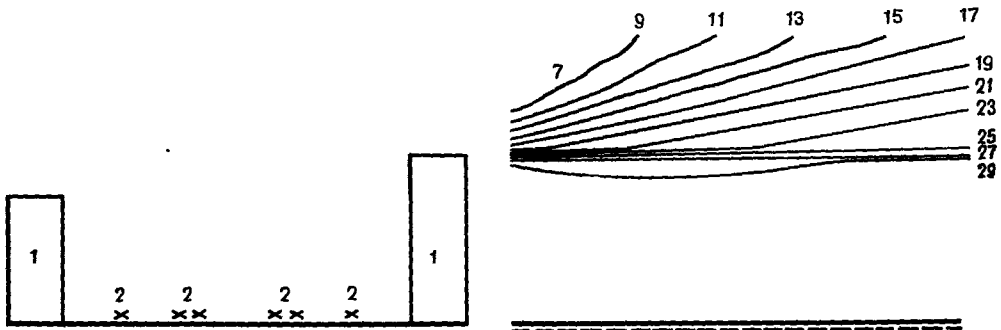
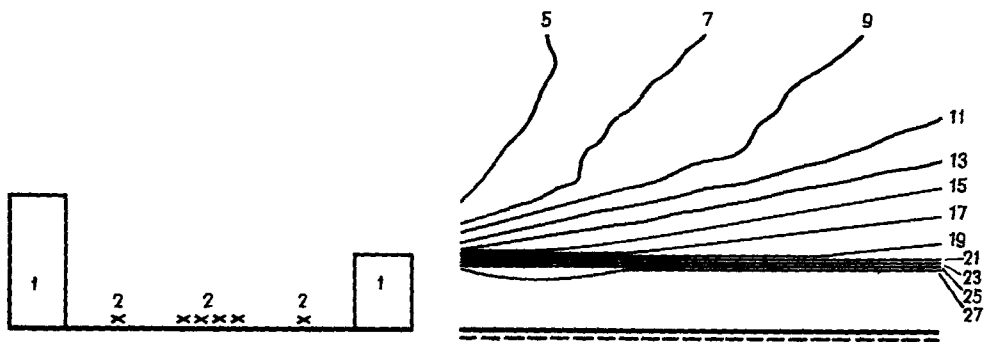
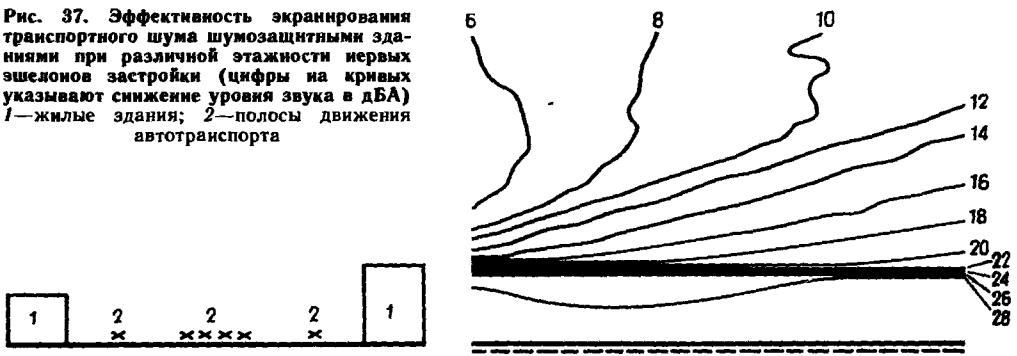


Рис. 37. Эффективность экранирования транспортного шума шумозащитными зданиями при различной этажности первых эшелонов застройки (цифры на кривых указывают снижение уровня звука в дБА) 1—жилые здания; 2—полосы движения автотранспорта



ется на 20 и более дБА. Эффективность экранирования транспортного шума зданиями различной этажности показана на рис. 37.

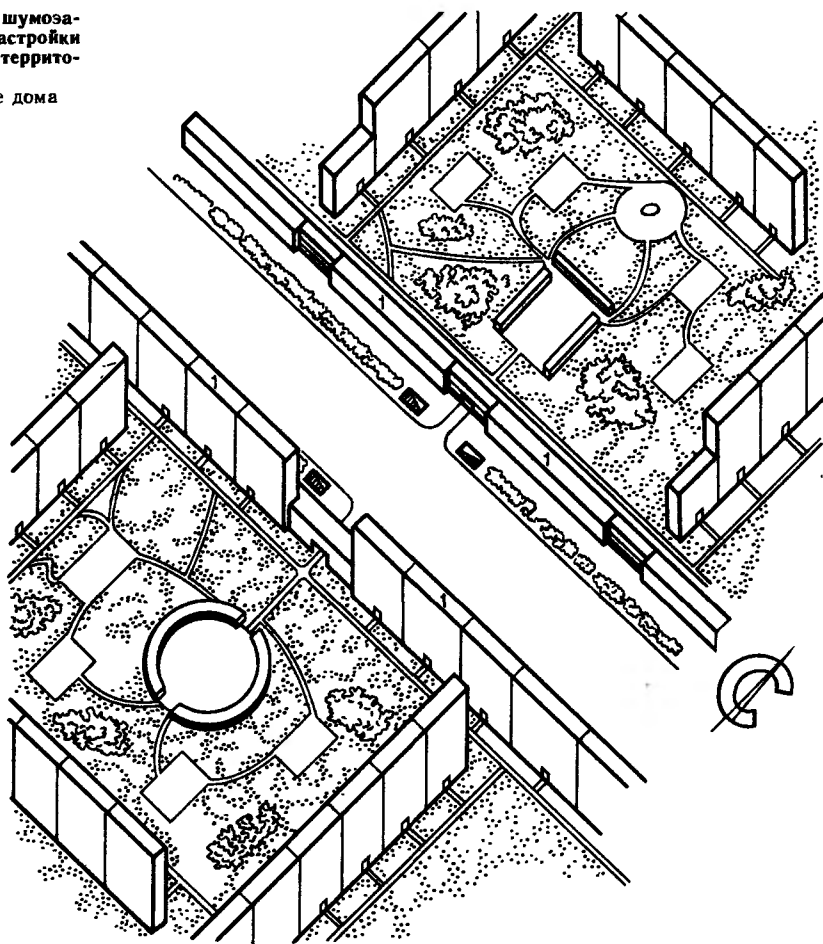
Важную роль в формировании шумовой ситуации играет отраженный от препятствий (в первую очередь от самих зданий) звук. Обычные строительные материалы (бетон, кирпич, стекло и т. п.) являются для звука идеальными отражателями — доля отраженной звуковой энергии составляет 98—99%. Этот эффект наиболее заметно проявляется в виде «озвучивания» дворовых фасадов зданий, когда

шум, прошедший внутрь двора и отразившийся от домов, расположенных во втором эшелоне, возвращается к домам первого эшелона с противоположной от источника шума (улицы) стороны.

В квартирах домов, находящихся во втором эшелоне застройки, как и в комнатах домов первого эшелона, ориентированных окнами во внутриворонное пространство, уровни шума колеблются в широких пределах и зависят в первую очередь от организации застройки — взаимного расположения домов. При

Рис. 38. Примеры шумозащитных приемов застройки приагостральной территории

1 — шумозащитные дома



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 (см. п. 7.1). Этот прием используется наряду с такими мероприятиями, как функциональное зонирование территории, организация рационального распределения транспортных потоков, применение экранов и других шумозащитных сооружений.

Шумозащитные жилые дома в соответствии со своим назначением выполняют две функции: обеспечивают акустически благоприятные

условия для проживания в доме и благодаря экраняющему эффекту защищают от шума расположенную за ним жилую застройку.

По принципу организации шумозащиты эти дома можно разделить на две основные категории:

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 нормативный воздухообмен.

Поскольку сметная стоимость шумозащитных жилых домов выше, чем обычных, особенно важно их рациональное и эффективное использование, что определяется экраняющими свойствами, которые в свою очередь

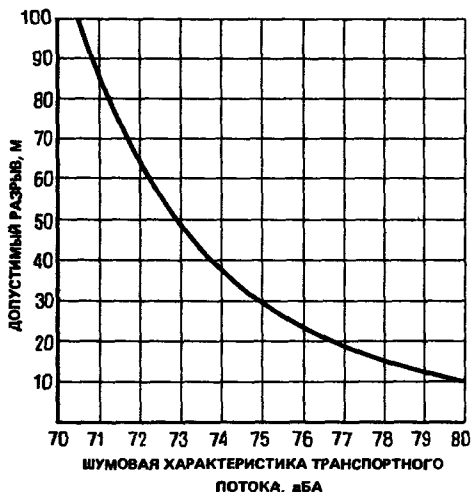


Рис. 39. График для определения допустимых разрывов между шумозащитными зданиями-экранами

существенно зависят от организации застройки, ее планировочно-композиционного решения

Шумозащитные дома-экраны следует располагать в первом эшелоне застройки вдоль транспортных магистралей и улиц (рис. 38). При этом разрывы между такими домами должны быть минимальны (предпочтительно устройство арок), а расстояния между разрывами — максимальны. Допустимые значения разрывов (расстояние между ними в соответствии с требованиями противопожарных норм составляет 180 м) можно определить по графику рис. 39. Отдельно стоящие дома должны иметь развитые боковые объемы (не менее 30 м), перпендикулярные направлению магистрали.

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

Жилые здания, в которых шумозащита осуществляется конструктивными средствами (специальное шумозащитное заполнение оконных проемов), следует располагать на расстояниях от проезжей части улицы, определяемых в соответствии с эффективностью конструкции.

Разрывы между шумозащитными зданиями следует принимать минимальными в соответствии с нормами по градостроительству.

Композиционные приемы группировки шумозащитных зданий и их конфигурация должны обеспечивать максимальное ограничение проникания шума на территорию жилой застройки и в жилые помещения крайних секций. С этой целью следует предусматривать смещение продольных осей соседних зданий относительно друг друга и устройством боковых объемов различной конфигурации.

При разработке архитектурно-пространственного решения внутриквартального пространства следует использовать приемы свободной застройки с применением небольших по протяженности зданий. Жилые здания второго эшелона застройки желательно располагать торцами к магистральным улицам и дорогам и, как правило, перпендикулярно их продольной оси.

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

В зонах внутриквартального пространства, расположенных вдоль поперечных осей зданий первого эшелона застройки, можно располагать здания детских дошкольных учреждений, школ, учреждений здравоохранения, площадки отдыха.

Расчет ожидаемых уровней шума на территории примыкательной 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, 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 МНИИТЭП в домах серии П55/12 (Дмитровское шоссе и ул. Нижегородская), показали, что в защищаемых жилых помещениях уровни звука находятся в пределах, допустимых нормам. Однако эффект шумозащиты оказался несколько ниже, чем можно было ожидать

Рис. 40. Шумозащитный типовой жилой дома серии П55/12 (Москва)

а—на Дмитровском шоссе; б—на Нижегородской ул.



Это объясняется тем, что при привязке были выполнены не все требования, перечисленные выше. Например, дом по Дмитровскому шоссе (рис. 40, а) не имеет достаточной протяженности и развитых боковых объемов, разрывы с соседней существующей застройкой велики, поэтому происходит озвучивание дворового фасада из-за дифракции и реверберационных эффектов; дом по ул. Нижегородской (рис. 40, б) не имеет развитых боковых объемов, что тоже приводит к дифракционному озвучиванию прилегающих к торцам жилых помещений.

Иллюстрацией к изложенным выше положениям могут служить варианты проектной проработки застройки одного из микрорайонов

в Москве (рис. 41). Одним из критериев количественной оценки шумового режима жилой застройки является коэффициент акустического благоустройства периметра здания ρ , который определяется как отношение части периметра зданий, находящейся в зоне уровня звука, не превышающих допустимые величины, к периметру всех рассматриваемых зданий. В первоначальном варианте проектного решения (рис. 41, а), разработанном без учета шумовых факторов, этот коэффициент оказался чрезвычайно низким: $\rho=0,09$, т. е. только в 9 % жилого фонда население будет находиться в благоприятных по шумовому режиму условиях проживания. Второй вариант застройки (рис. 41, б) предложен как альтернативный

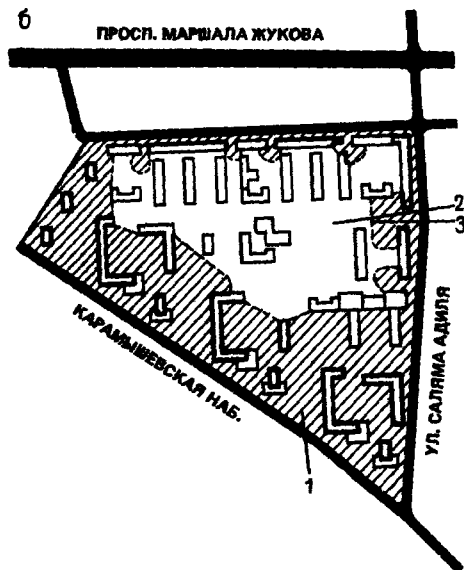
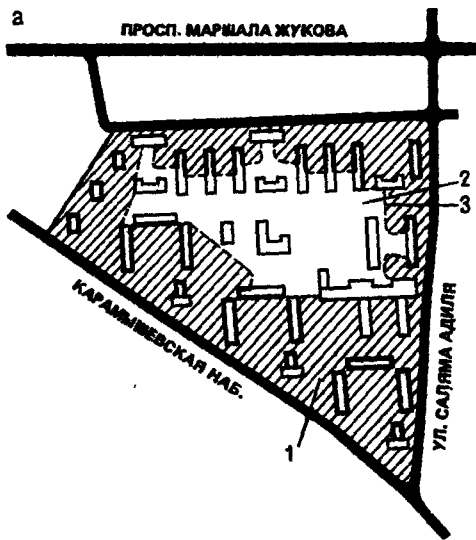


Рис. 41. Варианты застройки межмагистральной территории (Москва, просп. Маршала Жукова) а—без учета фактора шума; б—с использованием шумозащитных приемов застройки; 1—зона акустического дискомфорта; 2—зона акустического комфорта; 3—граница зон акустического комфорта и дискомфорта

специалистами-акустиками. Здесь только лишь за счет изменения конфигурации застройки при минимальном «вмещательстве» в общее композиционное решение удалось более чем в 6 раз увеличить число «защищенных» от шума жите-

лей ($\rho=0,55$). Значительно увеличилась и площадь защищенной территории. Для того чтобы обеспечить комфортные (по шуму) условия проживания в остальных квартирах, рекомендовано применение конструктивных средств шумозащиты — специальных шумозащитных окон с вентиляционными клапанами-глушителями. При расчетной шумовой нагрузке у фасадов зданий, равной 66 дБА, такие устройства достаточно эффективны и наиболее экономичны.

6.3. ШУМОЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ЭЛЕМЕНТОВ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ И ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ

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

При отсутствии других мероприятий удаление зависит от шумовой характеристики транспортного потока и категории звукоизоляции окон (см. рис. 54).

Территориальные разрывы между жилой застройкой и локализованными источниками шума (промышленными, автотранспортными, коммунальными предприятиями) определяются по рис. 42 в зависимости от шумовой характеристики источника шума и режима его работы (дневное или ночное время суток), а также категории окон.

Заглубление магистрали относительно общего уровня поверхности прилегающей территории заметно влияет на шумовой режим застройки. При достаточном (не менее 2 м) заглублении полотна дороги требуемые территориальные разрывы уменьшаются и для наиболее характерных ситуаций могут быть определены по рис. 43. При трассировке магистральных улиц и дорог следует использовать также шумозащитные свойства рельефа местности (холмов, оврагов, балок и т. п.).

В качестве дополнительного средства защиты от шума используются зеленые насаждения. 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 фак-

Рис. 42. Номограмма для определения допустимого приближения жилых зданий с шумозащитными окнами к промышленному предприятию (сплошные линии — днем, штриховые линии — ночью)

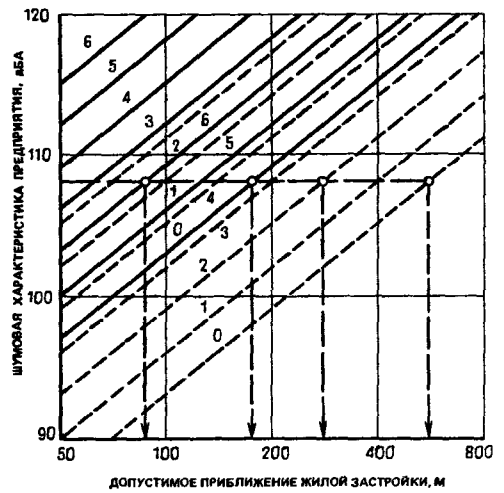
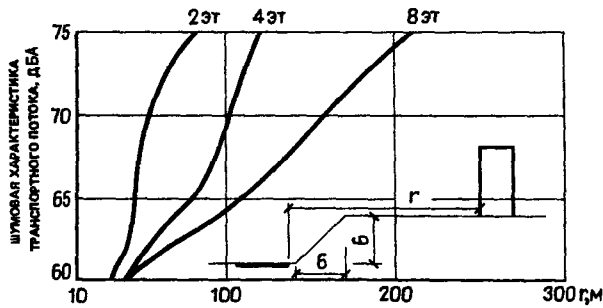
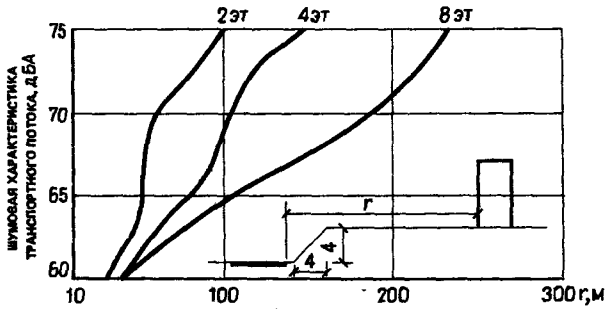
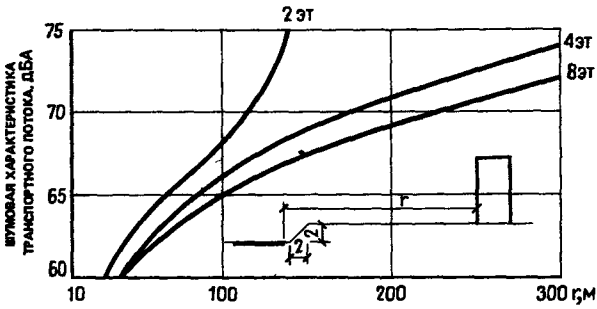


Рис. 43. Кривые для определения допустимого приближения r жилых зданий к проезжей части транспортной магистрали, расположенной в выемке



торы, 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 крупномерных быстрорастущих древесно-кустарниковых пород с густоветвящейся низкоопущенной плотной кроной. Подкрановое пространство должно быть закрыто кустарником в виде жилой 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 более эффективна для снижения шума.

Зеленые насаждения из хвойных пород более эффективны по шумозащите по сравнению с лиственными 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.

7. СТРОИТЕЛЬНО-АКУСТИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ОТ ШУМА

7.1. ШУМОЗАЩИТНЫЕ ЗДАНИЯ

В условиях современных городов с массовой застройкой приагостральных территорий многоэтажными протяженными домами для защиты населения от транспортного шума наиболее целесообразно размещение вдоль магистральных улиц и дорог специальных жилых зданий, которые принято называть шумозащитными или шумозащищенными.

К шумозащитным жилым зданиям относятся следующие:

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.

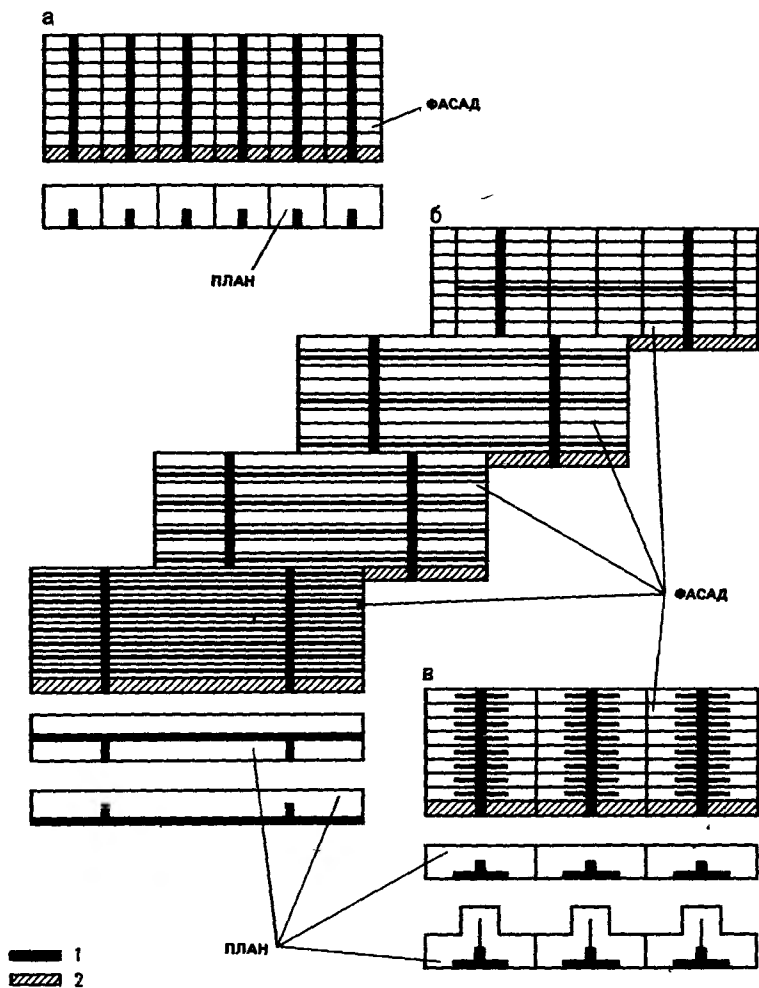
Проекты шумозащитных жилых зданий рекомендуется разрабатывать преимущественно на основе наиболее перспективных действующих

серий типовых проектов многосекционных, коридорных и коридорно-секционных жилых домов (рис. 44). Многосекционные жилые дома — наиболее массовые в жилищном строительстве нашей страны. 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 (рис. 45). В некоторых случаях практикуются сдвоенные блок-секции с двумя лестнично-лифтовыми узлами. При проектировании шумозащитных блок-секций необходимо добиваться увеличения числа квартир и их суммарной полезной площади, приходящейся на один лестнично-лифтовой узел, с целью сокращения числа и наиболее эффективного использования лестнично-лифтовых узлов в доме.

При планировке шумозащитных блок-сек-

Рис. 44. Архитектурно-планировочная структура шумозащитных жилых домов. Основные схемы а—секционная; б—коридорная; в—коридорно-секционная; 1—внеквартирные коммуникации, 2—встроенные помещения



ций следует стремиться к максимально возможному увеличению ширины корпуса, что имеет большое экономическое значение с точки зрения удельных расходов строительных материалов и теплоты на единицу полезной площади, особенно в регионах с суровым климатом и продолжительным отопительным периодом.

В блок-секциях с одним лестнично-лифтовым узлом двустороннюю 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. В многокомнатных квартирах эта разница более значительна. Кроме того, необходимо учитывать, 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 можно применять следующие архитектурно-планировочные приемы: размещение большинства подсобных помещений квартир (передних,

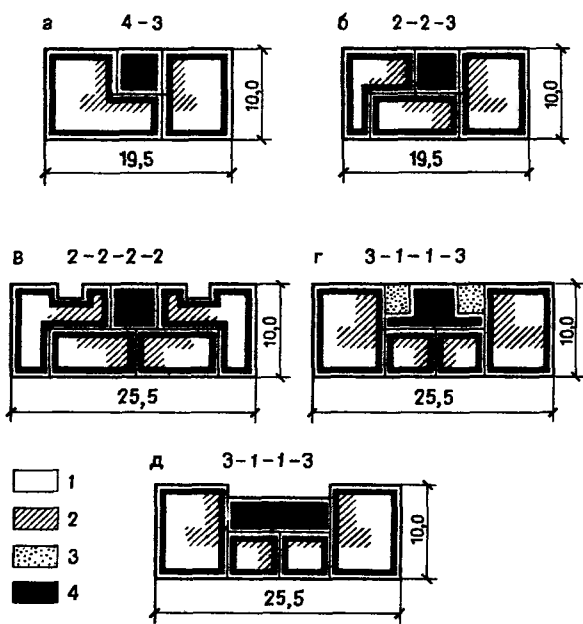


Рис. 45. Основные разновидности блок-секций для шумозащитных домов секционного типа

а—двухквартирная; *б*—трехквартирная; *в*—четырёхквартирная с освещением передней естественным светом; *г*—четырёхквартирная с помещениями коллективного пользования; *д*—четырёхквартирная со специальной планировкой лестнично-лифтового узла; 1—жилые комнаты; 2—подсобные помещения квартир; 3—помещения коллективного пользования; 4—внеквартирные коммуникации

санитарных узлов, внутриквартирных коридоров) 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.

Помимо домов с традиционными многосекционными структурами в многоэтажном жилищном строительстве должны находить применение и дома с протяженными горизонтальными внеквартирными коммуникациями, обеспечивающими более рациональное использование лестнично-лифтовых узлов: коридорные и галерейные с размещением коридоров и галерей на каждом этаже, через этаж, через два и более этажей и с квартирами в одном или двух уровнях.

Архитектурно-планировочная структура коридорных и галерейных жилых домов характеризуется наличием вертикальных и горизон-

тальных внеквартирных коммуникаций. Кроме лестнично-лифтовых узлов имеются коридоры или галереи, которые связывают их между собой и по которым осуществляются горизонтальные связи квартир с лестнично-лифтовыми узлами (рис. 46).

Шумозащитные жилые дома коридорного типа могут быть с центральными и с боковыми коридорами. Так как архитектурно-планировочная структура галерейных домов и коридорных домов с боковым расположением коридоров не имеет принципиальных различий, то в дальнейшем речь будет идти только о последних. Дома с центральными коридорами могут иметь широкий корпус, экономичны по расходу стеновых строительных материалов и теплоты на единицу полезной площади. Коридорные структуры с боковыми коридорами более удобны для проектирования шумозащитных жилых домов по сравнению со структурами, имеющими центральное расположение коридоров. При расположении коридоров на каждом этаже они без особых изменений могут применяться как дома-экраны, препятствующие распространению транспортного шума в застройку и обеспечивающие нормальный акустический режим в находящихся в них квартирах.

Коридорные дома с боковыми коридорами имеют одностороннее расположение квартир и характеризуются в связи с этим узким корпу-

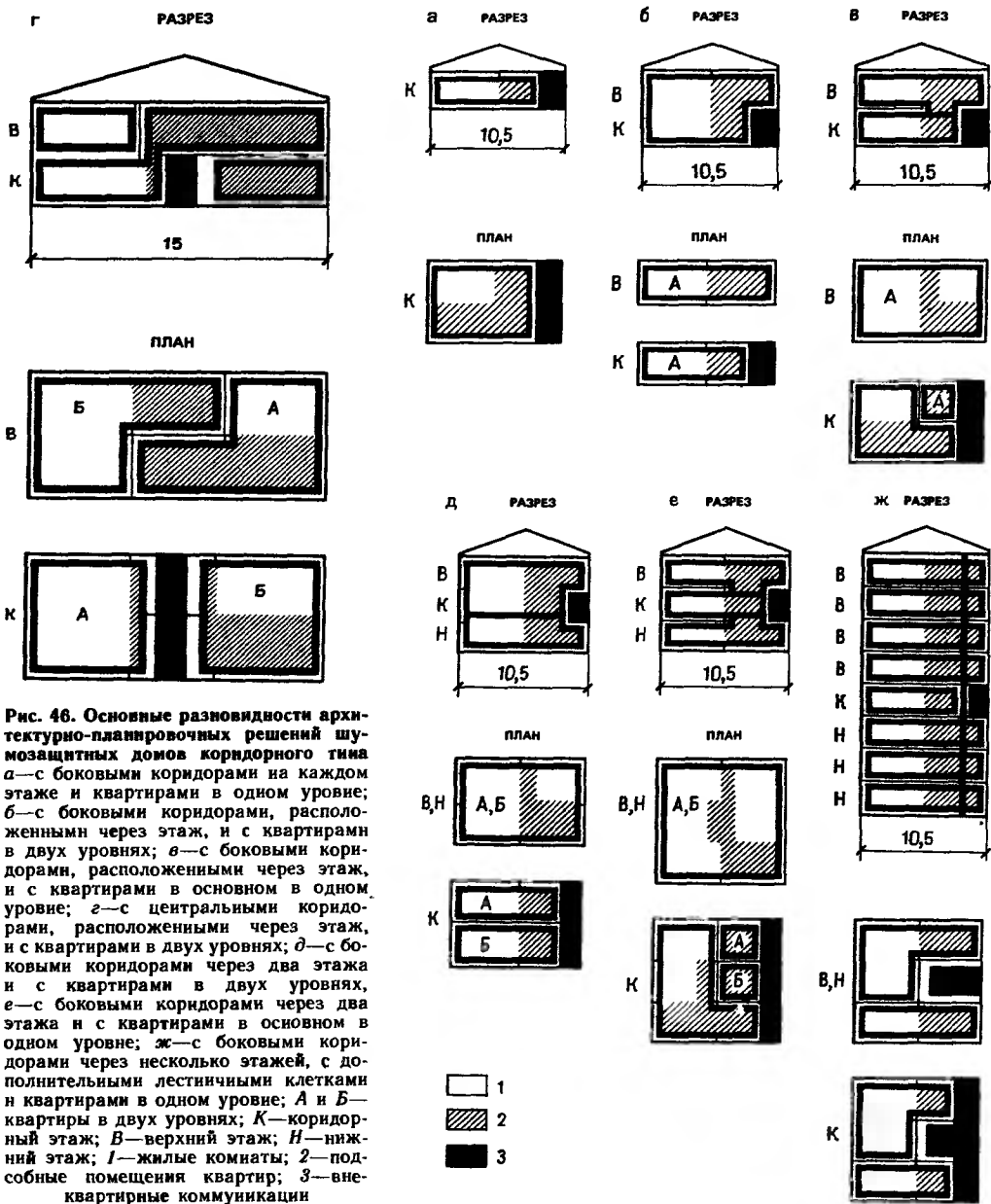
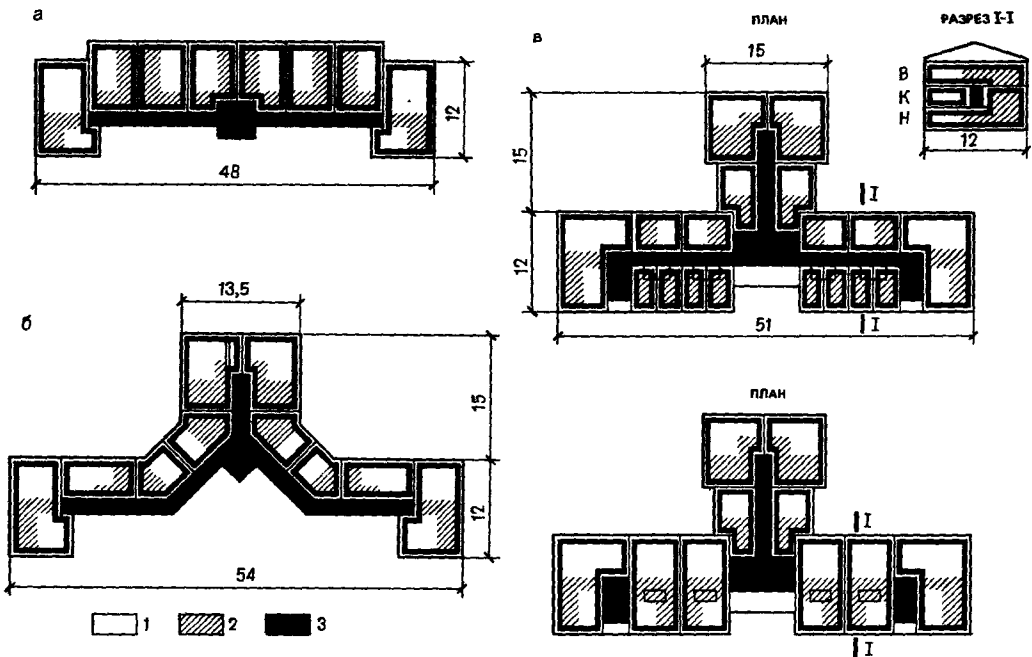


Рис. 46. Основные разновидности архитектурно-планировочных решений шумозащитных домов коридорного типа
 а—с боковыми коридорами на каждом этаже и квартирами в одном уровне; б—с боковыми коридорами, расположенными через этаж, и с квартирами в двух уровнях; в—с боковыми коридорами, расположенными через этаж, и с квартирами в основном в одном уровне; г—с центральными коридорами, расположенными через этаж, и с квартирами в двух уровнях; д—с боковыми коридорами через два этажа и с квартирами в двух уровнях, е—с боковыми коридорами через два этажа и с квартирами в основном в одном уровне; ж—с боковыми коридорами через несколько этажей, с дополнительными лестничными клетками и квартирами в одном уровне; А и Б—квартиры в двух уровнях; К—коридорный этаж; В—верхний этаж; Н—нижний этаж; 1—жилые комнаты; 2—подсобные помещения квартир; 3—внеквартирные коммуникации



сом, особенно при расположении кухонь в общем ряду с жилыми комнатами и освещении их естественным светом. Дома с узким корпусом неэкономичны по расходу стеновых материалов и теплоты на единицу полезной площади. Однако в районах с жарким климатом, где не нужны массивные наружные стены и отопительный период непродолжителен, они могут получить широкое распространение, так как там повышенные теплопотери, вызванные узким корпусом, не имеют существенного значения. В то же время благодаря узкому корпусу легко решаются вопросы сквозного проветривания помещений, а одностороннее расположение жилых комнат облегчает их солнцезащиту.

Последовательное размещение кухонь и жилых комнат в квартирах шумозащитных жилых домов с боковыми коридорами позволяет увеличить ширину корпуса, но связано с необходимостью освещения кухонь вторым светом через фрамуги из коридоров или жилых комнат. Однако освещение кухонь вторым светом в нашей стране не разрешается санитарно-гигиеническими нормами. Возможность такого освещения кухонь в квартирах дискутируется много лет. Оно не раз допускалось при конкурсном и экспериментальном проектировании в нашей стране и распространено в практике жилищного строительства в ряде зарубежных стран. При разработке проектных предложе-

Рис. 47. Основные разновидности шумозащитных блок-секций коридорно-секционного типа
а—с боковыми тупиковыми коридорами на каждом этаже, с квартирами в одном уровне и с двусторонним развитием внеквартирных коридоров; *б*—с двумя балконами и с одним центральным коридором на каждом этаже, с квартирами в одном уровне и с трехсторонним развитием внеквартирных коридоров; *в*—с тремя центральными тупиковыми коридорами, расположенными через два этажа, и с квартирами в основном в одном уровне; *1—3*—то же, что на рис. 46

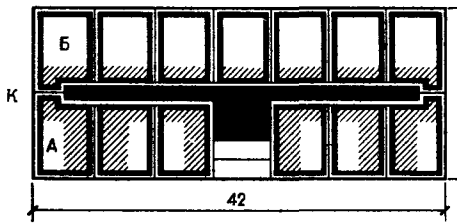
ний шумозащитных жилых домов освещение кухонь вторым светом может быть допущено при соответствующих обоснованиях.

Шумозащитные качества домов с боковыми коридорами, расположенными на каждом этаже, очевидны благодаря четкому разделению ориентации окон жилых комнат с одной стороны и внеквартирных коридоров — с другой. Достаточно правильно их расположить на местности и в градостроительном ансамбле с учетом требований инсоляции и шумозащиты.

Шумозащитные качества домов с боковыми коридорами, расположенными через один или несколько этажей, зависят от планировки некоридорных этажей, которая также должна отвечать общим принципам проектирования шумозащитных зданий в отношении ориентации окон жилых комнат и подсобных помещений.

При проектировании коридорных шумозащитных домов допускается применение квар-

план



план

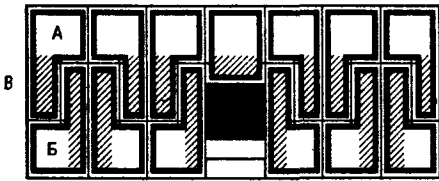


Рис. 48. Основные разновидности архитектурно-планировочной структуры шумозащитных домов коридорно-секционного типа с двумя тупиковыми коридорами, расположенными через этаж, и с квартирами в двух уровнях (обозначения те же, что и на рис. 46 и 47)

тир в двух уровнях. Учитывая, что они имеют определенные эксплуатационные неудобства, рекомендуется принимать такие архитектурно-планировочные решения, при которых все помещения квартир в двух уровнях находятся на одном этаже, кроме передней. По эксплуатационным качествам квартиры в двух уровнях приближаются к квартирам в одном уровне и позволяют в то же время сократить внеквартирные коммуникации в доме.

Протяженность коридорных домов определяется в каждом конкретном случае в зависимости от размеров кварталов, необходимости надежного экранирования транспортного шума и других градостроительных условий.

Дома со сложной архитектурно-планировочной структурой характеризуются признаками домов многосекционного и коридорного типа одновременно. Блок-секции таких домов имеют лестнично-лифтовые узлы и тупиковые коридоры, позволяющие увеличить число квартир, связанных с лестнично-лифтовым узлом (рис. 47 и 48).

Сложная архитектурно-планировочная структура при проектировании шумозащитных жилых домов применяется с целью сокращения числа лестнично-лифтовых узлов в домах, рационального использования лифтов с учетом

их полной допускаемой нагрузки, общего сокращения всех видов внеквартирных коммуникаций на единицу полезной площади. Такие дома могут иметь коридоры через один или несколько этажей и квартиры в одном или двух уровнях.

Шумозащитные блок-секции со сложной архитектурно-планировочной структурой могут быть развиты в плане в двух или трех направлениях (в форме трилистника): два направления по фронту шумозащиты и третье — в сторону акустической тени.

Сложная архитектурно-планировочная структура позволяет добиваться при проектировании шумозащитных блок-секций максимальной по сравнению с коридорными и многосекционными домами ширины корпуса и наибольшего выхода полезной площади по отношению к общему объему внеквартирных коммуникаций.

Шумозащитные качества домов со сложной архитектурно-планировочной структурой достигаются теми же приемами, что и домов многосекционного и коридорного типов.

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-секции, имеющие только вертикальные внеквартирные связи, сблокированы 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 строительного-климатических районов (рис. 49). Во всех районах в пределах сектора от 310 до 50°, а в III и IV районах — от 200 до 290° (направление на север — 0°) допускается ориентировать не более одной жилой комнаты в двухкомнатных квартирах, двух жилых ком-

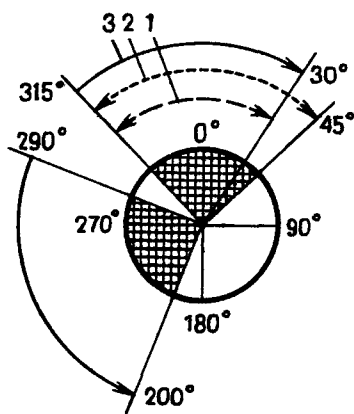


Рис. 49. Ограничения ориентации жилых домов по условиям инсоляции квартир

1—во всех строительско-климатических районах; 2—в районах Заполярья; 3—в III и IV строительско-климатических районах

нат в трех- и четырехкомнатных квартирах и трех жилых комнат в пятикомнатных квартирах.

При размещении жилых домов в I и II климатических районах, где преобладают зимой ветры северного направления в секторе от 290 до 70°, допускается ориентировать на этот сектор горизонта не более одной комнаты в двух- и трехкомнатных квартирах и двух жилых комнат в четырех- и пятикомнатных квартирах.

При проектировании шумозащитных домов необходимо добиваться такого архитектурно-планировочного решения, при котором все инсолируемые комнаты были бы защищены от шума, а все жилые комнаты с наличием спальных мест 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 строительско-климатических районах и на западной стороне меридиональных магистралей в III и IV строительско-климатических районах.

Разработка шумозащитных домов с применением двухквартирных секций показала, что такие дома малозакономичны, особенно при этажности более пяти, когда необходимо большее число лифтов. Квартиры двусторонней ориентации в таких секциях малокомфортны в связи с наличием неинсолируемых комнат.

Для северной стороны широтных магистралей во всех строительско-климатических районах и западной стороны меридиональных магистралей в III и IV строительско-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.).

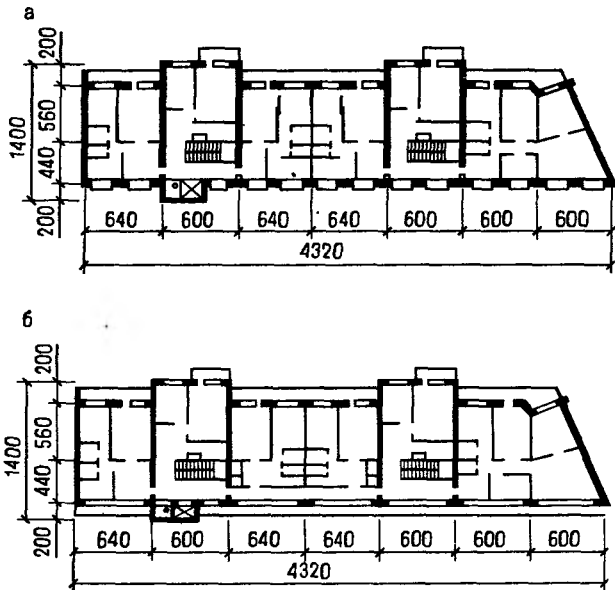
Проект первого в нашей стране экспериментального девятиэтажного шумозащитного жилого дома был разработан в СибЗНИИЭП и построен на магистральной улице общегородского значения в Новосибирске. Дом имеет широтную ориентацию и расположен на южной стороне магистрали, что позволило обеспечить одновременно шумозащиту и инсоляцию жилых помещений и тем самым способствовать созданию комфортных условий проживания в квартирах. Шумозащитные качества дома достигнуты за счет разработки специального архитектурно-планировочного решения с применением стандартных изделий заводского изготовления (рис. 50). 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 единые блок-секции, имеющие один лифт, один мусоропровод и шесть квартир на одном этаже.

Характеру внутренней планировки соответствует и решение фасадов. Фасад, обращенный в сторону магистрали, имеет строгий официальный вид (рис. 51, вверху), а ориентированный в сторону двора ярко выражает связь квартир с внутримикрорайонным пространством (рис. 51, внизу).

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. Кругло-

Рис. 50. Блок-секция девятиэтажного экспериментального шумозащитного жилого дома в Новосибирске (на первом этаже — встроенный магазин)
 а — план этажей 3, 4, 6, 7, 9; б — план этажей 2, 5, 8



суточные измерения уровней звука в жилых комнатах шумозащитного дома при открытых форточках показали полное соответствие шумового режима нормативным требованиям как в ночной, так и в дневной периоды суток (рис. 52).

В соответствии с основными принципами проектирования жилых домов, обеспечивающих акустический комфорт квартир в условиях повышенного транспортного шума, было осуществлено проектирование шумозащищенных жилых домов для строительства в Москве. Разработка проектов ориентировалась на предприятия, которые освоили выпуск изделий Единого каталога г. Москвы. Были созданы секции П55/12 с частичным использованием деталей каталожных домов П30/12, П46/12.

Двенадцатиэтажный шумозащитный дом П55/12 предназначен для застройки южной стороны широтно расположенной магистрали. Он сохраняет свои шумозащитные качества и при постановке на западной и восточной сторонах меридиональной магистрали. Его 10-шаговая четырехквартирная рядовая секция П55-2/12 (рис. 53) с набором квартир 2Б—2Б—3Б—3Б (в зоне второго—пятого этажей — 1Б—1Б—4Б—4Б) представляет собой видоизменение секции П30/12. Вместо характерного для П30/12 одношагового блока двух спален с заключенным между ними санитарным узлом все спальные комнаты в П55-2/12 размещены вдоль фронта южного фасада. В связи с этим

четырёхмодульная переходная лоджия превращена в шестимодульную. Таким образом, обе спальни трехкомнатной и спальня двухкомнатной квартир обеспечены лоджиями. В зоне второго—пятого этажей лоджии являются принадлежностью четырехкомнатной 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 П55-2/12 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 П55-4/12. Это двухквартирная секция с центральным расположенным лестнично-лифтовым узлом и набором ячеек 3Б—3Б. 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 предус-



монтены шумозащитные окна.

Предприятия Главмоспромстройматериалов освоили выпуск разработанной МНИИТЭП серии П55/12 (П55-2/12 и П55-4/12), что сделало возможной застройку ряда участков, использование которых ранее не разрешалось санэпидстанцией по условиям шума. Это чрез-

Рис. 51. Первый в нашей стране шумозащитный жилой дом с односторонней ориентацией жилых помещений — уличный и дворовый фасады (Новосибирск, ул. Гагарина, СибЗНИИЭП)

вычайно важно, так как в Москве наблюдается острая нехватка территорий для размеще-

Рис. 52. Акустический режим в жилых комнатах при открытой форточке
 1—в домах массовой застройки (по материалам натурных исследований в городах Сибири); 2—в экспериментальном шумозащитном доме (Новосибирск); 3—нормативные уровни по СНиП II-12-77

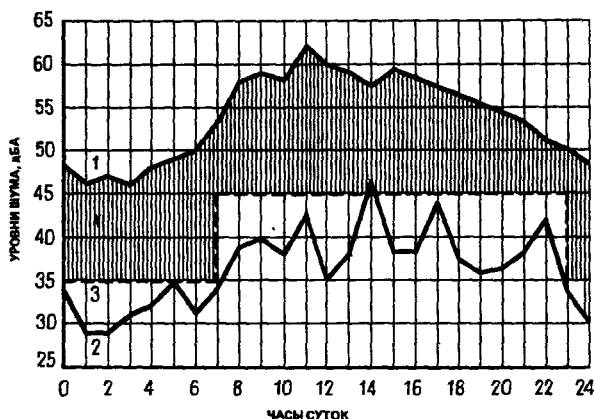
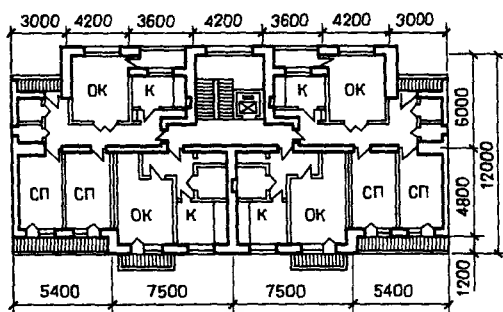


Рис. 53. План этажа типовой секции 87-й серии шумозащитного жилого дома (ДИСИ):
 ОК—общая комната; К—кухня; СП—спальня



городов Украины: Кривого Рога, Херсона, Ивано-Франковска, Хмельницкого, Сум, Евпатории и др.

В качестве шумозащитных применяют модифицированные секции жилых домов типовых серий. Например, шумозащитные секции серии 87 имеют двухпролетную конструктивную схему с внутренней продольной несущей стеной, со стенами из кирпича и панелями перекрытий полосовой разрезки (см. рис. 53). Перепланировка секций свелась к тому, что по каждую сторону от лестнично-лифтового узла последовательно расположили кухню и общую комнату, а в третьем (узком) шаге — санитарно-техническую кабину и кладовую. При этом образована лоджия хозяйственного назначения (для сушки белья, чистки одежды и обуви), которая ограждена решетчатой бетонной декоративной стенкой на всю высоту этажа, не ухудшающей внешнего облика здания и не затемняющей квартиры. Шумозащитные секции предназначены для фронтальной застройки стороны магистрали, ориентированной на сектор горизонта от 200 до 50°. При этом все комнаты одно-сторонних квартир и спальни комнаты двусторонних квартир обращаются на восточную и южную стороны, а помещения общего пользования и лестнично-лифтовые узлы — на западную и северную стороны.

Шумозащитные жилые дома со специальными архитектурно-планировочной структурой и объемно-пространственным решением имеют определенные преимущества, заключающиеся в их высокой шумозащитной способности при одностороннем воздействии шума. Они отличаются большим разнообразием архитектурно-планировочной структуры, и в этом кроются

ния запланированных объектов жилищного строительства.

Осуществленное в Москве широкое строительство шумозащитных зданий не имеет аналогов в зарубежной практике. Объемы ввода домов серии П55/12 составили 720 тыс. м² общей площади за пятилетие. Дома, сформированные из секций П55-2/12 и П55-4/12, построены на Дмитровском шоссе, ул. Милашенкова, ул. Нижегородской (см. рис. 40) и в других районах Москвы.

Возведение шумозащитных домов стало неотъемлемой частью московского домостроения, развивающегося в соответствии с принципами Единого каталога унифицированных изделий.

Проектирование и строительство жилых домов, шумозащита которых обеспечивается объемно-планировочными средствами, осуществляются и в других городах. Так, специалистами Днепропетровского инженерно-строительного института и института Днепрогражданпроект на основе типовых серий запроектированы шумозащищенные жилые секции для ряда

их большие потенциальные возможности. Опыт разработки шумозащитных модификаций показывает, что некоторые архитектурно-планировочные решения шумозащитных блок-секций по качеству планировки и технико-экономическим показателям не уступают блок-секциям массового строительства, а число типоразмеров индустриальных изделий при комплексном проектировании серии типовых блок-секций может быть сведено к минимуму.

К достоинствам шумозащитных домов, окна и балконные двери которых имеют повышенную звукоизоляцию, следует отнести возможность их применения при двустороннем расположении источников шума по отношению к дому, что в современных градостроительных условиях встречается нередко, возможность их применения на северной стороне широтной магистрали, а также возможность защиты от авиационного шума и полное исключение дополнительных типоразмеров изделий при организации производства на домостроительных заводах шумозащитных модификаций в составе действующих серий типовых проектов. Однако для массового применения шумозащитных жилых домов этого типа необходимо разработать, экспериментально проверить и наладить массовое производство шумозащитных оконных блоков, обеспечивающих надежную шумозащиту и проветривание помещений.

При проектировании шумозащитных жилых домов, так же как и домов массовой застройки, необходимо обеспечить необходимую звукоизоляцию помещений от внутридомовых источников шума путем применения планировочных и конструктивных средств. Если в доме будет обеспечена защита от внешнего шума, а шум от внутридомовых источников будет превышать допустимые по нормам уровни, то такой дом нельзя назвать шумозащитным. Жители должны быть защищены от сверхнормативного шума любых источников.

Кроме шумозащитных жилых домов в практике защиты от транспортного шума находят широкое применение здания торгового и другого назначения. Некоторые общественные здания могут иметь также специальное шумозащитное архитектурно-планировочное решение.

Практика применения в новом строительстве шумозащитных жилых домов и общественных зданий со специальным шумозащитным архитектурно-планировочным или конструктивным решением имеет огромное значение для защиты населения от транспортного шума.

В сложившихся районах при реконструкции застройки для такой защиты следует применять такие же шумозащитные средства: перепланировку, замену обычных окон в зданиях на шумозащитные или строительство шумозащитных экранов.

7.2. ШУМОЗАЩИТНЫЕ ОКНА

Звукоизоляция наружного ограждения практически полностью определяется звукоизолирующей способностью окон или других светопрозрачных элементов, которая на порядок ниже звукоизолирующей способности глухой части наружных стен. Наряду с индексом изоляции воздушного шума R_w рекомендуется оценивать акустические параметры окон звукоизоляцией R_A , характеризующей изоляцию шума потока автомобильного транспорта данным окном, выраженную в дБА. Величина R_A более удобна для практического использования, так как выражается в тех же единицах, в которых принято измерять и рассчитывать городские шумы. Значение R_A определяется на основе «эталонного» спектра шума потока автомобильного транспорта с уровнем звука, равным 75 дБА:

$$R_A = 75 - 10 \lg \sum_{i=1}^{16} 10^{0,4(L_i - R_i)}$$

где R_i — изоляция воздушного шума данной конструкцией окна в i -й третьоктавной полосе; L_i — скорректированные по кривой коррекции A уровни звукового давления «эталонного» спектра шума, дБ, определяемые по табл. 40.

В том случае, когда известны значения изоляции воздушного шума конструкцией окна только в октавных полосах частот, значение R_A определяется по аналогичной методике с использованием скорректированных уровней звукового давления «эталонного» спектра шума в октавных полосах частот, определяемых по табл. 41.

Величины R_A и R_w связаны зависимостью $R_A \approx 0,6 R_w + 6$.

По характеристикам звукоизоляции окна подразделяются на категории согласно табл. 42.

Требования к звукоизоляции наружных ограждений (окон) зданий устанавливаются исходя из ожидаемого уровня звука $L_{A \text{ экв тер } 2}$, дБА, у фасада, обращенного в сторону источника шума, и допустимого уровня звука $L_{A \text{ доп}}$, дБА, в помещении в соответствии с санитарными нормами [6].

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| <i>i</i> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| <i>f_i</i> , Гц | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 |
| <i>L_i</i> , дБ | 60 | 61 | 62 | 63 | 63 | 64 | 65 | 65 | 65 | 64 | 64 | 63 | 62 | 61 | 60 | 58 |

Таблица 41

| | | | | | | |
|---------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|
| <i>i</i> | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| <i>f_i</i> , Гц | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |
| <i>L_i</i> , дБ | 66 | 68 | 70 | 68 | 66 | 60 |

Таблица 42

| Категория окна | <i>R_w</i> , дБ | <i>R'_A</i> , дБА |
|----------------|---------------------------|-----------------------------|
| 0 | ≤15 | ≤15 |
| 1 | 16 — 20 | 16 — 18 |
| 2 | 21 — 25 | 19 — 21 |
| 3 | 26 — 30 | 22 — 24 |
| 4 | 31 — 35 | 25 — 27 |
| 5 | 36 — 40 | 28 — 30 |
| 6 | 41 — 45 | 31 — 33 |

Снижение внешнего шума конструкцией окна ΔL_A , дБА, определяется по формуле

$$\Delta L_A = R_A - 10 \lg(S_0/A),$$

где S_0 — площадь окна (всех окон в данном помещении, ориентированных на источник шума), м²; A — эквивалентная площадь звукопоглощения в помещении (средняя в диапазоне 125—1000 Гц), м².

Для помещений жилых, административных и других зданий, в которых соотношение $S_0/A \approx 0,3$, $\Delta L_A = R_A + 5$.

Шум у фасада здания, создаваемый потоком автомобильного транспорта, оценивается эквивалентным уровнем звука $L_{A \text{ жвб тер } 2}$. Этот уровень звука может быть получен путем измерений или рассчитан на основании шумовой характеристики транспортного потока, определяемой по карте шума улично-дорожной сети или исходя из характеристик движения и состава транспортного потока.

Учитывая, что наибольшие уровни транспортного шума, как правило, наблюдаются на уровне 3—5 этажей, расчет ожидаемых уровней звука проводится в расчетной точке

в 2 м от фасада здания на высоте 12 м от поверхности земли. Поскольку обычно интенсивность движения потока автомобильного транспорта и его состав в ночное время неизвестны, расчет проводится исходя из характеристик потока в дневной период суток (усредненных за период 16 ч). При наличии в потоке трамваев эквивалентный уровень звука у фасада здания определяется отдельно для автомобильного транспорта и для трамваев с последующим суммированием по энергии. В этом случае необходимо также определять максимальный уровень звука у фасада $L_{A \text{ макс тер } 2}$, дБА, при проходе трамвая в ночное время.

Требуемая звукоизоляция наружного ограждения должна назначаться такой, чтобы допустимые значения проникающего шума обеспечивались как в дневной, так и в ночной периоды суток.

Шум железнодорожных поездов оценивается отдельно для дня и ночи как по эквивалентному, так и по максимальному уровню звука. Требуемая звукоизоляция должна определяться по наиболее жесткому из четырех условий.

Ориентировочно требуемую категорию окон жилых зданий можно определить по рис. 54 в зависимости от шумовой характеристики транспортного потока $L_{A \text{ экв}}$, дБА, в дневной период суток и расстояния r от края проезжей части улицы до здания (при расположении фасада параллельно улице).

Если фасад здания перпендикулярен проезжей части улицы, то расчетный уровень звука $L_{A \text{ экв тер } 2}$ уменьшается на 3 дБА за счет введения дополнительной поправки на частичное экранирование шума (длина транспортного потока уменьшается ровно в 2 раза).

Характеристики звукоизоляции типовых и специальных шумозащитных окон, а также светопрозрачных ограждений в виде металлических витражей с глухим остеклением приведены в табл. 43. В ней представлены значения индексов изоляции воздушного шума R_w , звукоизоляции R_A в дБА (потока автомобильного транспорта) и дополнительная харак-

| № п.п. | Конструкция | Толщина, мм | | Число уплотняющих прокладок | Звукоизоляция | | |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------|-----------------------------|---------------|--------------|--------------|
| | | стекла | воздушного промежутка | | R_w , дБ | R'_A , дБА | R'_A , дБА |
| <i>Окна стандартные</i> | | | | | | | |
| 1 | Окно деревянное со стеклопакетом 020СП (ГОСТ 24700 — 81) | 3+3 | 15 | 1 | 27 | 22 | 24 |
| 2 | То же | 4+4 | 18 | 2 | 32 | 24 | 28 |
| 3 | Окно спаренное 02С (ГОСТ 11214 — 86) | 3+3 | 57 | 1 | 30 | 23 | 25 |
| 4 | То же | 4+4 | 56 | 1 | 32 | 25 | 28 |
| 5 | Окно раздельное 02Р (ГОСТ 11214 — 86) | 3+3 | 90 | 1 | 33 | 25 | 27 |
| 6 | То же | 3+3 | 90 | 2 | 37 | 27 | 30 |
| 7 | » | 4+4 | 90 | 2 | 38 | 29 | 32 |
| 8 | » | 3+6 | 90 | 2 | 40 | 30 | 33 |
| 9 | Окно раздельное со стеклопакетом и стеклом 03РСФ (ГОСТ 24699 — 81) | 3+3+3 | 16+57 | 3 | 38 | 28 | 31 |
| 10 | То же | 4+4+4 | 16+67 | 3 | 40 | 31 | 34 |
| 11 | Окно раздельно-спаренное 03РС (ГОСТ 16289 — 80) | 3+3+3 | 46+57 | 3 | 40 | 29 | 32 |
| 12 | То же | 4+4+4 | 46+66 | 3 | 40 | 31 | 34 |
| 13 | Дерево-алюминиевый оконный блок спаренный | 5+5 | 70 | 2 | 33 | 30 | 30 |
| <i>Металлические витражи с глухим остеклением</i> | | | | | | | |
| 14 | Одинарный переплет | 4 | — | — | 30 | 24 | 27 |
| 15 | То же | 7 | — | — | 32 | 27 | 30 |
| 16 | То же, со стеклопакетом | 4+4 | 16 | — | 34 | 25 | 28 |
| 17 | То же | 7+7 | 24 | — | 38 | 30 | 32 |
| 18 | Двойной переплет | 4+4 | 100 | — | 41 | 30 | 34 |
| 19 | То же | 4+4 | 200 | — | 44 | 32 | 36 |
| 20 | » | 7+7 | 100 | — | 44 | 34 | 38 |
| 21 | » | 7+7 | 200 | — | 47 | 36 | 40 |
| 22 | » | 8+8 | 400 | — | 49 | 40 | 42 |
| <i>Окна с повышенной звукоизоляцией</i> | | | | | | | |
| 23 | Окно раздельное 2РШ (МНИИТЭП) | 5+5 | 129 | 2 | 40 | 35 | 37 |
| 24 | Окно раздельное со стеклопакетом и стеклом (МНИИТЭП) | 6+4+6 | 117+8 | 2 | 42 | 37 | 39 |
| 25 | Окно дерево-алюминиевое одинарное со стеклопакетом (Ереванский политехнический институт) | 6+3 | 25 | 1 | 38 | 28 | 31 |
| 26 | То же | 6+6 | 25 | 1 | 39 | 30 | 33 |
| <i>Шумозащитные вентиляционные окна</i> | | | | | | | |
| 27 | Конструкция «Киевпроект» (рис. 55, а) | 4+4 | 90 | 2 | 37 20 | 28 18 | 30 18 |
| 28 | Раздельное окно с клапаном-глушителем 300 мм МНИИТЭП (рис. 55, б) | 4+4 | 90 | 2 | 38 24 | 29 20 | 32 20 |
| 29 | ОШВ, окно с тройным остеклением КТБ Мосоргстройматериалы и НИИСФ (рис. 55, в) | 3+3+3 | 22+92 | 2 | 38 25 | 31 21 | 32 21 |
| 30 | Окно спаренное с вертикальным вентиляционным каналом НИИСФ (рис. 55, з) | 3+3 | 57 | 1 | 30 28 | 23 22 | 25 24 |
| 31 | Окно раздельное ОШВМ КТБ «Мосоргстройматериалы» и НИИСФ (рис. 55, д) | 3+3 | 117 | 2 | 38 26 | 28 23 | 30 24 |
| 32 | Окно раздельное с клапаном-глушителем 600 мм МНИИТЭП (рис. 55, е) | 4+4 | 90 | 2 | 38 32 | 29 23 | 31 25 |
| 33 | Окно раздельное с вертикальным вентиляционным каналом НИИСФ (рис. 55, ж) | 4+4 | 90 | 2 | 38 32 | 29 26 | 32 28 |

Примечания. 1. При расположении фасада здания перпендикулярно улице (железной дороге) значения R_w и R'_A надо увеличить на 3 дБА. 2. Над чертой — звукоизоляция в закрытом положении, под чертой — в режиме вентиляции.

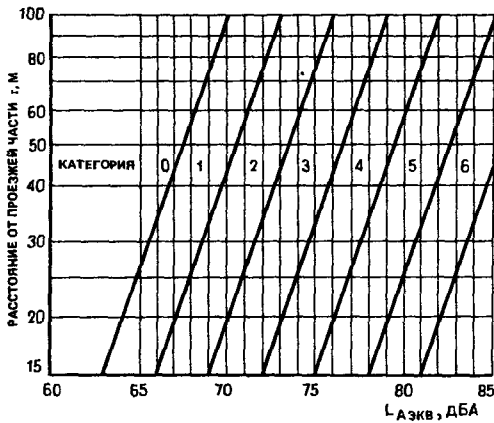


Рис. 54. Графики определения требуемой категории окон жилых зданий (0,1...6 — категории звукоизоляции окон)

теристика R'_A — изоляция шума рельсового транспорта. Поскольку шум рельсового транспорта имеет более высокочастотный характер, эффективность окон может быть несколько выше, чем в случае шума автомобильного транспорта. При этом разница составляет от 0—2 дБА у окон с вентиляционными элементами (в режиме проветривания) до 4 дБА у герметичных окон и глухих остекленных витражей. Значения R'_A в табл. 43 — средние для шума трамваев, пассажирских и грузовых поездов; для пригородных электропоездов эти значения несколько больше. Частотные характеристики звукоизоляции окон и остекленных витражей — изоляция воздушного шума в октавных полосах частот — приведены в табл. 44.

При выборе конструктивного решения окон следует учитывать требования к воздухообмену в помещениях здания. Так, при превышении допустимых уровней шума у фасада жилого дома возникает необходимость применения специальных шумозащитных вентиляционных окон, обеспечивающих требуемую защиту от шума в режиме вентиляции.

В помещениях общественных зданий и вспомогательных зданий промышленных предприятий, где в случае острой необходимости возможно устройство систем принудительной вентиляции и, следовательно, нет нужды проветривать помещения через окна, конструкцию окон можно выбирать из условий обеспечения требуемой звукоизоляции при закрытых окнах.

Конструктивные решения шумозащитных окон с вентиляционными элементами приведены на рис. 55.

| № кон- струк- ций по табл.43 | Изоляция воздушного шума окнами и витражами, дБ, в октавных полосах час- тот, Гц | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|------|------|------|
| | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |

Стандартные окна

| | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 20 | 18 | 26 | 29 | 27 | 33 |
| 2 | 21 | 20 | 29 | 34 | 36 | 36 |
| 3 | 16 | 22 | 27 | 31 | 33 | 32 |
| 4 | 19 | 25 | 30 | 31 | 32 | 33 |
| 5 | 18 | 24 | 30 | 37 | 36 | 37 |
| 6 | 20 | 26 | 34 | 39 | 41 | 42 |
| 7 | 22 | 30 | 35 | 40 | 42 | 42 |
| 8 | 23 | 30 | 36 | 40 | 41 | 44 |
| 9 | 22 | 26 | 34 | 40 | 40 | 43 |
| 10 | 25 | 30 | 36 | 41 | 46 | 46 |
| 11 | 23 | 28 | 33 | 40 | 47 | 48 |
| 12 | 24 | 30 | 36 | 42 | 47 | 48 |
| 13 | 28 | 32 | 29 | 30 | 37 | 37 |
| 14 | 18 | 24 | 27 | 31 | 32 | 32 |
| 15 | 21 | 28 | 30 | 34 | 30 | 35 |
| 16 | 20 | 23 | 29 | 36 | 41 | 39 |
| 17 | 23 | 28 | 35 | 42 | 40 | 45 |
| 18 | 22 | 30 | 37 | 44 | 47 | 46 |
| 19 | 24 | 33 | 39 | 46 | 48 | 50 |
| 20 | 26 | 35 | 41 | 47 | 45 | 50 |
| 21 | 29 | 38 | 43 | 49 | 47 | 51 |
| 22 | 33 | 41 | 46 | 50 | 49 | 56 |
| 23 | 29 | 36 | 36 | 40 | 43 | 40 |
| 24 | 31 | 37 | 38 | 43 | 46 | 48 |
| 25 | 22 | 26 | 34 | 41 | 43 | 42 |
| 26 | 23 | 28 | 36 | 41 | 39 | 44 |

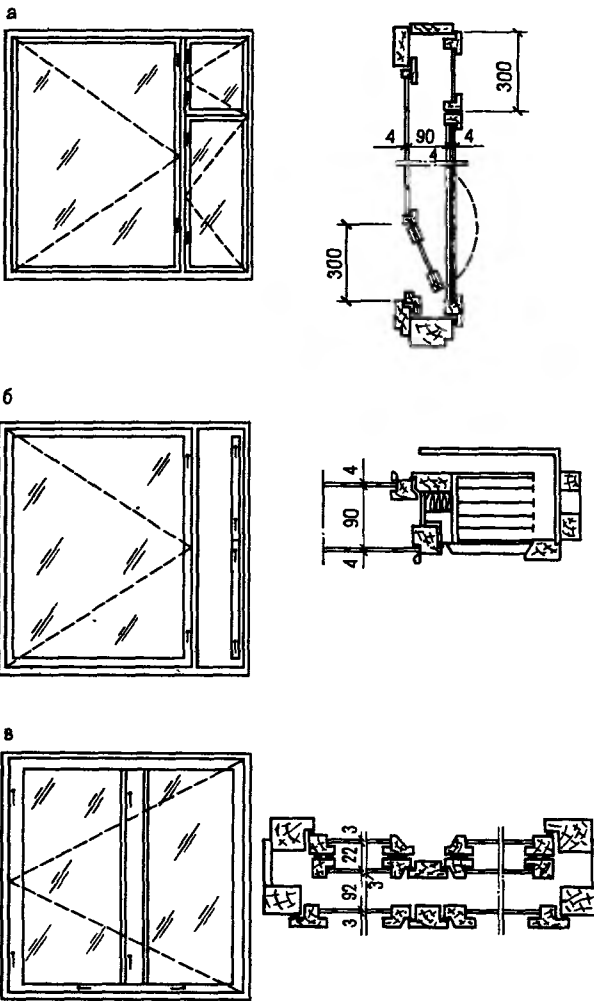
Шумозащитные окна в режиме вентиляции

| | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|
| 27 | 18 | 17 | 17 | 23 | 25 | 27 |
| 28 | 15 | 20 | 25 | 19 | 23 | 34 |
| 29 | 18 | 20 | 20 | 25 | 31 | 38 |
| 30 | 16 | 22 | 23 | 28 | 29 | 32 |
| 31 | 18 | 23 | 24 | 25 | 27 | 28 |
| 32 | 16 | 23 | 29 | 30 | 40 | 47 |
| 33 | 19 | 25 | 30 | 32 | 33 | 37 |

Шумозащитное окно конструкции института «Киевпроект» (рис. 55, а) выполнено на базе типового окна с отдельными переплетами. Форточка в наружном переплете перенесена вниз, чтобы воспрепятствовать прямому прохождению звука в помещение. Возможен вариант этой конструкции со стеклопакетом во внутренней узкой створке и внутренней форточке, при этом форточка в наружном переплете ликвидируется, вместо нее остается открытый проем. Окно относится к 1-й категории шумозащиты, оно прошло апробацию в Киеве.

В раздельном окне с клапаном-глушителем шириной 300 мм конструкции Московского НИИ типового и экспериментального

Рис. 55. Конструктивные решения шумозащитных окон

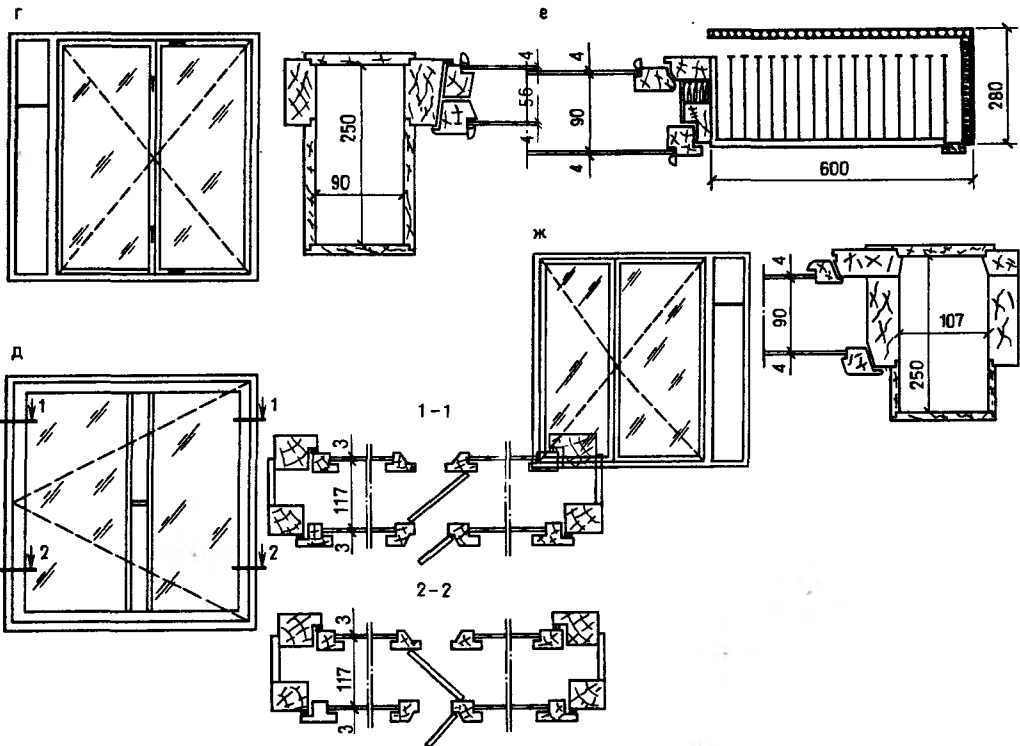


проектирования (МНИИТЭП) воздух проходит через вертикальную щель шириной 60 мм, огибающую под прямым углом кассету из нескольких резонаторов (рис. 55, б). Окно относится ко 2-й категории шумозащиты. Эти окна использовались в девяти жилых корпусах по Хорошевскому шоссе в Москве.

К той же категории относится окно ОШВ конструкции КТБ «Мосоргстройматериалы» и НИИ строительной физики (рис. 55, в), выполненное с трехслойным остеклением. В режиме вентиляции воздух проходит через межстекляное пространство; перевод из режима вентиляции в закрытое положение производится перемещением средней створки. Средняя створка верхним брусом шарнирно прикреплена к внутреннему переплету, нижняя часть имеет возможность перемещаться; если она

прижата к наружному переплету — окно закрыто, если к внутреннему — режим вентиляции. В этом случае воздух проходит через открытый клапан в наружном переплете, обтекает с двух сторон среднюю створку и поступает в помещение через открытый клапан во внутреннем переплете. В закрытом положении окно имеет такое же сопротивление теплопередаче, как стандартное окно с тройным остеклением. Окна подобной конструкции применены в Москве в микрорайоне Сабурово.

Спаренное окно с вентиляционным элементом в виде вертикального канала, закрытого с наружной и внутренней сторон разрезанными по вертикали крышками (рис. 55, г), относится к 3-й категории шумозащиты. В режиме вентиляции воздух забирается в нижней части канала и поступает в помещение через



верхнюю часть окна. Для обеспечения необходимого количества приточного воздуха сечение вертикального канала увеличено за счет короба, выступающего за габарит окна в сторону помещения (но в пределах толщины стеновой панели).

К той же 3-й категории относится окно ОШВМ конструкции КТБ «Мосоргстройматериалы» и НИИСФ (рис. 55, *д*). В средней части окна имеется клапан. Клапан в наружной створке снабжен двумя крышками (каждая на половину высоты), открывающимися в разные стороны, при этом они пружинками прижимаются к стойкам внутренней створки. Крышка клапана внутренней створки также разделена на две половины. Предусмотрено два режима вентиляции. В нормальном режиме открывается верхняя половина внутренней крышки, верхняя половина наружной крышки под действием пружины открывается и прижимается к стойке внутреннего переплета, перекрывая сечение клапана. Воздух при этом положение проходит через верхнюю часть клапана наружной створки и через межстекольное пространство и поступает в помещение через верхнюю же часть клапана внутренней створки. В режиме усиленной вентиляции открываются обе внутренние крышки, наружные крышки отжимаются пружинками и открываются в разные стороны.

Воздух при этом проходит из верхней части в наружной створке через межстекольное пространство и поступает в помещение через нижнюю часть окна. Аналогично воздух, забираемый с улицы через нижнюю часть клапана, поступает в помещение через верхнюю часть окна.

Приведенные в табл. 43 данные (под чертой) относятся к режиму нормальной вентиляции, при усиленной вентиляции звукоизоляция на 3 дБА меньше. Эти окна установлены в жилом доме в микрорайоне Солнцево в Москве.

Раздельные окна с двухмодульным клапаном-глушителем (шириной 600 мм) конструкции МНИИТЭП (рис. 55, *е*) были установлены в доме по Б. Тульской улице в Москве. По своим звукоизоляционным свойствам они также относятся к 3-й категории, так же как и в клапанах-глушителях шириной 300 мм, воздух проходит через вертикальную щель, огибающую под прямым углом кассету, увеличенный размер которой позволяет разместить больше полостей-резонаторов.

Окно с раздельными переплетами и вертикальным каналом (рис. 55, *ж*) относится к 4-й категории шумозащиты.

Из факторов, влияющих на звукоизоля-

ционные свойства окон, решающими являются толщина стекол, толщина воздушного промежутка между ними и плотность притвора. Так, в спаренных и раздельных окнах увеличение толщины одного из стекол с 3 до 6 мм приводит к увеличению звукоизоляции на 3 дБА. Увеличение вдвое толщины обоих стекол (например, с 3 до 6 мм) повышает звукоизоляцию приблизительно на 5 дБА. При этом соотношение толщины стекол (в пределах толщины реальных стекол, применяемых в строительстве, 3—8 мм) практически не влияет на звукоизоляцию окна в дБА.

Толщина воздушного промежутка — второй по значению фактор, определяющий звукоизоляцию окна (разумеется, в закрытом положении). Так, увеличение воздушного промежутка с 57 мм в спаренном окне до 90 мм в раздельном при стеклах толщиной 3 мм приводит к повышению звукоизоляции R_d с 23 до 25 дБА при наличии уплотняющей прокладки только в притворе внутренней створки и до 27 дБА при наличии прокладок в обоих переплетах. В последнем случае, правда, не вся прибавка может быть отнесена на счет увеличения воздушного промежутка, что-то дает и вторая прокладка. При толщине стекол 4 мм в спаренном окне звукоизоляция $R_d = 25$ дБА, в раздельном окне с двумя прокладками $R_d = 29$ дБА, увеличение воздушного промежутка до 116 мм (раздельно-спаренное окно по ГОСТ 16289—80 со снятой средней створкой) приводит к увеличению звукоизоляции до 31 дБА.

Важное значение имеет обеспечение герметичности притворов окон. Так, если обычное спаренное окно с одной прокладкой по наплыву внутренней створки имеет звукоизоляцию $R_d = 23$ дБА, то без прокладки она снижается до 18—19 дБА. Еще больше потери могут быть у окон с усиленной звукоизоляцией. Чем выше звукоизоляция конструкции, тем большее значение приобретают различные щели и неплотности. Для эффективной работы уплотняющих прокладок необходимо обеспечить надлежащее их обжатие. К сожалению, обычно применяемые оконные завертки могут обеспечить обжатие только 1,5 мм, да и то при условии идеально точной установки. Необходимы натяжные запирающие приборы. Наиболее широко применяемые прокладки из пенополуретана достаточно эффективны, однако имеют относительно небольшой срок службы. Полушерстяной шнур, напротив, долговечен, но малоэффек-

тивен. Хорошее сочетание этих двух параметров обеспечивают прокладки из пористой резины, но они дефицитны.

При установке стекол в переплетах следует обращать внимание на плотную заделку их замазкой: стекло необходимо устанавливать на двойной слой нетвердеющей замазки. Крепление стекол через упругую прокладку из пористой резины или неопрена нецелесообразно, так как это не только не приведет к повышению звукоизоляции, но может даже ее ухудшить на 1—2 дБА.

Необходимо также уделять внимание плотной заделке самих оконных блоков в панели (или стены). Недостатки этой заделки, правда, не в такой степени влияют на звукоизоляцию, как неплотности в притворе и заделке стекол, нужно просто выполнять все требования, предусмотренные проектом. Со стороны улицы обязательно наличие герметика, конопатка должна выполняться тщательно (или должно быть заполнение зазора вспененным полуретаном). С внутренней стороны необходимо установить нащельник.

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 может даже несколько снизиться в наиболее важной для защиты от транспортного шума области низких и средних частот. Это на первый взгляд парадоксальное явление тем не менее имеет логичное объяснение. Разделение воздушного промежутка на два приводит к появлению дополнительных резонансов системы, которые ухудшают звукоизоляцию как раз в том частотном диапазоне, где ее и так нехватает. При смещении среднего стекла в сторону одного из крайних звукоизоляция увеличивается, достигая максимума при установке среднего стекла вплотную к крайнему. Таким образом, тройное остекление целесообразно только в тех случаях, когда необходимо уменьшить теплопотери через окна. При этом оптимальны конструкции, в которых среднее стекло приближено к одному из крайних, например, окно со стеклом и стеклопакетом в раздельных переплетах. Это позволяет удачно сочетать теплотехнические и акустические параметры окна.

Устройство звукопоглощающих конструкций по периметру межстекольного пространства, рекомендуемое часто в литературе для повы-

шения звукоизоляции окон, и самом деле малоэффективно. Звукопоглощение по периметру дает заметную прибавку на высоких частотах, где-то выше 1000 Гц, поэтому оно существенно влияет на индекс изоляции R_w . Изоляция же транспортного шума R_d в основном определяется частотами ниже 1000 Гц, в связи с этим и влияние звукопоглощения не превышает 1 дБА. Это, разумеется, не оправдывает усложнение конструкции окна.

7.3. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ТРЕБУЕМОЙ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ И ВЫБОРА КОНСТРУКЦИИ ОКОН

Пример 1. Исходные данные. Жилое шестнадцатизэтажное здание расположено на расстоянии 30 м от края проезжей части магистральной улицы. Шумовая характеристика транспортного потока — эквивалентный уровень звука — составляет 74 дБА. Ширина улицы B (между фасадами зданий) равна 84 м.

Задание. Определить требуемую звукоизоляцию и выбрать конструкцию окна.

Решение. 1. По рис. 54 определяем, что при данной шумовой характеристике потока и расстоянии 30 м от края проезжей части улицы в жилом здании должны быть шумозащитные окна 3-й категории.

2. Определяем ожидаемый уровень звука у фасада здания. Снижение уровня звука с расстоянием по графику рис. 3 составляет $\Delta L_{A \text{ рас}} = 7,8$ дБА. Поправка на отраженный звук для расчетной точки при $h_{\text{пр}} = 12$ м и $h_{\text{пр}}/B = 0,143$ согласно табл. 31 составляет $\Delta L_{A \text{ тр}} = 1,7$ дБА. Таким образом, расчетный уровень звука у фасада здания $L_{A \text{ экв тер } 2} = 74 - 7,8 + 1,7 \approx 68$ дБА.

3. Допустимый уровень звука проникающего шума в помещениях жилого здания в дневное время составляет 40 дБА. Требуемое снижение уровня звука $\Delta L_{A \text{ тр}} = 28$ дБА, следовательно, требуемая звукоизоляция окна $R_d^{\text{треб}} = 23$ дБА. Этим требованиям удовлетворяет конструкция КТБ «Мосоргстройматериалы» и НИИСФ — ОШВМ (рис. 55, д).

4. Ожидаемый уровень звука у торца здания $L_{A \text{ экв тер } 2} = 68 - 3 = 65$ дБА. Требуемая звукоизоляция окна с учетом дополнительной поправки — 3 дБА составляет $R_d^{\text{треб}} = 17$ дБА. Этим условиям удовлетворяет окно с раздельными переплетами конструкции института «Киевпроект» (рис. 55, а) с $R_d = 18$ дБА.

Пример 2. Исходные данные. Административное здание расположено параллельно магистральной улице на расстоянии 20 м от края проезжей части. Шумовая характеристика транспортного потока — эквивалентный уровень звука — составляет 79,5 дБА. Ширина улицы (между фасадами зданий) равна 80 м. Размеры конференц-зала 20×15 м, высота 9 м, на улицу ориентировано 5 окон размером $5,4 \times 2,7$ м (всего окон 10), число мест — 300, потолок облицован звукопоглощающими плитами «Акмигран» на основе 100 мм.

Задание. Определить требуемую звукоизоляцию и выбрать конструкцию окон в помещении конференц-зала здания, ориентированного окнами на улицу.

Решение. 1. Определяем ожидаемый уровень звука у фасада здания. Снижение уровня звука с расстоянием по графику рис. 3 составляет $\Delta L_{A \text{ рас}} = 6,5$ дБА, поправка на отраженный звук (при $h_{\text{пр}}/B = 12/80 = 0,15$) согласно табл. 31 составляет $\Delta L_{A \text{ отр}} = 1,75$ дБА. Таким образом, расчетный уровень звука фасада здания $L_{A \text{ экв тер } 2} = 79,5 - 6,5 + 1,75 = 74,75 \approx 75$ дБА.

Т а б л и ц а 45

| Поверхность | Материал | Коэффициенты звукопоглощения α (звукопоглощение A , м ²) в октавных полосах частот, Гц | | | | | |
|--------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |
| Пол, 300 м ² | Паркет | 0,04 (12) | 0,04 (12) | 0,07 (21) | 0,06 (18) | 0,06 (18) | 0,07 (21) |
| Стены, 445 м ² | Штукатурка, клеевая краска | 0,02 (8,9) | 0,02 (8,9) | 0,02 (8,9) | 0,03 (13,4) | 0,04 (17,8) | 0,04 (17,8) |
| Потолок, 300 м ² | Акмигран на расстоянии 100 мм | 0,25 (75) | 0,55 (165) | 0,55 (165) | 0,65 (195) | 0,65 (195) | 0,7 (210) |
| Окна, 145,8 м ² | Стекло, дерево | 0,3 (43,7) | 0,2 (29,2) | 0,15 (21,9) | 0,1 (14,6) | 0,06 (8,8) | 0,04 (5,8) |
| Портьеры, 180 м ² | Плюш | 0,15 (27) | 0,35 (63) | 0,55 (99) | 0,7 (126) | 0,7 (126) | 0,65 (119) |
| Кресла полумягкие, 150 шт. | — | 0,08 (12) | 0,1 (15) | 0,15 (22,5) | 0,15 (22,5) | 0,2 (30) | 0,2 (30) |
| Человек в кресле, 150 чел. | — | 0,25 (37,5) | 0,3 (45) | 0,4 (60) | 0,45 (67,5) | 0,45 (67,5) | 0,4 (60) |
| Общее звукопоглощение A , м ² | | 216,1 | 338,1 | 398,3 | 457 | 463,1 | 463,6 |

2. Допустимый эквивалентный уровень звука в помещении конференц-зала $L_{A \text{ экв доп}} = 50$ дБА, требуемое снижение шума $\Delta L_A^p = 25$ дБА.

3. Определяем требуемую звукоизоляцию окон R_A^p , дБА, по формуле

$$R_A^p = \Delta L_A^p + 10 \lg(S_0/A),$$

где S_0 — площадь окон в конференц-зале, ориентированных на улицу; $S_0 = 5 \times 5,4 \times 2,7 = 72,9 \text{ м}^2$, A — эквивалентная площадь звукопоглощения (средняя в диапазоне 125—1000 Гц), определяемая по табл. 45.

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

Среднее значение звукопоглощения в диапазоне 125—1000 Гц $A_{\text{ср}} = 352,4 \text{ м}^2$. Тогда $R_A^p = 25 + 10 \lg(72,9/352,4) = 18,2 \approx 18$ дБА.

Если в помещении предусмотрена принудительная вентиляция, можно принимать типовые окна со спаренными переплетами.

4. Для проверки правильности выбранного конструктивного решения окна проводим расчет спектра проникающего в конференц-зал транспортного шума. По вычисленному уровню звука у фасада здания, равному 75 дБА, и относительному спектру шума потока автомобильного транспорта (см. табл. 40) определяем уровни звука у фасада здания в октавных полосах частот, вычитаем из них значения изоляции воздушного шума конструкцией окна (№ 3 по табл. 43) и поправку на звукопоглощение в помещении в каждой октавной полосе. Полученные значения уровней проникающего шума сравниваем с допустимыми значениями уровней, приведенными в табл. 6 и 7. Расчет проводим в табличной форме (табл. 46).

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

7.4. ШУМОЗАЩИТНЫЕ ЭКРАНЫ

Одними из наиболее эффективных строительно-акустических средств снижения шума на селитебной территории городов являются экраны, размещаемые между источниками шума и объектами защиты от него. Понятие «экран» принято относить к любым препятствиям на пути распространения шума (рис. 56).

Экранами могут служить придорожные подпорные, ограждающие и специальные защитные стенки, искусственные и естественные элементы рельефа местности — грунтовые валы, насыпи, холмы, откосы выемок, террас, оврагов и т. п. или их комбинации, а также специальные шумозащитные сооружения — галереи, тоннели и др. Кроме того, функции экранов могут выполнять здания, в помещениях которых допускаются уровни звука более 45 дБА (здания предприятий бытового обслуживания населения, торговли, общественного питания, коммунальных предприятий и др.), а также шумозащитные жилые и общественные здания.

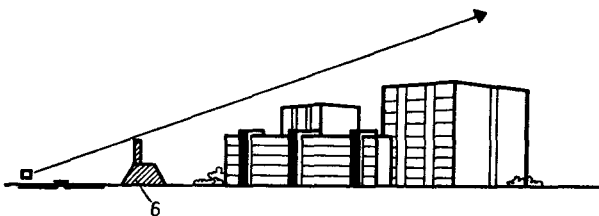
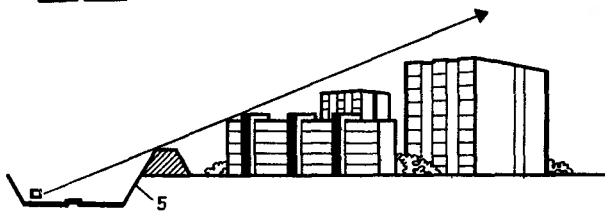
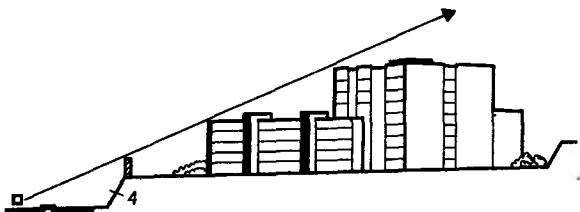
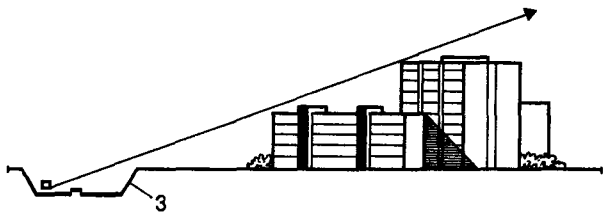
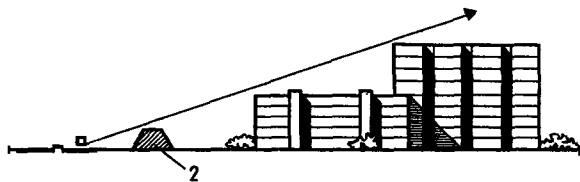
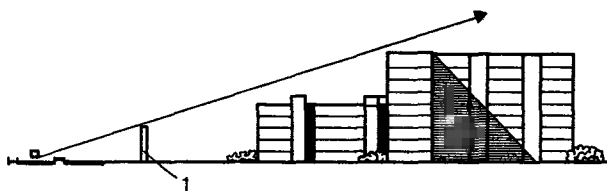
Акустическая эффективность экрана зависит от его высоты, длины и звукоизоляционных качеств. Однако снижение уровня шума, обеспечиваемое экраном на территории и в помещениях застройки, зависит не только от его акустической эффективности, но также от расстояния между магистральной улицей или дорогой и экраном, расстояния между экраном и защищаемыми от шума территорией или зданием, высоты расчетных точек на территории

Таблица 46

| Показатель | Значения показателей для среднегеометрических частот октавных полос, Гц | | | | | |
|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|
| | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |
| Относительный спектр шума потока автомобильного транспорта, дБ | +7 | +2 | -2 | -7 | -10 | -16 |
| Уровни шума у фасада, дБ | 82 | 77 | 73 | 68 | 65 | 59 |
| Звукоизоляция окна R , дБ | 16 | 22 | 27 | 31 | 33 | 32 |
| Общее звукопоглощение A , м^2 | 216 | 338 | 398 | 457 | 463 | 464 |
| $10 \lg S_0/A$ | -4,7 | -6,7 | -7,4 | -8,0 | -8,0 | -8,0 |
| Уровни шума в помещении, дБ | 61,3 | 48,3 | 38,6 | 29 | 24 | 19 |
| Допустимые уровни, дБ | 62 | 55 | 49 | 45 | 42 | 40 |

Рис. 56. Типы экранов

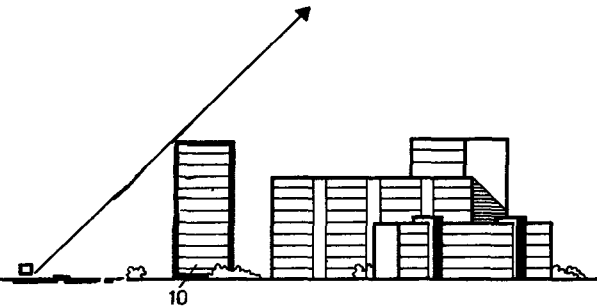
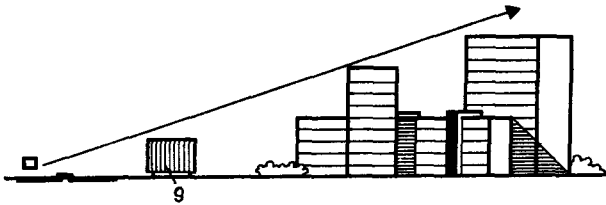
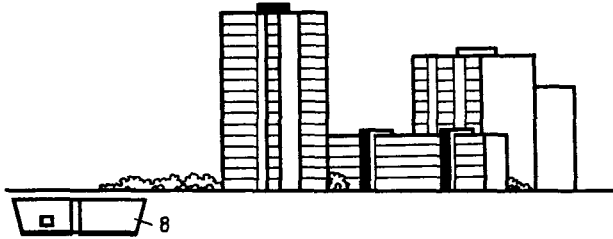
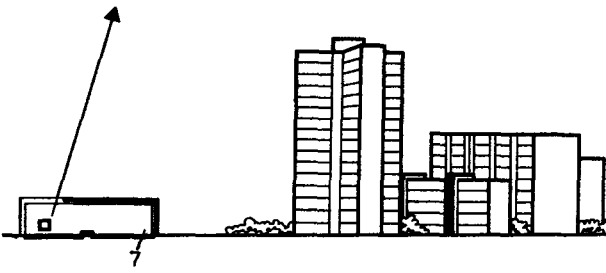
1—экран-стенка; 2—экран-насыпь; 3—экран-выемка; 4—экран-терраса; 5, 6—экраны комбинированные (5—выемка с насыпью или со стенкой, 6—насыпь со стейкой); 7—экран-галерея; 8—экран-тоннель; 9—экран-здание нежилого назначения; 10—экран — шумозащитный жилой дом (С. 77—78).



или в помещениях здания и акустических свойств поверхности территории.

Наибольшее распространение в мировой практике борьбы с шумом получили специальные шумозащитные экраны-стенки или барьеры. С учетом особенностей шумозащитных

свойств экранов наиболее перспективными следует считать конструкции из унифицированных элементов, позволяющие варьировать высоту, длину, а при необходимости и форму и конструкцию экранов для обеспечения требуемого снижения шума в тех или иных условиях



застройки.

Для создания эффекта экранирования защищаемые от шума объекты должны находиться ниже границы звуковой тени, т. е. продолжения прямой линии, соединяющей акустический центр источника шума с вершиной экрана (см. рис. 56). Ориентировочные значения снижения звука транспортным потоком протяженными экранами-стенками в расчетных точках на высоте 1,5 м от уровня поверхности территории при расстоянии между краем проезжей части (бровкой насыпи железнодоро-

рожного полотна) и экраном, равном 3 м, приведены в табл. 47.

Данные значения снижения уровня звука экраном обеспечиваются в тех точках территории, в которых угол видимости экранированного участка улицы α (см. рис. 2) составляет не менее 160° .

Снижение уровня звука экраном-стенкой в расчетных точках, расположенных на границе звуковой тени, составляет 5 дБА. Для обеспечения более высокой акустической эффективности следует увеличить высоту экрана. При

Т а б л и ц а 47

| Расстояние между экраном и расчетной точкой, м | Высота экрана, м | Снижение уровня звука экраном, дБА |
|------------------------------------------------|------------------|------------------------------------|
| 10 | 2 | 7 |
| | 4 | 12 |
| | 6 | 16 |
| 20 | 2 | 7 |
| | 4 | 12 |
| | 6 | 15 |
| 50 | 2 | 7 |
| | 4 | 11 |
| | 6 | 14 |
| 100 | 2 | 7 |
| | 4 | 11 |
| | 6 | 13 |

проектировании экрана-стенки вдоль магистральной улицы или дороги для ориентировочных расчетов повышение его эффективности с увеличением высоты допускается принимать равным в среднем 1,5 дБА на 1 м.

Для достижения максимального снижения уровня шума в застройке и уменьшения высоты экрана расстояние между проезжей частью и экраном следует принимать минимальным с учетом требований по обеспечению безопасности движения и нормальной эксплуатации дорог и транспортных средств.

Чтобы шумозащитные экраны не были элементами повышенной опасности при наезде автомобилей, их можно выполнять комбинированными с ограждениями жесткого парапетного либо полужесткого планочного типа с усиленными продольными элементами и защищать ограждениями любого типа. Ограждения следует устанавливать на расстоянии не менее 0,5 м от бровки земляного полотна и не менее 1 м от края проезжей части. Расстояние между ограждением и экраном должно быть больше максимального прогиба ограждения при наезде автомобиля с расчетной скоростью и достаточным для возможности механизированной уборки снега, но не менее 2 м при скорости наезда автомобиля выше 90 км/ч.

Размещение шумозащитного экрана и его ограждения на поперечном профиле должно обеспечивать минимум затрат на содержание, своевременную очистку покрытия и обочин от снега и льда, доступность для работников дорожно-эксплуатационной службы с целью производства работ без демонтажа элементов сооружения и т. д.

Экраны следует рассчитывать на снеговые, ветровые и сейсмические нагрузки. Материалы для изготовления экранов-стенок следует подбирать в основном исходя из конст-

руктивных и экономических соображений. К наиболее распространенным материалам, применяемым для строительства экранов, относятся бетон и железобетон (рис. 57). Используются также сталь, алюминий, различные пластмассовые материалы, стекло (рис. 58).

Требуемая звукоизоляция конструкции экрана зависит от требуемого снижения уровня звука и определяется ее поверхностной плотностью (табл. 48)

Т а б л и ц а 48

| Требуемое снижение уровня звука, дБА | 5 | 10 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 |
|--------------------------------------------------------------------|------|----|----|------|----|------|----|----|
| Минимальная поверхностная плотность конструкции, кг/м ² | 14,5 | 17 | 17 | 19,5 | 22 | 24,5 | 32 | 39 |

Материалы для изготовления всех элементов конструкции экрана должны быть долговечными, стойкими к атмосферным воздействиям, влиянию выхлопных газов автомобилей, моторных масел, противогололедных солей и детергентов, устойчивыми к воздействию механических средств очистки.

Конструкция отдельных элементов экранов должна обеспечивать плотное их примыкание друг к другу для создания акустически непрозрачного экрана. В местах расположения остановок общественного транспорта для обеспечения прохода людей необходимо предусматривать разрывы в экранах с устройством контрэкренов или дубль-экранов либо совмещение автопавильона с экраном. Минимальное взаимное перекрытие экранов должно составлять не менее двух ширины прохода.

При расстояниях до жилой застройки менее 100 м и отсутствии местных проездов экраны должны иметь легкосъемные элементы или разрывы для проезда специальных машин (скорая помощь, пожарная служба и т. д.).

При проектировании экранов необходимо учитывать, что установка экранов-стенок с акустически жесткой поверхностью с одной стороны от источника шума вызывает некоторое повышение уровня звука на противоположной стороне за счет вклада отраженной от экрана звуковой энергии. При установке экранов-стенок с акустически жесткой поверхностью вдоль обеих сторон автомобильной дороги

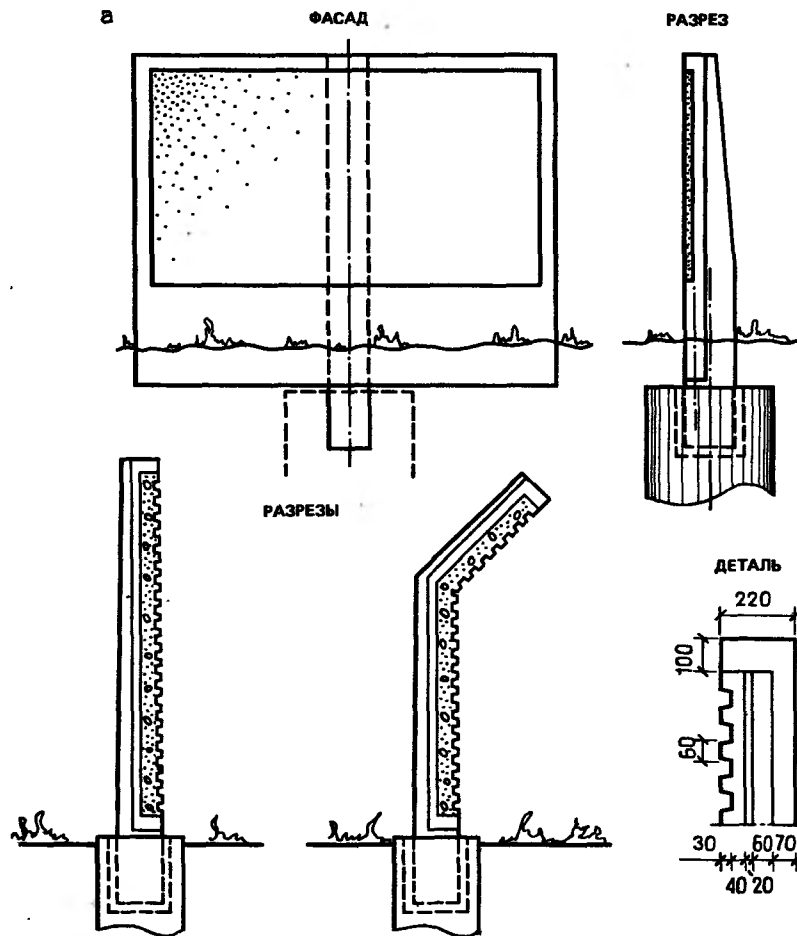


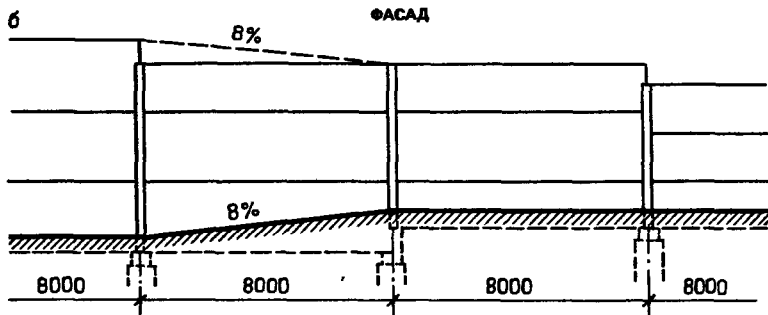
Рис. 57. Экран из железобетона
а—панели; *б*—блоки;
в—с облицовкой
 (С. 80—82)

акустическая эффективность экранов снижается на 1—5 дБА в зависимости от расстояния между экраном и транспортным потоком.

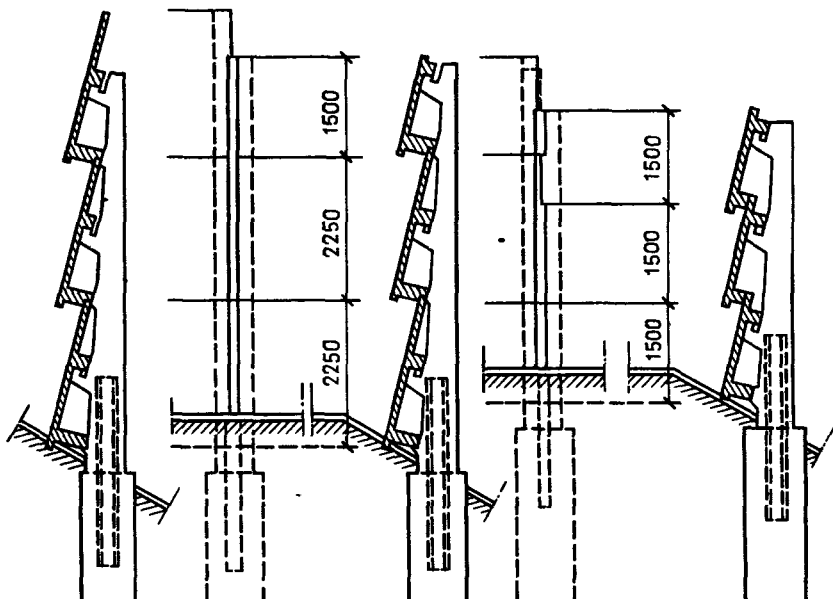
Конструктивные решения экранов-стенок, предназначенных для установки на улицах или дорогах с двусторонним расположением защищаемых от шума объектов, должны предусматривать наличие звукопоглощающих конструкций в виде резонирующих панелей, звукопоглощающих облицовок или заполнений (рис. 58, *в—е*). Звукопоглощающие материалы, используемые для облицовки или заполнения экранов, должны обладать стабильными физико-механическими и акустическими показателями в течение всего периода эксплуатации, быть биостойкими и влагостойкими, не выделять в окружающую среду вредных веществ в количествах, превышающих предельно допустимые концентрации для атмосферного воздуха.

Для увеличения эффективности звукопоглощающих облицовок их следует крепить на жестком основании непосредственно на поверхности экрана. Для защиты звукопоглощающего материала от попадания влаги необходимо предусматривать защитное покрытие в виде пленки. Снаружи экран со звукопоглощающей облицовкой должен защищаться перфорированными листами из алюминия, стали или пластика.

При проектировании экранов-стенок следует учитывать, что их акустическая эффективность в определенной степени зависит от формы. Наиболее эффективным является экран Г-образного поперечного профиля. Оптимальная ширина верхней полки такого экрана равна 0,6 м. При этом эффективность экрана на 2,5 дБ выше эффективности обычного тонкого экрана-стенки той же высоты. Звукопоглощающая облицовка поверхности полки по-



РАЗРЕЗЫ



вышает эффективность экрана до 4,5 дБ. Дальнейшее увеличение ширины верхней полки вызывает медленное повышение эффективности экрана. Так, при ширине полки 2,4 м эффективность экрана повышается только на 1,5 дБ по сравнению с эффективностью экрана с шириной верхней полки 0,6 м. Толщина полки должна быть минимальной. Экраны-стенки с наклонными козырьками менее эффективны, чем экраны Т-образной формы. Наклон экрана-стенки в сторону источника шума не повышает его эффективности.

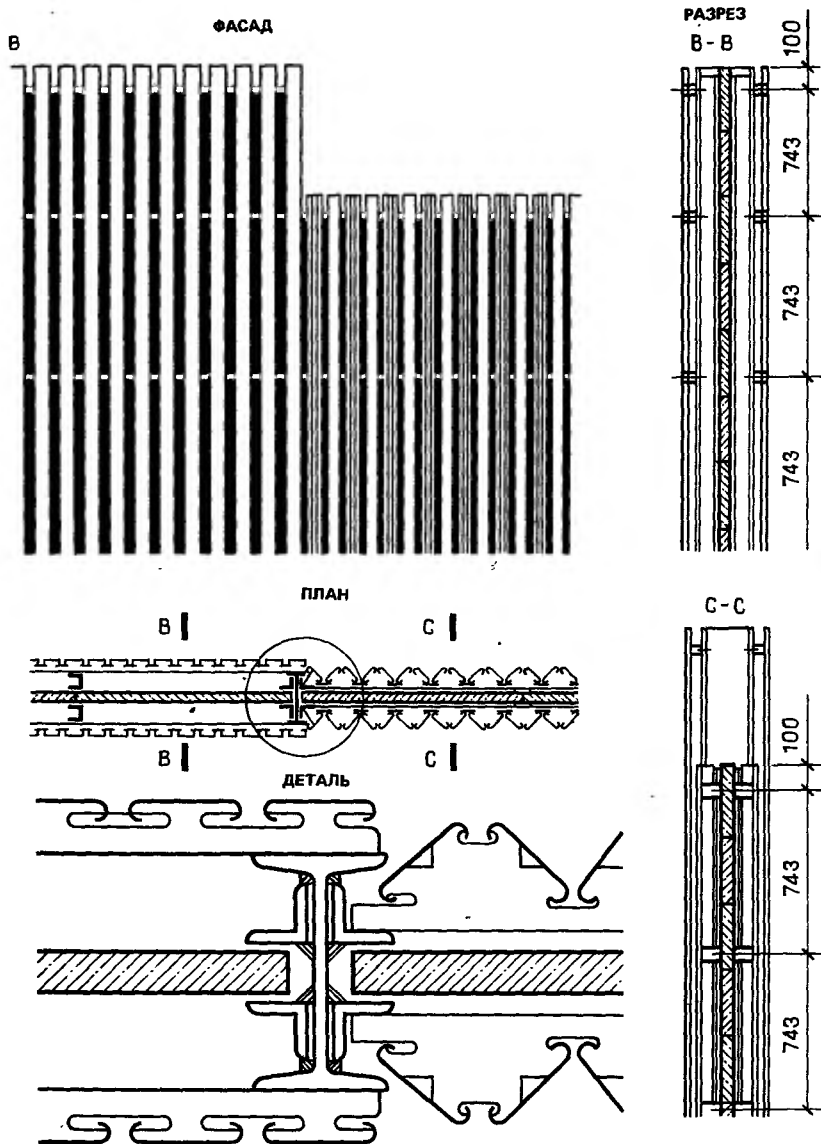
Экраны простых форм с применением бетона могут быть двух типов:

в виде стен как с несущими опорами,

так и без них, свободно стоящими на ленточном фундаменте;

комбинированными, сочетающими железобетонные элементы и грунт.

При разработке проектов комбинированных экранов необходимо стремиться к выбору таких конструкций, конструктивных элементов, формы экрана и отделки его поверхности, чтобы экран производил впечатление естественного, случайно созданного природой объекта. Комбинированные экраны монтируют из сборных железобетонных элементов таким образом, чтобы в результате возникла трапециевидная конструкция с уступами в поперечном сечении. Внутренняя часть заполняется растительным грун-



том, а отдельные уступы у всей конструкции засаживаются растениями (рис. 59—62).

Линией, определяющей форму и размеры экрана, является линия его верха. Так, очертание верха экрана в виде плавной непрерывной линии большого радиуса более подходит для пересеченной местности, где прямая линия смотрится как инородная и привлекает к себе внимание. Для дорог, проходящих в пределах застроенных городских территорий, предпочтение следует отдавать ломаной верхней линии, подчеркивающей строгие линии

застройки различной этажности. С этой целью могут быть использованы панели экранов различной высоты.

Монотонность верха экрана можно разрушить, отказавшись от плоских экранов. Криволинейное в плане очертание экрана, серия поворотов в плане с постоянным или переменным шагом позволяют создавать карманы для посадок зеленых насаждений, а переломы могут найти применение как точки перехода от одного материала к другому, смены текстуры и окраски панелей, высоты экрана и т. д.

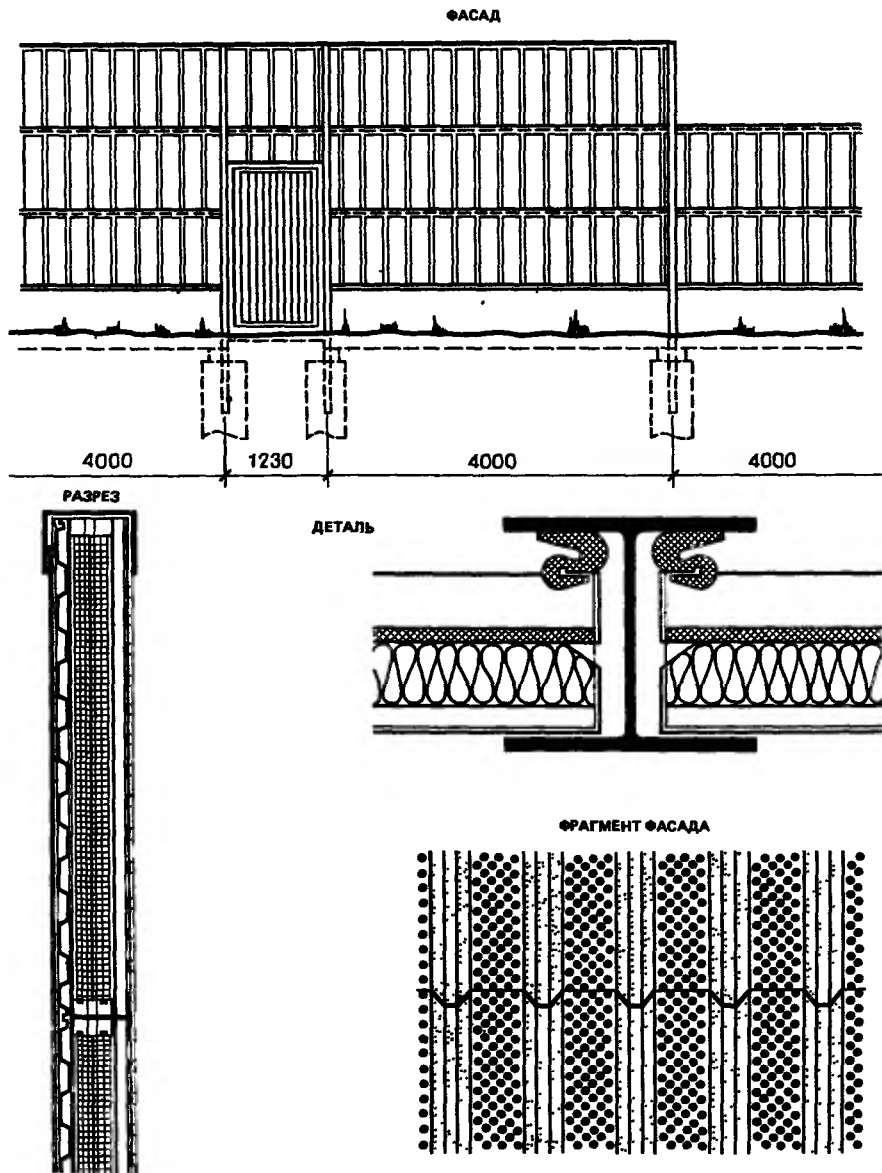


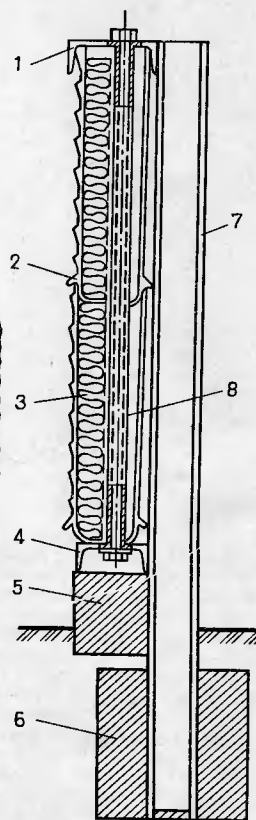
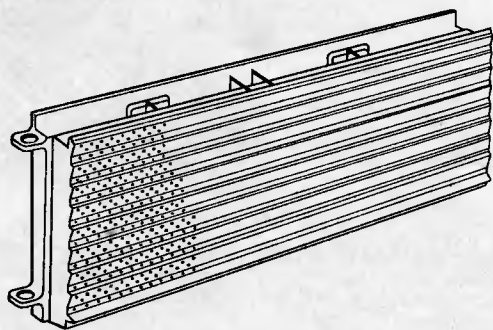
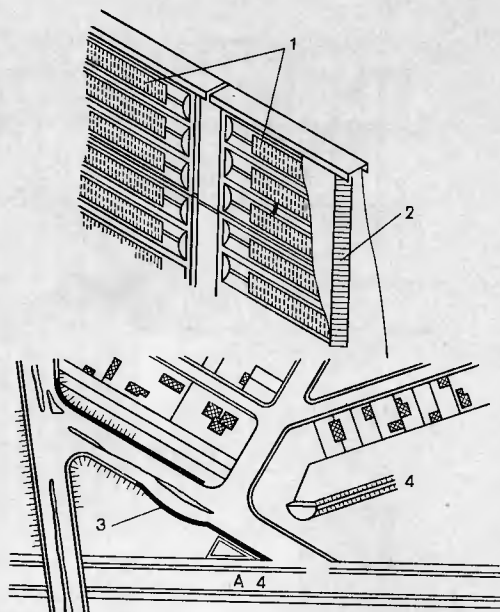
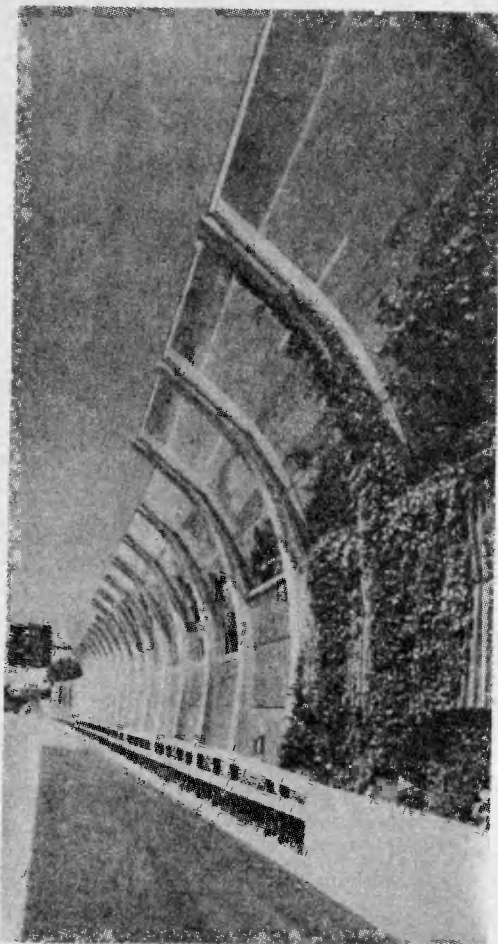
Рис. 58. Экраны из металла, пластика и других материалов

a—экран из металлических панелей с заполнением звукопоглощающим материалом, *б*—экран с элементами стенового заполнения из профилированных бетонных листов и листов светопрозрачного полиметилметакрилата (Швейцария), *в*—экран со звукопоглощающим заполнением, *1*—верхняя направляющая, *2*—перфорированный ребристый лист полиэтилена, *3*—минеральная вата, *4*—нижняя направляющая, *5*—бетонный цоколь, *6*—бетонный фундамент, *7*—H-образный профиль, *8*—стальная трубчатая промежуточная стойка, *э*—экран на автодороге А4 (Франция) Конструктивная схема и схема расположения *1*—металлические волны, *2*—поглощающий материал (типа стекловолокна), *3*—экран *4*—вал, окружающий квартал, *д*—экран из пусто-

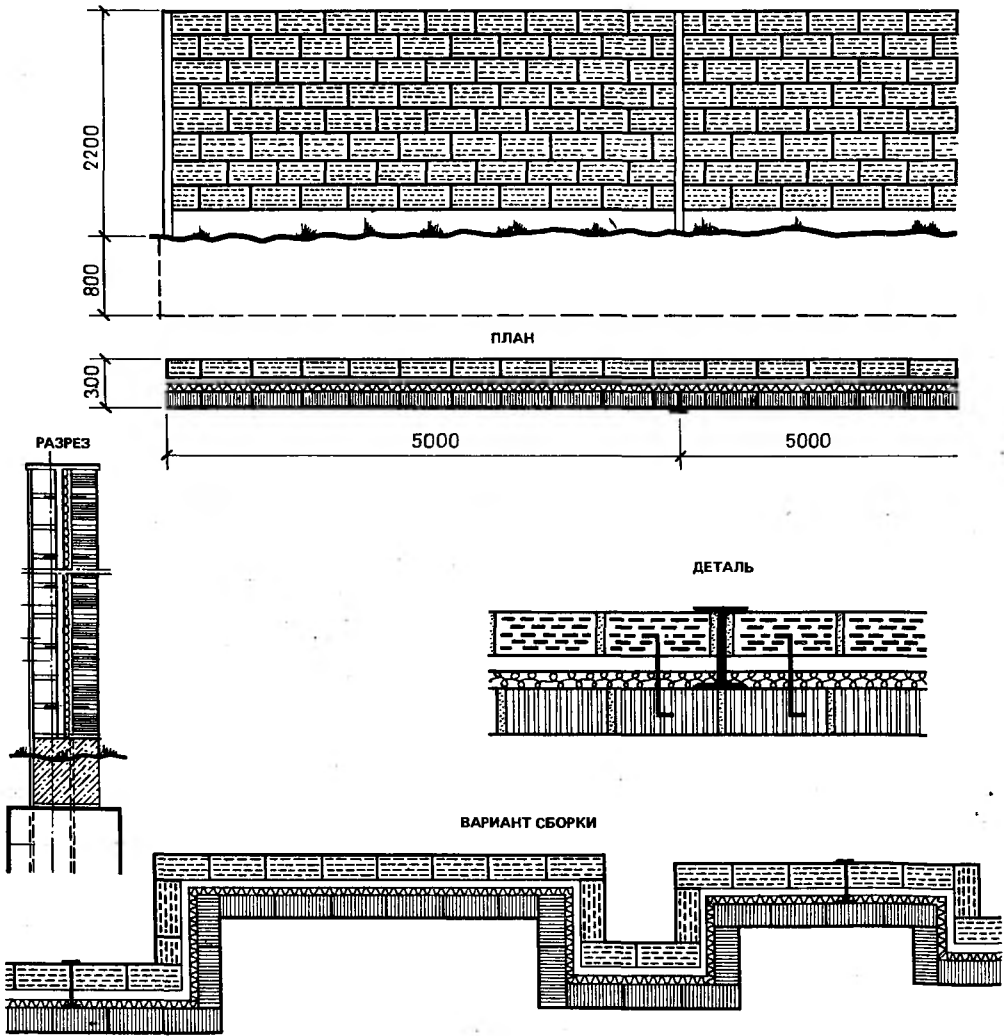
телого кирпича с заполнением минеральной ватой, *е*—экран из керамических панелей с заполнением минеральной ватой, *1*—железобетон, *2*—минеральная вата, *3*—пустотелые кирпичи (С 83—86)

Криволинейное в плане очертание экранов иногда образуется из дуг большого радиуса, сопоставимого с большими размерами элементов дороги и экрана

Пропорции чередующихся панелей и основных размеров экрана в поперечном сечении там, где это возможно, должны следовать правилу «золотого сечения»



Диссоиансом в окружающем ландшафте выглядит резкий обрыв линий шумозащитных экранов. Экраны должны по возможности начинаться и заканчиваться естественным переходом от поверхности земли к проектной высоте. Необходимо избегать обрывистых окончаний стен, используя в качестве переходных элементов грунтовые валы или привязывая окончания

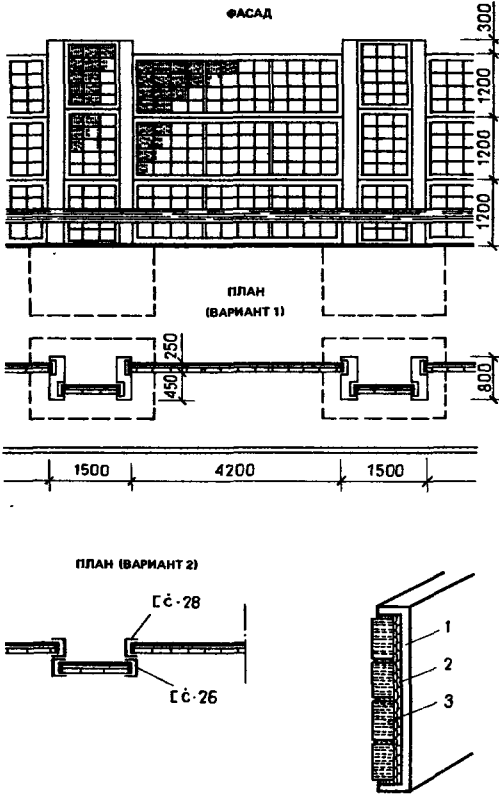


ние экранов к естественным склонам. Неэстетичный, незаконченный вид обрывистых экранов можно улучшить путем постепенного уменьшения его высоты либо ступенчатым отгоном. Желательно окончания экранов маскировать под существующие сооружения, такие как опоры мостов, подпорные стены и т. п., чтобы продолжить характерную линию экрана.

Окраска экранов может не только применяться для уменьшения монотонности и придания им лучшего внешнего вида, но и выполнять информационные функции для водителей и пешеходов (приближение к пересечениям, автобусным остановкам и т. д.). Используя технику оттенков, на плоских экранах

можно создать иллюзию объема, наличия определенной текстуры. При этом затраты на улучшение внешнего вида будут минимальными.

Для окраски экранов следует применять цвета, которые подсознательно вызывают у людей чувства уверенности и спокойствия. В первую очередь это относится к цветам, преобладающим в природе: зеленому, желтому и коричневому. Красный и голубой цвета, наоборот, враждебны и должны использоваться в исключительных случаях. Живым и ярким краскам следует предпочитать сдержанные тона, посредством которых можно получить приятные контрастные эффекты, помогающие преодо-



ния можно использовать излишки грунта, возникающие при вертикальной планировке территории застройки и строительстве фундаментов зданий. Стоимость сооружения валов в 2—3 раза ниже затрат на строительство экранов-стенки. Декоративное озеленение их откосов придает магистралям живописный вид.

Строительство земляных валов возможно только в тех случаях, когда стоимость отвода земли под основание вала незначительна (глубокие вводы в город), так как валы занимают большую площадь по сравнению с другими экранами. Внутренний откос грунтовых валов необходимо выполнять с максимальной крутизной 1:1,5; внешний — либо с максимальной крутизной для уменьшения объема земляных работ, либо сообразуясь с нуждами близко расположенной жилой застройки (устройство тротуаров, велодорожек и т. д.). Как правило, ширина земляных валов по верху не превышает 1 м. Для достижения требуемого снижения шума земляные валы сочетают с экранами-стенками (рис. 59, 63). Валы прерывают монотонность длинного плоского экрана и помогают увязать его конструкцию с естественной поверхностью.

В теле земляных валов можно располагать гаражи, коллекторы и другие сооружения. Однако из-за необходимости устройства пологих откосов с уклонами 1:2 или 1:1,5 для размещения валов требуются большие площади. Поэтому применение таких экранов целесообразно в основном в пригородных зонах, где примыкающие территории не лимитированы. Конструкции валов с облицовкой откосов бетонными или каменными элементами позволяют значительно увеличить крутизну откосов и соответственно уменьшить ширину валов (рис. 60, 64).

Размещение магистральных улиц и дорог в выемках позволяет использовать их откосы в качестве шумозащитных экранов. Однако более эффективны комбинированные экраны, состоящие из выемки и земляного вала со стенкой поверху. Рекомендуется разрабатывать конструкции экранов-стенки с открытыми полостями для размещения земли и посадки вьющихся растений. С эстетической точки зрения такие экраны более приемлемы, чем традиционные экраны-стенки.

Своеобразными экранами могут служить сплошные ограждения балконов на фасадах зданий (рис. 65). Однако такие экраны требуют тщательного проектирования с учетом траектории прямых и отраженных звуковых

волн. Контрастность должна быть обеспечена как в яркую солнечную погоду, так и в пасмурную. Нежелательно окрашивать бетонные экраны; слегка окрасить их поверхность можно только при изготовлении, добавляя красители в цементный раствор, что дает наиболее удачный эффект.

Посадки зеленых насаждений, используемые для связи с окружающим ландшафтом, представляют собой одну из наиболее эффективных и экономичных мер для уменьшения монотонности вида экранов. Деревья и кустарники могут объединить все запроектированные элементы в единую систему, учитывающую форму, цвет и текстуру поверхности барьера. Их концентрация в конце экрана может создать естественную переходную зону, устранить монотонность частой сменой размеров, формы и цвета растительности в посадке, сбалансировать пропорции высоких барьеров, обеспечив естественную смену цвета в различные сезоны года, блокировать отражение света от ярких цветных поверхностей.

Земляные валы обладают рядом преимуществ перед экранами-стенками. Для их созда-

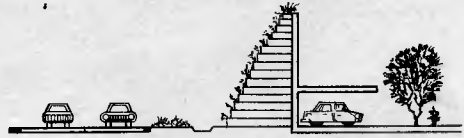
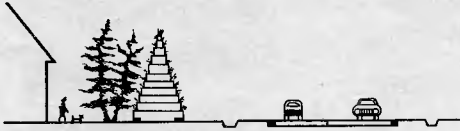
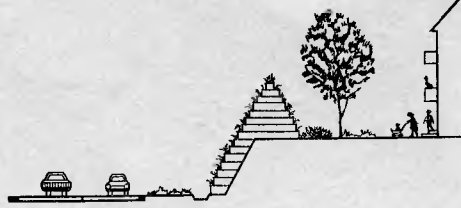
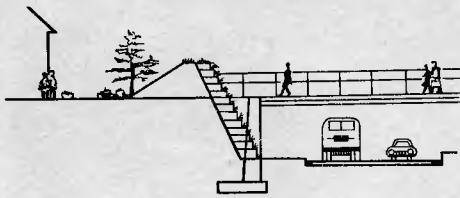


Рис. 59. Варианты придорожных экраняющих сооружений из готовых сборно-разборных элементов, заполненных землей

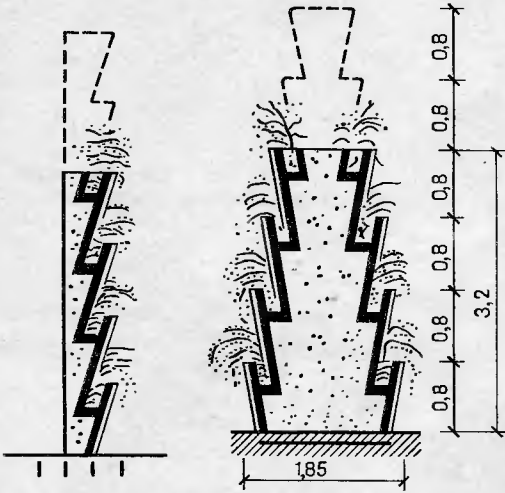
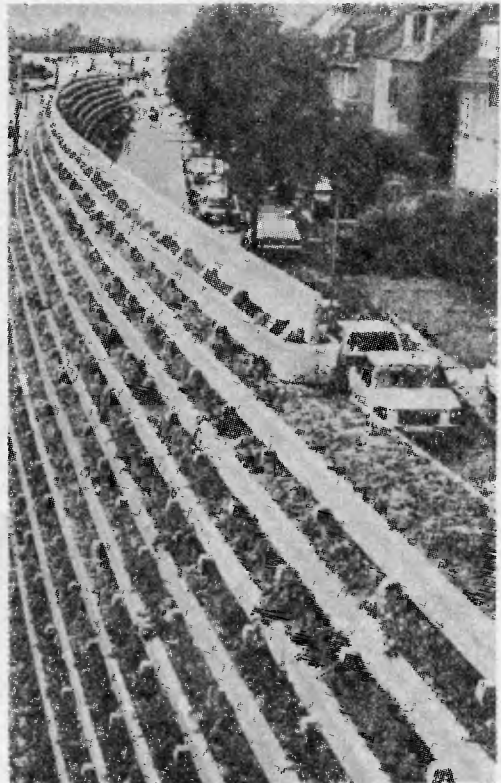


Рис. 60. Разрезы комбинированных шумозащитных экранов

Рис. 61. Общий вид сборного шумозащитного экрана из бетонных блоков с последующим озеленением (ФРГ)



лучей, так как в противном случае они могут стать причиной повышения уровня звука в помещениях зданий. В любом случае поверхности балконов со сплошными ограждениями рекомендуется облицовывать звукопоглощающими материалами.

В развитых зарубежных странах шумо-

защитные экраны уже давно стали составной частью комплексной застройки примагистральных территорий (рис. 66—72). Самое большое распространение получили экраны из сборного и монолитного железобетона. Например, в США они составляют 50 % общего числа экранов. Предпочтение отдается сборным конструкциям,

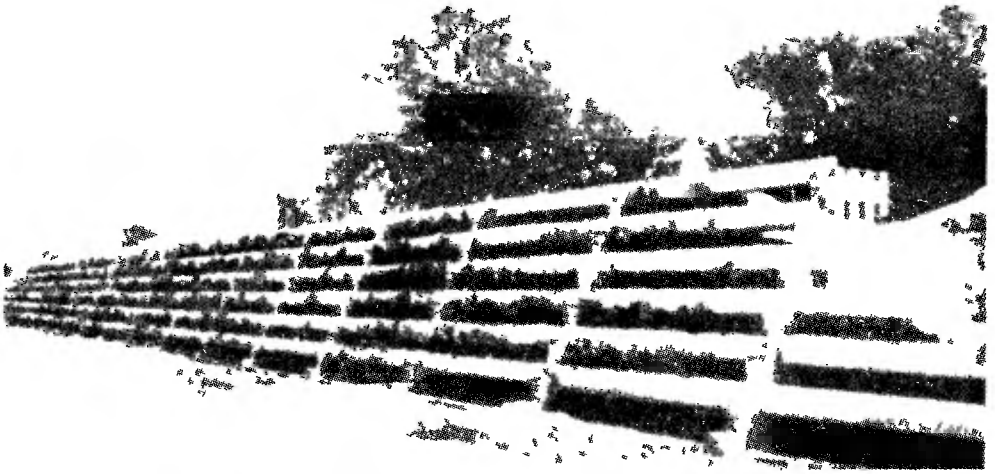


Рис 62 Общий вид сборного шумо защитного экрана из бетонных блоков с двусторонней обсадкой растениями (ФРГ)

Рис 63 Бетонная стена, возвышающаяся над валом вдоль автомагистрали А86 (Франция)

а—конструктивная схема б—схема расположения 1—сборный элемент из железобетона 3,5×2 м 2—засаженная земляная насыпь

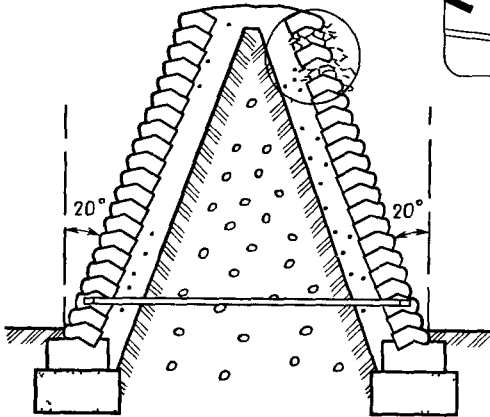
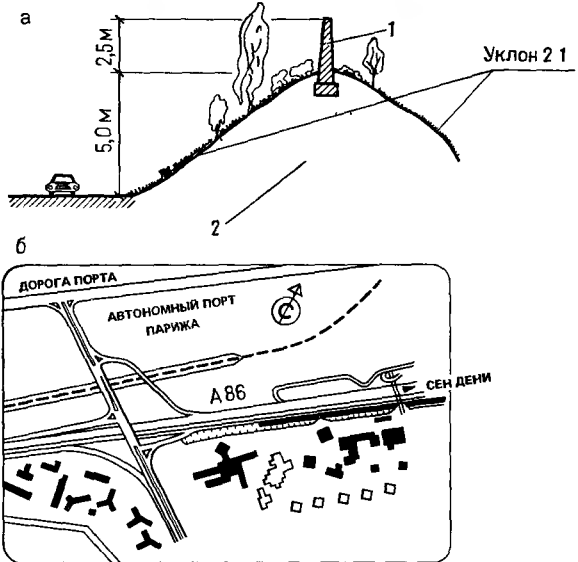


Рис 64 Поперечный разрез шумозащитного экрана из бетонных блоков с земляным ядром

основными преимуществами которых являются полная заводская готовность элементов меньшая трудоемкость и большая скорость монтажа. Эти факторы способствуют снижению общестроительной стоимости экранов на 40% по сравнению со стоимостью монолитных экранов. Для лучшей архитектурной выразительности железобетонным панелям экранов часто придается текстурированная поверхность которая может дополнительно окрашиваться в различные цвета.

Существующие шумозащитные экраны вдоль автомобильных и железнодорожных магистралей имеют длину от нескольких десят

| Категория улиц и дорог | Число полос движения в обоих направлениях | Высота этажа, м | Минимально допустимое расстояние, м, между краем проезжей части и линией застройки для различных типов окон | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----------------------------------------------------|-------|------|-----|-------------------------------------------|-----|------|-----|----|
| | | | раздельное окно ОШВМ | | | | раздельное окно с одномодульным клапаном-глушителем | | | | раздельное окно с разнесенными форточками | | | | |
| | | | при этажности | | | | | | | | | | | | |
| | | | 1—2 | 5 | 9 | 12 | 1—2 | 5 | 9 | 12 | 1—2 | 5 | 9 | 12 | |
| Магистральные дороги скоростного движения: с разделительной полосой | 4 | 6 | 6—30 | 70 | 100 | 120 | — | — | — | — | — | — | — | | |
| | 6 | | 9—35 | 95 | 135 | 150 | — | — | — | — | — | — | — | | |
| | 8 | 7 | 15—50 | 115 | 165 | 180 | — | — | — | — | — | — | — | | |
| | 4 | | 6—20 | 40 | 55 | 70 | — | — | — | — | — | — | — | | |
| без разделительной полосы | 6 | 8 | 6—25 | 55 | 75 | 90 | — | — | — | — | — | — | — | | |
| | 8 | | 6—35 | 70 | 100 | 110 | — | — | — | — | — | — | — | | |
| | Магистральные улицы общегородского значения непрерывного движения: с разделительными полосами | | 8 | 6 | 4—9 | 25 | 55 | 65 | 4—15 | 55 | 90 | 110 | — | — | — |
| | | | 4 | 5 | 4—9 | 35 | 60 | 70 | 9—20 | 55 | 80 | 100 | — | — | — |
| 6 | | 9—30 | | | 55 | 80 | 105 | 30—90 | 85 | 120 | 145 | — | — | — | |
| 8 | | 9—30 | | | 70 | 100 | 125 | 50—90 | 105 | 150 | 180 | — | — | — | |
| Магистральные улицы общегородского значения регулируемого движения | 10 | 5 | 6 | 30 | 50 | 60 | 6—15 | 60 | 95 | 110 | 12—45 | 95 | 125 | 150 | |
| | 8 | 5 | 6 | 10 | 25 | 35 | 6 | 30 | 55 | 75 | 6—25 | 55 | 80 | 100 | |
| Магистральные дороги регулируемого движения: с местными проездами | 2 | 6 | 6 | 15 | 20 | 25 | 6 | 25 | 40 | 45 | 6—9 | 30 | 45 | 55 | |
| | 4 | | 6 | 25 | 40 | 45 | 6—12 | 35 | 60 | 70 | 6—12 | 45 | 80 | 95 | |
| | 6 | | 6 | 30 | 50 | 55 | 6—20 | 50 | 75 | 95 | 6—20 | 70 | 100 | 120 | |
| | без местных проездов | | 2 | 4,5 | 6 | 20 | 25 | 30 | 6—15 | 30 | 45 | 55 | 6—20 | 45 | 60 |
| 4 | | 6 | 30 | | 40 | 45 | 6—15 | 50 | 70 | 90 | 9—30 | 70 | 90 | 115 | |
| Магистральная улица районного значения | 6 | 3 | 6 | 35 | 50 | 55 | 6—20 | 65 | 85 | 100 | 12—40 | 90 | 120 | 145 | |
| | 4 | | 6 | 24 | 27 | 30 | 6—12 | 40 | 50 | 55 | 15—24 | 50 | 75 | 85 | |
| Улицы или дороги местного значения | 2 | 3 | 4 | 15 | 18 | 20 | 4—9 | 25 | 30 | 35 | 6—15 | 30 | 45 | 55 | |

ков метров до 9 км и высоту, как правило, от 2 до 6 м. В условиях малоэтажной жилой застройки, характерной для западных стран, такая высота часто достаточна для создания акустического комфорта как на территории, так и в жилых помещениях. Применение придорожных экранов для защиты от шума многоэтажных зданий малоэффективно. Однако в составе комплекса архитектур-

но-планировочных и строительно-акустических способов и средств снижения шума, включающего территориальные разрывы, шумозащитные окна и придорожные экраны, последние могут сыграть важную роль в достижении допустимых уровней звука в застройке. Это видно из табл. 49, в которой указаны минимально допустимое приближение к транспортным потокам жилых зданий различной

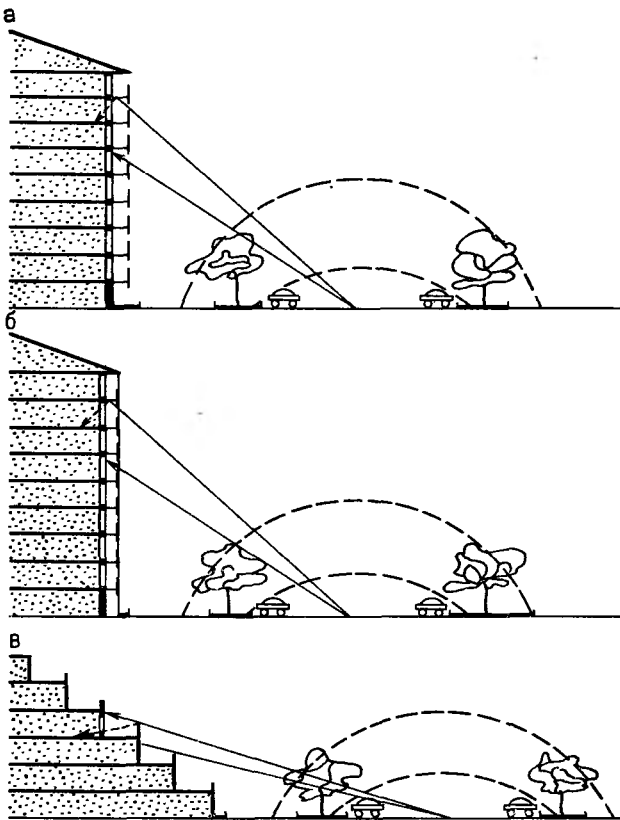
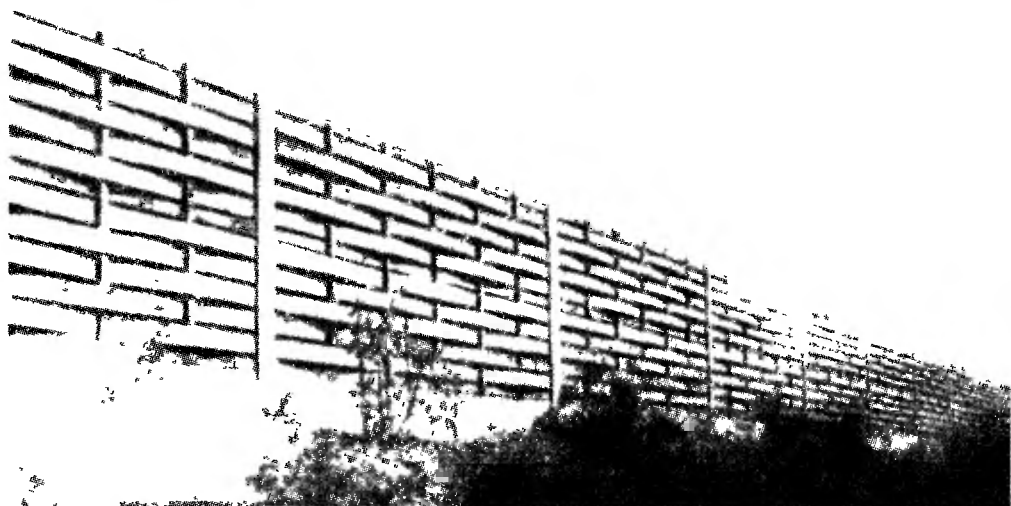


Рис. 65. Снижение проникающего в квартиры транспортного шума балконами (а), неостекленными лоджиями (б), террасами (в)

Рис. 66. Общий вид шумозащитного экрана с использованием многослойных панелей с наружными обшивками из деревянных переплетенных полос (Италия)



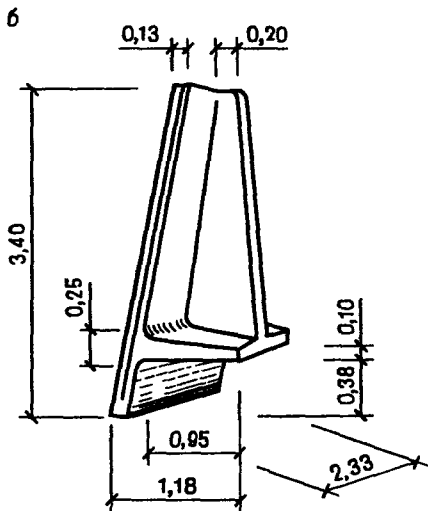
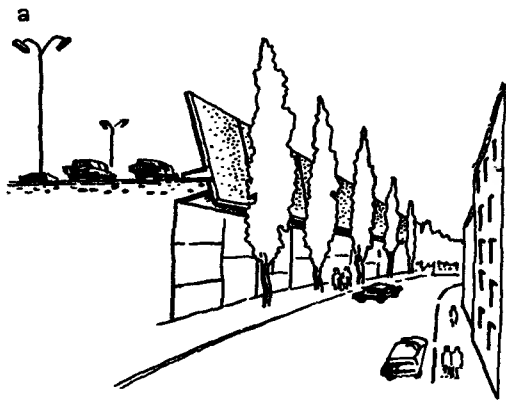


Рис. 67. Бетонный экран с насаждениями вдоль автодороги А4 в Реймсе
а—общий вид; *б*—стандартная железобетонная панель заводского изготовления

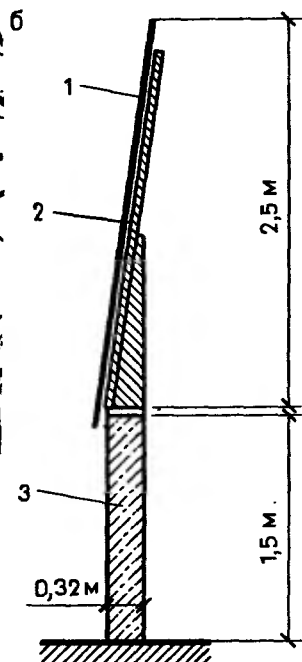
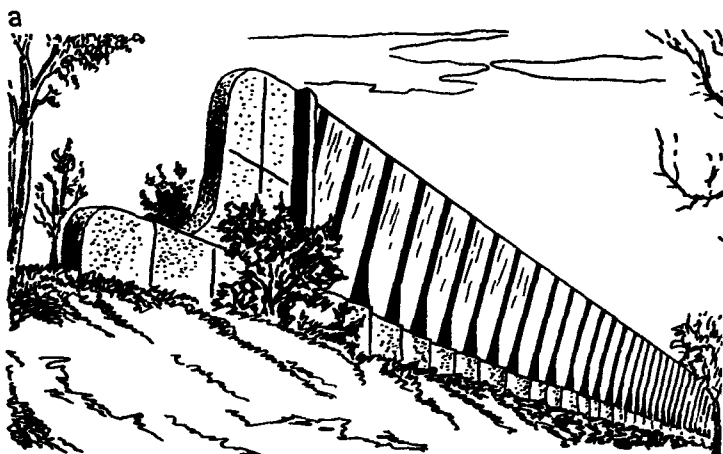


Рис. 68. Стеклый экран с насаждениями по кромке автодороги А13 (Франция)
а—общий вид; *б*—конструктивная схема; 1—утолщенное стекло; 2—металлический каркас; 3—бетонная стенка

этажности с шумозащитными окнами.

Наиболее сложная задача — защита от шума многоэтажной застройки вдоль скоростных дорог. Интересным примером решения этой задачи может служить жилой район в предместье Парижа, расположенный вдоль 12-полосной автомобильной дороги с интенсивностью движения до 200 тыс. авт/сут. Наиболее экономичным из предложенных вариантов шумозащитных 15-этажных жилых зданий оказался

проект, предусматривающий строительство шумозащитного сооружения высотой 8,5 и длиной 862 м (см. рис. 72).

Выразительное архитектурное решение сооружения достигнуто применением стоек оригинальной конструкции, приданием текстуры, периодического профиля, озеленением. Несмотря на большую высоту экрана, в помещениях, расположенных на верхних этажах зданий, пришлось применить шумозащитные окна.

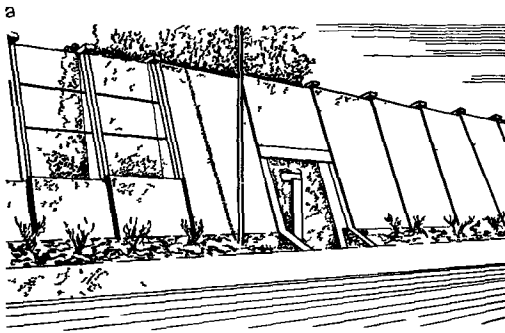


Рис 69 Акустический экран вдоль шоссе № 118 в Бьевре (Франция)
a—общий вид *б*—конструктивная схема

Рис 71 Общий вид шумозащитного экрана с применением сборных железобетонных панелей с текстурированной поверхностью (ФРГ)
 (С 93 верхний рис)

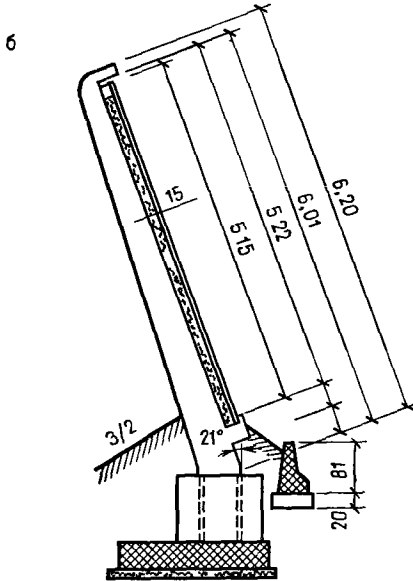
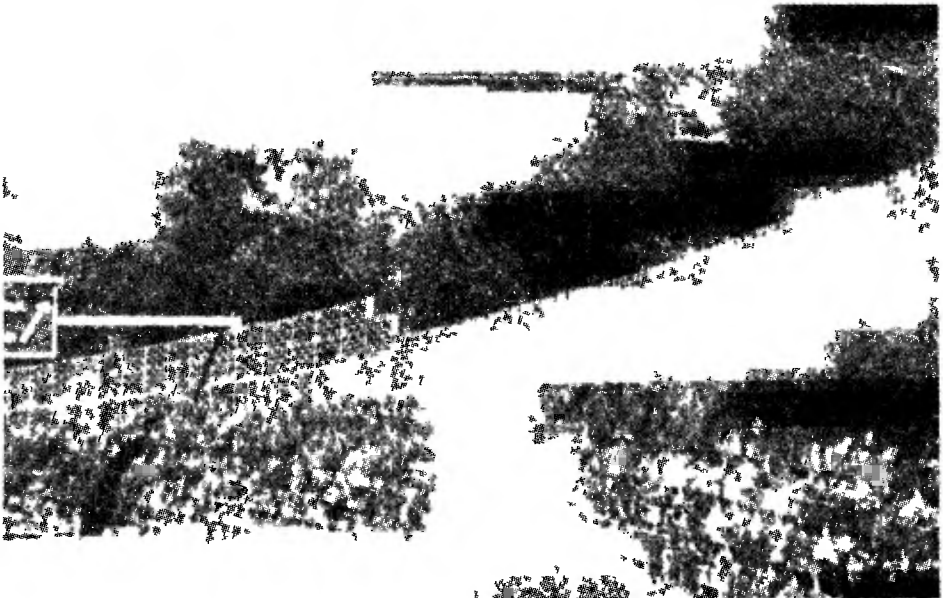


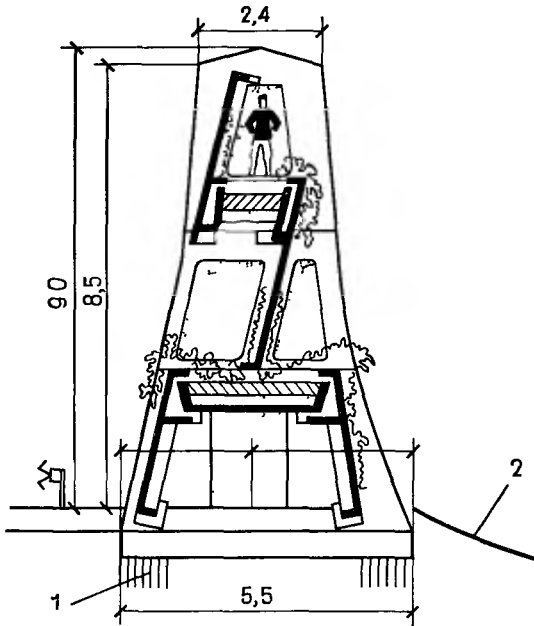
Рис 72 Пейзажный экран, окаймляющий автодорогу А6 (Франция)
a—конструктивная схема *б*—схема расположения
 1—деревянные сваи 2—откос 3—экран 4—земля
 ной вал
 (С 93 нижний рис)

Рис 70 Конструкции шумозащитного экрана со сборными железобетонными ячеистыми элементами и обсадкой растениями (Италия)

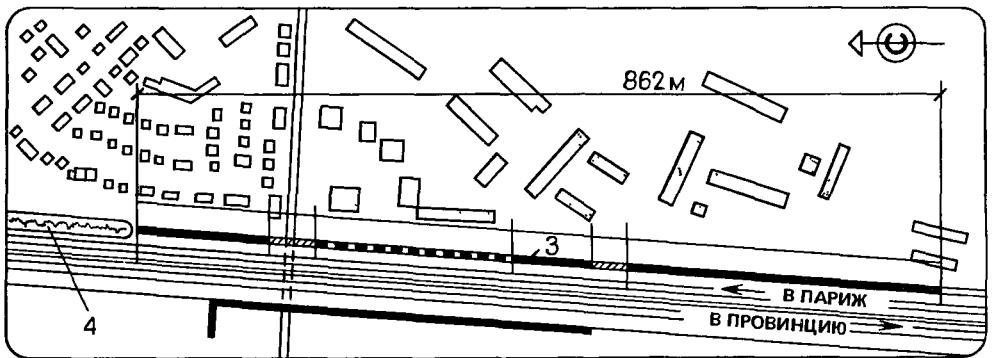




a



б



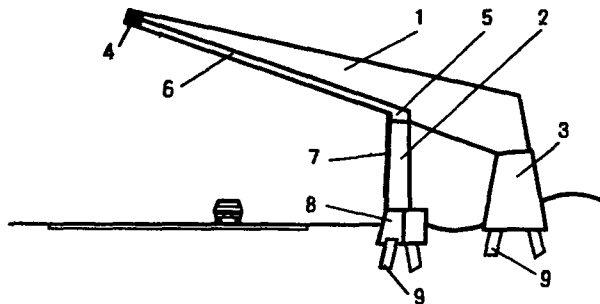


Рис. 73. Поперечный разрез шумозащитного ограждения

1—консольная балка; 2—колонна; 3—устой; 4—верхняя обвязочная балка; 5—нижняя обвязочная балка; 6—плиты перекрытия; 7—стенные панели; 8—бортовая стенка; 9—сваи

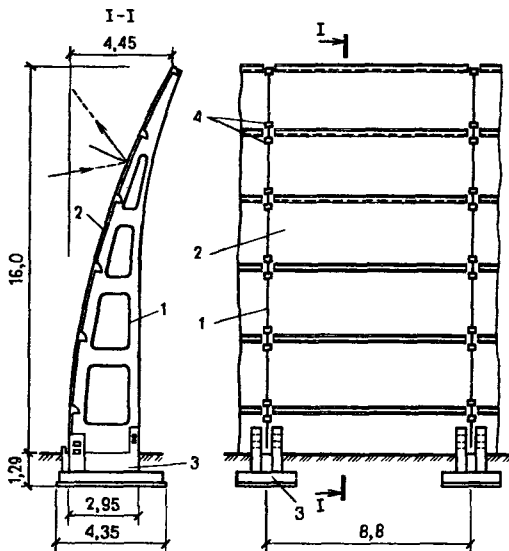


Рис. 74. Конструкция шумозащитного экрана из железобетонных элементов заводского изготовления

1—решетчатая стойка; 2—панель; 3—фундамент; 4—болт

Защита от шума многоэтажной застройки может быть обеспечена также экранами с широкими козырьками. На рис. 73 показан поперечный разрез шумозащитного сооружения длиной 1600 м, возведенного вдоль автомобильной дороги в г. Цейст (Нидерланды). Сборно-монолитная конструкция сооружения содержит 165 поперечных консольных балок

на двух опорах. Длина балки 20 м, шаг — 9,7 м. Балки оперты в основании на массивные железобетонные устои, а в пролете — на колонны. Вылет консоли — около 14 м, верх козырька возвышается над поверхностью земли на 11 м.

Экраны успешно применяются также для защиты застройки от шума, возникающего при наземных гонках двигателей самолетов в аэропортах. Интересное конструктивное решение экрана разработано во Франкфурте-на-Майне (ФРГ). Основными несущими конструкциями экрана являются железобетонные решетчатые стойки заводского изготовления высотой 16 м, имеющие параболическое очертание и размещенные с шагом 8,8 м (рис. 74). На стойки опираются железобетонные панели, расположенные длинной стороной по горизонтали. Каждая вышележащая панель установлена в паз, предусмотренный в контурном ребре нижележащей панели. Горизонтальные стыки между панелями уплотнены с помощью упругих прокладок.

В отечественном градостроительстве применяются лишь первые шаги по внедрению экранов в практику защиты от шума. Разработаны альбомы технических и конструктивных решений придорожных шумозащитных экранов. В территориальных комплексных схемах охраны природы в составе генеральных планов ряда городов намечены участки вдоль магистральных улиц, дорог и железнодорожных линий, на которых целесообразно размещение шумозащитных экранов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **ГОСТ 23337—78***. Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий (СТ СЭВ 2600—80).—М.: Изд-во стандартов, 1978.
2. **ГОСТ 12.1.003—83***. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.—М.: Изд-во стандартов, 1983.
3. **ГОСТ 20444—85**. Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики.—М.: Изд-во стандартов, 1985.
4. **Международный стандарт МС 1966**. Акустика. Измерение и оценка шума окружающей среды. Ч. I. Основные величины и методики.—М.: Изд-во стандартов, 1987. Ч. II. Получение данных, относящихся к использованию территории.—М.: Изд-во стандартов, 1988. Ч. III. Использование для установления допустимых уровней и выявления жалоб.—М.: Изд-во стандартов, 1989.
5. **Рекомендации по измерению и оценке внешнего шума промышленных предприятий/НИИСФ**.—М.: Стройиздат, 1989.
6. **Санитарные нормы допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки/Минздрав СССР**.—М., 1984.
7. **Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах/Минздрав СССР**.—М., 1985.
8. **Снижение шума в зданиях и жилых районах/Г. Л. Осипов, Е. Я. Юдин, Г. Хюбнер и др.; Под ред. Г. Л. Осипова, Е. Я. Юдина**.—М.: Стройиздат, 1987.
9. **СНиП II-12-77. Защита от шума/Госстрой СССР**.—М.: Стройиздат, 1978.
10. **ISO 8297. Acoustics — Determination of immission — relevant sound power levels of multi-source industrial plants—Engineering, 1989.**

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Предисловие</i> | 3 | | |
| 1. Оценка и нормирование шума | 4 | 4.5. Определение уровней шума воздушного транспорта | 37 |
| 1.1. Основные понятия о природе шума и его физических свойствах | 4 | 5. Градостроительные способы и средства защиты от шума на стадиях разработки районной планировки, технико-экономического обоснования и генерального плана города | 42 |
| 1.2. Критерии оценки шума | 7 | 5.1. Учет шумового фактора при разработке планировочных решений | 42 |
| 1.3. Нормы допустимого шума на территориях и в помещениях жилых и общественных зданий | 11 | 5.2. Учет шумового фактора при проектировании улично-дорожной сети и схемы развития транспорта | 45 |
| 2. Источники шума в городе, их шумовые характеристики и методы прогнозирования | 14 | 5.3. Шумозащитное зонирование окрестностей аэропортов | 46 |
| 2.1. Автомобильный транспорт, автобусы, троллейбусы | 14 | 6. Градостроительные способы и средства защиты от шума на стадиях разработки проекта детальной планировки и проектов застройки жилых районов и микрорайонов | 47 |
| 2.2. Рельсовый транспорт | 17 | 6.1. Учет шумового фактора при зонировании территории жилых районов и микрорайонов | 47 |
| 2.3. Водный транспорт | 19 | 6.2. Шумозащитные приемы застройки примагистральных и межмагистральных территорий | 51 |
| 2.4. Воздушный транспорт | 19 | 6.3. Шумозащитные свойства элементов рельефа местности и зеленых насаждений | 56 |
| 2.5. Локальные источники шума на территории микрорайонов, кварталов и групп жилых домов | 19 | 7. Строительно-акустические способы и средства защиты от шума | 58 |
| 2.6. Помышленные и коммунальные предприятия и энергетические установки | 20 | средства защиты от шума | 58 |
| 3. Основные закономерности распространения шума на территории города | 22 | 7.1. Шумозащитные здания | 58 |
| 4. Методы определения уровней шума в застройке города | 25 | 7.2. Шумозащитные окна | 68 |
| 4.1. Определение уровней шума транспортных потоков | 25 | 7.3. Примеры расчета требуемой звукоизоляции и выбора конструкции окон | 75 |
| 4.2. Пример расчета уровней шума транспортных потоков на территории застройки | 32 | 7.4. Шумозащитные экраны | 76 |
| 4.3. Определение уровней шума локальных источников шума на территории микрорайонов, кварталов и групп жилых домов | 35 | <i>Список литературы</i> | 95 |
| 4.4. Определение уровней шума промышленных и коммунальных предприятий и энергетических установок | 36 | | |

Редактор *Т. В. Рютина*
 Технический редактор *Ю. Л. Циханкова*
 Корректор *Н. С. Сафронова*

ИБ № 5174

Справочное издание

Осипов Георгий Львович,
Коробков Вячеслав Евгеньевич,
Климухин Андрей Александрович,
Прохода Александр Сергеевич,
Карагодина Инна Львовна,
Зотов Борис Сергеевич

Сдано в набор 14.10.92. Подписано в печать 12.07.93.
 Формат 70×100¹/₁₆. Гарнитура Литературная.
 Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 7,74.
 Усл. кр.-отт. 7,99. Уч.-изд. л. 10,4. Тираж 10 000 экз.
 Изд. № АИХ-3815. Заказ 1956. С

Стройиздат, 101442, Москва, Долгоруковская, 23а

**ЗАЩИТА ОТ ШУМА
 В ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВЕ**

Московская типография № 4
 Министерства печати и информации РФ
 129041, Москва, Б. Переяславская, 46