

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

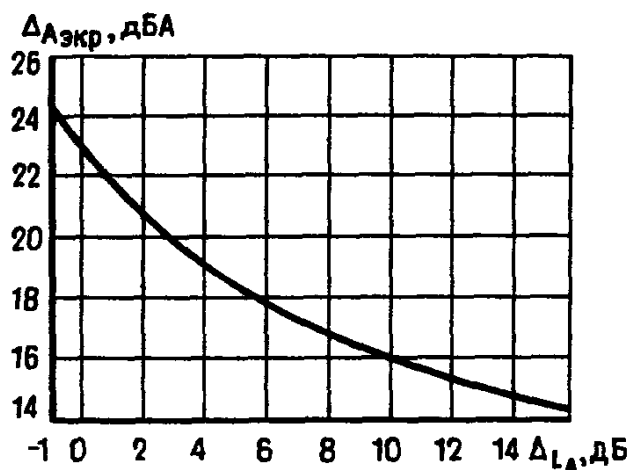


Рис. 15. График для определения поправки, учитывающей снижение уровня звука экраном

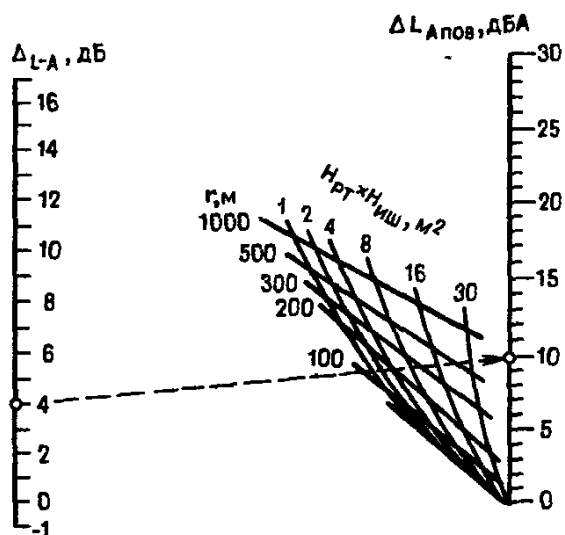


Рис. 16. Номограмма для определения снижения уровня звука поверхностью земли $\Delta L_{Aпов}$ по заданным r , $H_{рт} \times H_{нш}$, ΔL_A

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 малозумных 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 пилотирования, 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 разрабатывать 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 зашумленности 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. Эрисмана 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.

Т а б л и ц а 36

| Группа | Типы самолетов | Δ_1 , дБА | Коэффициент группы K_1 | |
|--------|---|------------------|--------------------------|---------|
| | | | 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 | -5 | 0,5 | 0,5 |
| | Реактивные Як-42 | | 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 | | 0,05 | 0,07 |

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

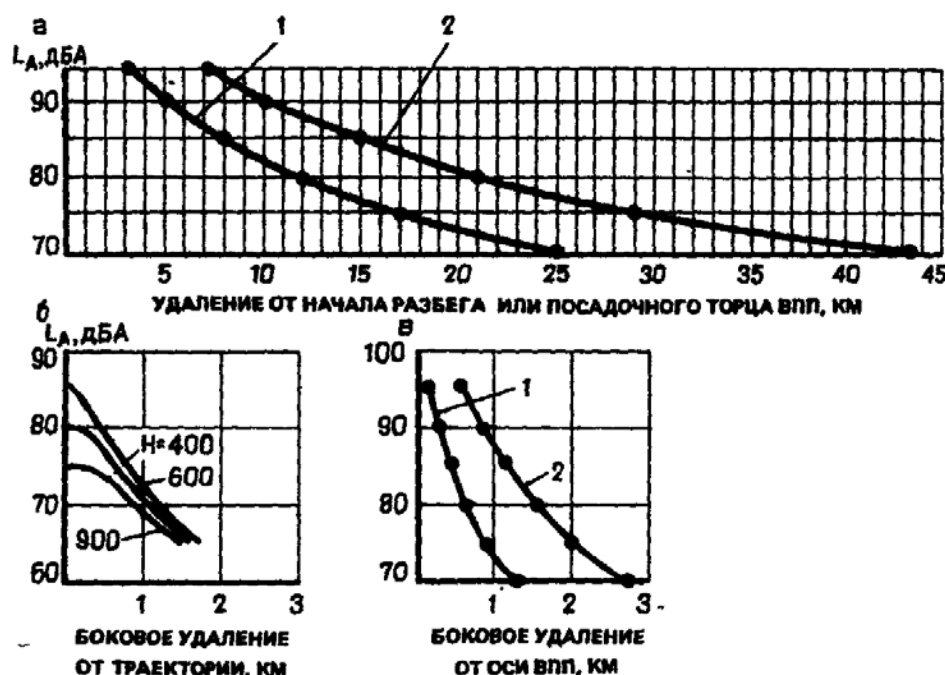


Рис. 18. Кривые для определения максимальных уровней звука на местности для самолетов группы II

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

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

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:

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

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 $\tau_i \cdot 10^{0,1 L_{Ai}}$ 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 рис. 17 и 18.