РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ИЗМЕРЕНИЮ И ОЦЕНКЕ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ КВАРТИР ОТ ПОМЕЩЕНИЙ ПЕРВОГО НЕЖИЛОГО ЭТАЖА

ЦНИИЭП жилища

gost.e-ecolog.ru

Государственный комитет по архитектуре и градостроительству
при Госстрое СССР

Центральный ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский и проектный институт типового
и экспериментального проектирования жилища
(ЦНИИЭП жилища)

РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ИЗМЕРЕНИЮ И ОЦЕНКЕ ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ КВАРТИР ОТ ПОМЕЩЕНИЙ ПЕРВОГО НЕЖИЛОГО ЭТАЖА

Утверждены
председателем Научно-
технического совета,
директором института
С.В.Николаевым
(протокол № 16 от 24 августа 1989 г.)

Москва - 1989

Настоящие Рекомендации разработаны в развитие ГОСТ 15116-79 "Шум. Методы измерения звукоизоляции внутренних ограждающих конструкций зданий" и ГОСТ 27296-87 (СТ СЭВ 4866-84) "Защита от шума в строительстве. Звукоизоляция ограждающих конструкций. Методы измерений" и направлены на обеспечение возможности измерений с требуемой точностью звукоизоляции жилых помещений квартир от помещений первого нежилого этажа, размеры которых выходит за пределы, установленные ГОСТом. В Рекомендациях изложена методика измерения изоляции воздушного шума ограждениями, отделяющими жилые помещения от помещений первого нежилого этажа объемом до 2000 м^3 с отношением максимального размера к минимальному до 15:1, и изоляции жилых помещений от ударного шума при ударном воздействии на пол помещения первого нежилого этажа.

Рекомендации разработаны канд.техн.наук В.Г.Крейтаном. При этом использованы ГОСТ 15116-79 и результаты исследований, выполненных по договору с Госкомархитектурой, под научным руководством и при участии канд.техн.наук В.Г.Крейтана инженерами Т.Н.Закурдаевой, Г.С.Лунеевой, С.Ф.Марюшкиным, А.А.Объедковым, В.И.Симбирским (ЦНИИЭП жилища), С.Н.Зизюлиным, О.Л.Исаковой, А.В.Пасюрой, И.И.Пестряковым, Ю.Д.Чурилиной (ЛенЗНИИЭП), канд.техн.наук С.Д.Власовым, инженерами М.В.Какабадзе, Г.Т.Овесовым, В.М.Сааковым (ТбилЗНИИЭП).

Лаборатория испытаний звукоизоляции конструкций ЦНИИЭП жилища оказывает научно-техническую помощь в разработке объемно-планировочных и конструктивных решений, обеспечивающих требуемую звукоизоляцию и защиту от шума в жилых домах при улучшении их технико-экономических показателей, проводит натурные и лабораторные измерения акустических характеристик помещений, конструкций и материалов.

Наш адрес: 127434, Москва, Дмитровское шоссе, 9, корп. Б. Тел. 216-23-03.

© ЦНИИЭП жилища, 1989.

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Рекомендации предназначены для оценки посредством проведения натурных измерений звукоизоляции помещений квартир жилых домов от встроенных в них помещений предприятий торговли, общественного питания, службы быта и т.д., которые расположены на первом нежилом этаже.

Они распространяются на измерения изоляции воздушного шума перекрытиями и стенами, отделяющими квартиры от указанных помещений, и изоляции помещений квартир от ударного шума, возникающего при ударном воздействии на пол помещений первого нежилого этажа.

1.2. Рекомендации могут применяться в случаях, когда помещения квартиры граничат с помещениями первого нежилого этажа, объем которых не превышает 2000 $м^3$, а отношение наибольшего размера к наименьшему не превышает 15:1. При этом возможны следующие варианты взаимного расположения рассматриваемых помещений:

квартиры находятся непосредственно над помещениями первого нежилого этажа и отделены от них одним перекрытием;

квартиры находятся над помещениями первого нежилого этажа и отделены от них техническим этажом;

квартиры находятся на первом этаже дома и непосредственно граничат с нежилыми помещениями;

квартиры находятся на первом этаже дома и отделены от нежилых помещений общедомовыми помещениями (холл, коридор, лестничная клетка и т.д.).

2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Звукоизоляцию рекомендуется измерять в доме, подготовленном к сдаче в эксплуатацию. Допускается проводить измерения в полностью готовых секциях дома при неполной готовности других секций. При этом необходимо убедиться, что неполная готов-

ность соседней секции не приведет к повышенной или пониженной передаче шума в секцию, используемую для измерений. Допускается проводить измерения также при неподготовленных к сдаче в эксплуатацию помещениях первого нежилого этажа при условии, что в них завершены все работы, за исключением установки оборудования.

2.2. При проведении измерений окна, входные двери квартир, двери жилых помещений должны быть закрыты, а окна, двери, люки и т.п. помещений первого нежилого этажа находиться в обычном для эксплуатации положении.

2.3. Измерения могут проводиться при пустых, частично или полностью оборудованных помещениях первого нежилого этажа. В случае проведения измерений при пустых или частично оборудованных помещениях необходимо убедиться, что установка недостающего оборудования не изменит звукоизоляционные свойства ограждений или условия косвенной передачи звука в жилые помещения.

2.4. Объем жилого помещения, используемого для измерений должен быть не менее 25 $м^3$.

2.5. Изоляцию воздушного шума рекомендуется измерять с использованием нескольких одинаковых конструкций. В качестве конструкции рассматривается часть ограждения между помещением первого нежилого этажа и расположенными выше или рядом помещениями в пределах выбранного для измерений помещения квартиры.

Изоляцию ударного шума рекомендуется измерять для нескольких помещений квартиры, находящихся в одинаковых конструктивных и объемно-планировочных условиях (одинаковые конструкции нижнего перекрытия, пола и вертикальных конструкций первого этажа, одинаковые ограждающие конструкции помещения квартиры, одинаковое взаимное расположение помещения квартиры и несущих конструкций первого этажа и др.).

Число испытываемых одинаковых конструкций или помещений квартир, находящихся в одинаковых конструктивных и объемно-планировочных условиях, определяется требованиями раздела 5 настоящих Рекомендаций.

Для измерения допускается выбирать одинаковые конструкции или помещения квартир, находящиеся в одинаковых конструктивных и объемно-планировочных условиях, расположенные в пределах как одного, так и нескольких помещений первого нежилого этажа, в зависимости от их размеров и числа в доме.

Если в доме отсутствует нужное для удовлетворения требований раздела 5 число одинаковых конструкций или помещений квартир, находящихся в одинаковых конструктивных и объемно-планировочных условиях, то допускается проводить повторные испытания

всех или части конструкций (помещений) для доведения общего числа испытаний до требуемого.

3. ИЗМЕРЕНИЕ ИЗОЛЯЦИИ ВОЗДУШНОГО ШУМА

3.1. Измерение изоляции воздушного шума проводят с помощью аппаратуры для создания и измерения шума. Аппаратура для создания шума включает генератор напряжения белого шума, электрические 1/3-октавные или октавные полосовые фильтры, усилитель мощности, громкоговорители; аппаратура для измерения шума – измерительный микрофон, шумомер или микрофонный усилитель с электрическими 1/3-октавными или октавными полосовыми фильтрами, самописец уровня. Аппаратура должна отвечать требованиям, предъявляемым ГОСТ 15116-79 "Шум. Методы измерения звукоизоляции внутренних ограждающих конструкций зданий", и иметь действующие свидетельства о государственной проверке.

Калибровку аппаратуры следует производить до и после измерений в соответствии с заводскими инструкциями по эксплуатации. Если результаты калибровок отличаются между собой на величину более 1 дБ, измерения следует повторить.

3.2. В качестве помещения высокого уровня (ПВУ) рекомендуется принимать помещение первого нежилого этажа, в качестве помещения низкого уровня (ПНУ) – помещение квартиры.

3.3. Измерительный микрофон рекомендуется последовательно размещать не менее чем в шести точках ПВУ и в шести точках ПНУ.

В ПНУ точки измерения должны быть равномерно распределены по площади помещения и расположены на расстоянии не менее чем 1 м от его ограждения и одна от другой.

В ПВУ точки измерения должны быть расположены в его измерительном объеме. При расположении помещения квартиры над помещением первого нежилого этажа измерительный объем ПВУ ограничен его полом, потолком и вертикальными плоскостями, являющимися продолжением внутренних поверхностей вертикальных ограждений помещения квартиры. Точки измерения должны быть равномерно распределены по площади измерительного объема ПВУ и размещены не менее чем в 1 м от его ограждений, одна от другой и от источников шума (громкоговорителей). При расположении помещения квартиры рядом с нежилым помещением на одном этаже измерительный объем ПВУ ограничен его полом, потолком, стеной, отделяющей его от помещения квартиры, вертикальной плоскостью, параллельной этой стене, проходящей на расстоянии 3 м от нее, и двумя вертикальными плоскостями, являющимися продолжением внутренних поверхностей двух вертикальных ограждений жи-

лого помещения, перпендикулярных указанной стене. Если помещение квартиры расположено на одном этаже с нежилым и отделено от него общедомовым помещением, то измерительный объем в ПВУ определяется так же, только в этом случае стена отделяет его не от помещения квартиры, а от общедомового.

В ПВУ микрофон рекомендуется располагать на расстоянии от пола, примерно равном половине его высоты, в пределах от 1,2 до 1,8 м.

3.4. Рекомендуется использовать в ПВУ две позиции источников шума (громкоговорителей). Их следует размещать в углах ПВУ, удаленных от испытываемого ограждения, исключая угол, в котором находится измерительный объем. При испытании перекрытий позиции громкоговорителей рекомендуется размещать в двух углах, расположенных по диагонали помещения, при испытании стены – в двух углах, свободных от измерительного объема. Громкоговоритель устанавливают на расстоянии 0,8–1,2 м от угла помещения и направляют в него.

При необходимости увеличить уровень звукового давления в измерительном объеме ПВУ допускается размещать два громкоговорителя. Они устанавливаются в углах этого объема, которые удалены от испытываемого ограждения, при испытании перекрытий – в углах, расположенных по диагонали измерительного объема, и направляются во внешнюю от него сторону.

3.5. Измерения проводят во всех 1/3-октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 3200, 4000 и 5000 Гц. Допускается проводить измерения в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 150, 250, 500, 1000 и 2000 Гц. При включенных источниках шума определяют 1/3-октавные уровни звукового давления L_{1i}, дБ, в каждой из точек ПВУ, L_{2i}, дБ – в каждой из точек ПНУ, а затем вычисляют средние арифметические уровни звукового давления L_1 для всех точек ПВУ, L_2 – для всех точек ПНУ.

3.6. Уровни звукового давления помех при измерениях должны быть не менее чем на 4 дБ ниже уровня звукового давления сигнала, включая уровень звукового давления помех; при разности уровня звукового давления сигнала, включающего уровень звукового давления помех, и уровня звукового давления помех от 4 до 5 дБ, измеренные уровни звукового давления сигнала уменьшают на 2 дБ, а при разности от 6 до 9 дБ – на 1 дБ. Если эта разность равна 10 дБ и более, то влияние помех не учитывают.

3.7. Время реверберации T, с, в ПНУ в 1/3-октавных или октавных полосах частот, указанных в п. 3.5, измеряют, размещая громкоговорители в двух углах ПНУ на расстоянии 0,8–1,2 м от

угла и направив их в эти углы. Измерительный микрофон располагают последовательно в ПНУ в трех точках, удаленных от ограждений помещения, друг от друга и от источников шума не менее чем на 1 м. Спад уровня звукового давления определяют при выключении источников шума.

За время реверберации принимают время спада уровня звукового давления на 60 дБ. Скорость пера самописца при записи спада уровня звукового давления должна быть не менее 300 дБ/с. Спад уровня должен иметь линейный характер в пределах не менее 30 дБ.

В каждой точке проводят две записи спада уровня звукового давления и вычисляют среднее арифметическое значение величины T, с, по всем записям спада уровня звукового давления.

Эквивалентную площадь звукопоглощения A, м^2, в ПНУ определяют по формуле

$$A = \frac{0{,}16\ V}{T}, \qquad (1)$$

где V – объем ПНУ, м^3.

3.8. Изоляцию воздушного шума R, дБ, в каждой 1/3-октавной полосе частот определяют по формуле

$$R = L_1 - L_2 + 10\,lg\,\frac{S}{A}, \qquad (2)$$

где L_1 и L_2 – 1/3-октавные или октавные уровни звукового давления соответственно в ПВУ и ПНУ, дБ; S – площадь испытываемой конструкции, в ПНУ, м^2; A – эквивалентная площадь звукопоглощения в ПНУ, м^2.

4. ИЗМЕРЕНИЕ ИЗОЛЯЦИИ УДАРНОГО ШУМА

4.1. Измерение изоляции ударного шума проводят при ударном воздействии на пол помещения первого нежилого этажа и измеряют приведенный уровень ударного шума в помещении квартиры, расположенном над ним, в том числе, отделенном от него техническим этажом или расположенном рядом с ним на одном этаже, в том числе отделенном от него общедомовым помещением (холлом, коридором, лестничной клеткой и т.д.).

4.2. При измерениях приведенного уровня ударного шума в качестве источника шума применяют ударную машину, удовлетворяющую условиям ГОСТ 15116-79. Для измерения приведенного уровня ударного шума используют ту же аппаратуру, что и при измерениях уровня звукового давления воздушного шума (п. 3.1).

4.3. Ударную машину рекомендуется размещать на измерительной площадке пола помещения первого нежилого этажа (ПВУ). Положение измерительной площадки необходимо выбирать с учетом конструктивных и объемно-планировочных особенностей здания.

Если жилая комната, используемая для измерений, расположена над помещением первого нежилого этажа и ее вертикальная проекция на пол этого помещения примыкает к несущим вертикальным конструкциям (стенам, колоннам), то в качестве измерительной площадки рекомендуется принимать указанную проекцию; если эта проекция удалена от вертикальных несущих конструкций, то в качестве измерительной площадки принимается часть пола нежилого помещения прямоугольной формы площадью 16-18 $м^2$, примыкающая к вертикальным конструкциям, которые наиболее близко расположены к указанной проекции.

Если помещение квартиры, используемое для измерений, находится рядом с помещением первого нежилого этажа или отделено от него общедомовым помещением, то в качестве измерительной площадки рекомендуется принимать часть пола нежилого помещения прямоугольной формы площадью 16-18 $м^2$, которая примыкает к стене, отделяющей его от помещения квартиры и ограничена с двух сторон прямыми, перпендикулярными этой стене и проходящими по краям помещения квартиры. Так же определяется положение измерительной площадки в случае, когда помещения квартиры и первого нежилого этажа разделены общедомовым помещением.

Ударную машину устанавливают на измерительной площадке последовательно не менее чем в трех точках. Точки должны отстоять друг от друга и от вертикальных конструкций не менее чем на 1м.

4.4. Приведенный уровень ударного шума измеряют в 1/3-октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500 и 3200 Гц. Допускается проводить измерения в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 125, 250, 500, 1000 и 2000 Гц.

При каждом положении работающей ударной машины измеряют уровень звукового давления в помещении квартиры не менее чем в трех точках, отстоящих от стен, потолка и пола и одна от другой не менее чем на 1 м, и определяют среднее арифметическое значение всех измерений уровня звукового давления L_y, дБ.

4.5. Приведенный уровень ударного шума в ПНУ (помещении квартиры) в каждой октавной полосе частот $L_п$, дБ, определяют по формулам:

а) при измерениях в октавных полосах частот

$$L_п = L_{уо} - 10 lg \frac{10}{A}; \qquad (4)$$

б) при измерениях в 1/3-октавных полосах частот

$$L_п = L_{уто} - 10 lg \frac{10}{A} + 5, \qquad (5)$$

где A – эквивалентная площадь звукопоглощения, $м^2$, в ПНУ, определяемая в соответствии с п. 3.7; $L_{уо}$, $L_{уто}$ – средние арифметические значения уровней звукового давления, дБ, измеренные соответственно в октавных и 1/3-октавных полосах частот.

5. ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ

5.1. Измерение изоляции воздушного шума одинаковыми конструкциями и приведенного уровня ударного шума в помещениях с одинаковыми конструктивными и объемно-планировочными условиями проводят с использованием стольких конструкций или помещений, чтобы при доверительной вероятности 0,75 доверительный интервал результатов измерений $\pm \Delta X$ не превышал ± 2 дБ.

Число испытаний одинаковых конструкций или помещений с одинаковыми конструктивными и объемно-планировочными условиями должно быть не менее 5. Рекомендуется проводить по 10 испытаний.

5.2. Значение ΔX рассчитывают по формуле

$$\Delta X = t_{\alpha}(n)\, \Delta S_{\bar{x}}, \qquad (6)$$

где $\Delta S_{\bar{x}}$ – среднеквадратичная погрешность результата по серии испытаний; $t_{\alpha}(n)$ – коэффициент Стьюдента при доверительной вероятности α и количестве измерений n.

Значение $\Delta S_{\bar{x}}$ рассчитывают по формуле

$$\Delta S_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}}, \qquad (7)$$

где x_i – значение R или L_n отдельного измерения; $\bar{x}$ – среднеарифметическое значение полученных результатов из n измерений; n – количество измерений.

Среднеарифметическое значение $\bar{x}$ определяют по формуле

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} x_i \qquad (8)$$

Коэффициент Стьюдента рекомендуется принимать при доверительной вероятности 0,75. В зависимости от количества измерений n он имеет следующие значения:

n	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	30
$t_\alpha(n)$	1,6	1,42	1,34	1,3	1,27	1,26	1,24	1,23	1,2	1,19	1,17

В случае, если $\Delta X > 2$ дБ, необходимо провести дополнительные измерения.

5.3. Рекомендуется проведение дополнительных измерений, если определенные согласно разделу 6 значения измеренных индексов звукоизоляции в серии измерений изоляции воздушного шума одинаковых конструкций или приведенного уровня ударного шума в помещениях с одинаковыми конструктивными и объемно-планировочными условиями имеют разброс относительно своего среднего значения, превышающий ±3 дБ. Рекомендуется испытать конструкции, результаты испытания которых наиболее отличаются друг от друга.

6. ОЦЕНКА ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ ПОМЕЩЕНИЙ КВАРТИР ОТ ПОМЕЩЕНИЙ ПЕРВОГО НЕЖИЛОГО ЭТАЖА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗМЕРЕНИЙ

6.1. Звукоизоляцию помещений квартир от помещений первого нежилого этажа оценивают в соответствии со СНиП II-12-77 "Защита от шума. Нормы проектирования", сравнивая средние значения измеренных индексов изоляции воздушного шума $\bar{I}^{и}_{в}$ и приведенного уровня ударного шума $\bar{I}^{и}_{у}$ с нормативными значениями $I^{н}_{в}$ и $I^{н}_{у}$, принимаемыми по табл. 1.

Рекомендуется требование к изоляции ударного шума при ударном воздействии на пол помещения ресторана, спортивного зала, кафе и т.п., предъявляемое в случае расположения их под квартирами (см. табл. 1), применять также в случае их расположения рядом с квартирами.

Таблица 1

Нормативные индексы изоляции воздушного шума $I^{н}_{в}$ и приведенного уровня ударного шума $I^{н}_{у}$

Ограждающая конструкция и ее расположение	$I^{н}_{в}$, дБ	$I^{н}_{у}$, дБ
Перекрытия между помещениями квартиры и расположенными внизу магазинами	55	67
Перекрытия между помещениями квартиры и расположенными внизу ресторанами, спортивными залами, кафе и другими подобными помещениями	60	67 (50)[1]
Стены между помещениями квартиры и магазинами	55	–
Стены между помещениями квартиры и ресторанами, спортивными залами, кафе и другими подобными помещениями	60	–

[1] Требование следует предъявлять к передаче ударного шума в помещение, защищаемое от шума (помещение квартиры) при ударном воздействии на пол не защищаемого от шума помещения (помещения первого нежилого этажа).

Звукоизоляция помещения квартиры от помещения первого нежилого этажа соответствует нормативным требованиям, если

$$\bar{I}^{и}_{в} \geqslant I^{н}_{в} \quad \text{и} \quad \bar{I}^{и}_{у} \leqslant I^{н}_{у}. \qquad (9)$$

6.2. Средние значения измеренных индексов изоляции воздушного шума $\bar{I}^{и}_{в}$ и приведенного уровня ударного шума $\bar{I}^{и}_{у}$ по результатам серии измерений одинаковых конструкций и помещений, находящихся в одинаковых конструктивных и объемно-планировочных условиях, рекомендуется определять по формулам:

$$\bar{I}^{и}_{в} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} I^{и}_{вi}, \qquad (10)$$

$$\bar{I}^{и}_{у} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} I^{и}_{уi}, \qquad (11)$$

где $I^{и}_{вi}$ и $I^{и}_{уi}$ – значения индексов, полученные в i –ом измерении; n – количество измерений.

Значения $\bar{I}^{и}_{в}$ и $\bar{I}^{и}_{у}$ подсчитывают с точностью до 0,1 дБ и округляют до целого числа по правилу: дробные значения $\bar{I}^{и}_{в}$, равные и меньше 0,5 дБ, отбрасывают, а равные и больше 0,6 дБ округляют до 1, дробные значения $\bar{I}^{и}_{у}$, равные и меньше 0,4, отбрасывают, а равные и больше 0,5 округляют до 1.

6.3. Значение индекса изоляции воздушного шума $I^{и}_{вi}$ или приведенного уровня ударного шума $I^{и}_{уi}$ по результатам i –го измерения определяют, сравнивая измеренные частотные характеристики изоляции воздушного шума $R^{и}$ или приведенного уровня ударного шума $L^{и}_{п}$, полученные при этом измерении, с нормативными значениями $R^{н}$ и $L^{н}_{п}$, приведенными в табл. 2.

Определяют отклонения δ_j измеренных частотных характеристик от нормативных в каждой (j –ой) 1/3–октавной полосе частот по формулам:

$$\delta_j = R^{и}_j - R^{н}_j , \qquad (12)$$

$$\delta_j = L^{н}_{п\,j} - L^{и}_{п\,j} , \qquad (13)$$

где $R^{и}_j$ и $L^{и}_{п\,j}$ – значения изоляции воздушного шума и приведенного уровня ударного шума в j –ой полосе частот, полученные в i –ом измерении; $R^{н}_j$ и $L^{н}_{п\,j}$ – нормативные значения в j –ой полосе частот.

Определяют средние неблагоприятные отклонения от нормативных значений $\bar{\delta}^{н}$ по формуле

$$\bar{\delta}^{н} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n} \delta^{н}_j , \qquad (14)$$

где $\delta^{н}_j$ – неблагоприятное отклонение от нормативной частотной характеристики $R^{н}$ или $L^{н}_{п}$ в j –ой 1/3–октавной полосе частот; n – число 1/3–октавных частот (при измерении изоляции воздушного шума $n = 18$, приведенного ударного шума $n = 16$).

Неблагоприятными считают отклонения, имеющие отрицательные значения ($\delta^{н}_j \leq 0$).

При определении $\bar{\delta}^{н}$ суммируют только неблагоприятные отклонения, благоприятные отклонения ($\delta_j \geqslant 0$) при этом не учитывают.

Таблица 2

Нормативные значения изоляции воздушного шума $R^{н}$ и приведенного уровня ударного шума $L_{п}^{н}$

Значение нормируемого параметра, дБ, в 1/3-октавной полосе частот со среднегеометрической частотой, Гц	Нормируемый параметр	
	$R^{н}$	$L_{п}^{н}$
100	27	70
125	32	70
160	37	70
200	42	70
250	45	70
320	48	70
400	51	69
500	53	68
630	55	67
800	56	66
1000	56	65
1250	56	62
1600	56	59
2000	56	56
2500	55	53
3200	54	50
4000	52	-
5000	50	-

Определяют также наибольшие по абсолютной величине неблагоприятные отклонения $\delta_{max}^{н}$.

В зависимости от значений $\tilde{\delta}^{н}$ и $\delta_{max}^{н}$ определяют поправки $\Delta_{в}$ и $\Delta_{у}$:

если $\tilde{\delta}^{н} = -2$ дБ, а $\delta_{max}^{н} > -8$ дБ, или $\tilde{\delta}^{н} > -2$ дБ, а $\delta_{max}^{н} = -8$ дБ, или $\tilde{\delta}^{н} = -2$ дБ и $\delta_{max}^{н} = -8$ дБ, то $\Delta_{в} = 0$ и $\Delta_{у} = 0$;

если $\tilde{\delta}^{н} < -2$ дБ или $\delta_{max}^{н} < -8$ дБ, то к значениям δ_{j} во всех 1/3-октавных полосах частот последовательно прибавляют по целому числу децибел ($n = 1, 2, \ldots, к-1, к$), подсчитывая значения $\tilde{\delta}_{n}^{н}$ и определяя $\delta_{max\,n}^{н}$ до тех пор, пока не будут выполнены условия $\tilde{\delta}_{к}^{н} \geqslant -2$ дБ и $\delta_{max\,к}^{н} \geqslant -8$ дБ, причем $\tilde{\delta}_{к-1}^{н} < -2$ дБ или $\delta_{max\,к-1}^{н} < -8$ дБ.

Значения поправок при этом равны -к ($\Delta_{в} = -к$ дБ и $\Delta_{у} = -к$ дБ).

Если $\tilde{\sigma}^{н} > -2$ дБ и $\tilde{\sigma}^{н}_{max} > -8$ дБ, то из значений $\tilde{\sigma}_j$ во всех 1/3-октавных полосах частот последовательно вычитают по целому числу децибел ($n = 1, 2, \ldots, к, к+1$) до тех пор, пока не будут выполнены условия $\tilde{\sigma}^{н}_{к} \geqslant -2$ дБ и $\tilde{\sigma}^{н}_{max\,к} \geqslant -8$ дБ, причем $\tilde{\sigma}^{н}_{к+1} < -2$ дБ или $\tilde{\sigma}^{н}_{max\,к+1} < -8$ дБ. Значения поправок при этом равны к ($\Delta_в$ = к и $\Delta_у$ = к).

Индексы изоляции воздушного шума $I_в$ и приведенного уровня ударного шума $I_у$ определяют по формулам:

$$I_в = 50 + \Delta_в \quad , \tag{15}$$

$$I_у = 70 - \Delta_у \quad . \tag{16}$$

6.4. Если при выполнении условий (9) п. 6.1 более 20% измеренных индексов звукоизоляции ($I^{и}_{в\,j}$ или $I^{и}_{у\,j}$) хуже нормативного, то рекомендуется также проверить условия:

$$I^{и}_{в\,min} \geqslant I^{н}_{в} - 2 \text{ дБ}, \tag{17}$$

$$I^{и}_{у\,max} \leqslant I^{н}_{у} + 3 \text{ дБ}, \tag{18}$$

где $I^{и}_{в\,min}$ – минимальное значение из измеренных $I^{и}_{в\,i}$; $I^{и}_{в\,max}$ – максимальное значение из измеренных $I^{и}_{у\,i}$; i – меняется от 1 до n, где n – количество измерений.

Если условия (17) и (18) не выполнены, то звукоизоляция помещения квартиры от помещения первого нежилого этажа не соответствует нормативным требованиям.

Экспериментальное обоснование и пояснения к рекомендуемой методике измерений и оценки звукоизоляции помещений квартир от помещений первого нежилого этажа

В основу Рекомендаций положена стандартная методика ГОСТ 15116-79 "Шум. Методы измерения звукоизоляции ограждающих конструкций", который согласован с действующей главой СНиП II-12-77 "Защита от шума. Нормы проектирования" и до настоящего времени не отменен. До окончания пересмотра и отмены главы СНиП II-12-77 использование ГОСТ 27296-87 (СТ СЭВ 4866-84) "Защита от шума в строительстве. Звукоизоляция ограждающих конструкций. Методы измерения" невозможно, так как принятая в нем форма выражения результатов измерения звукоизоляции не позволяет сравнивать их с нормативными требованиями, содержащимися в СНиПе. Результаты измерений по ГОСТ 27296-87 не могут быть использованы для определения индексов звукоизоляции по методике СНиП II-12-77, так как они не согласованы между собой. Например, нормативная частотная характеристика изоляции воздушного шума по СНиП II-12-77 содержит требуемые значения R в диапазоне от 100 до 5000 Гц, а измерения по ГОСТ 27296-87 дают эти значения в диапазоне от 100 до 3200 Гц, нормативная частотная характеристика приведенного уровня ударного шума содержит значения $L_п$, приведенные к полосе частот шириной в октаву, а методика ГОСТ 27296-87 дает результаты измерения $L_п$ в полосах шириной в 1/3 октавы без приведения к октаве. Таким образом, методика измерений по ГОСТ 27296-87 нуждается в дополнениях, а их результаты - в пересчете для того, чтобы их можно было использовать при оценке звукоизоляции по методике СНиП II-12-77.

Вместе с тем, между методиками ГОСТ 15116-79 и ГОСТ 27296-87 нет принципиальных противоречий, что позволит использовать настоящие Рекомендации и после отмены СНиП II-12-77 и реального введения в действие ГОСТ 27296-87, для чего понадобится внесение в них небольших изменений формального характера.

Анализ проектов показал, что помещения магазинов, кафе и т.п., размещаемые в первых нежилых этажах жилых домов, имеют площадь от 40 до 500 $м^2$, объем - от 120 до 1500 $м^3$, а отношение максимального размера к минимальному - от 2,8:1 до 11:1. Таким образом, в большинстве случаев эти помещения не соответствуют требованиям ГОСТ 15116-79 к помещениям, используемым для из-

мерений: их объем не должен превышать 500 м^3, а отношение максимального размера к минимальному – превышать 3:1. При измерениях изоляции ударного шума ГОСТ 15116-79 предусматривает установку ударной машины на испытываемом перекрытии и измерение уровня ударного шума под ним. В рассматриваемых случаях ударную машину нужно устанавливать на полу нижнего помещения и измерять уровень ударного шума в помещении, расположенном сверху или сбоку, что резко изменяет пути передачи шума. Эти обстоятельства и потребовали выявить, насколько типовая методика измерения звукоизоляции применима к рассматриваемым случаям, а также те изменения и дополнения, которые нужно в нее внести для обеспечения требуемой точности и воспроизводимости результатов измерений.

Экспериментальное обоснование рекомендуемой методики измерений выполнено в рамках научно-технической работы, выполненной ЦНИИЭП жилища совместно с ЛенЗНИИЭП и ТбилЗНИИЭП.

Оценена точность измерения уровня звукового давления в восьми помещениях, площадь которых изменялась от 36 до 720 м^2, объем – от 108 до 2088 м^3, а отношение наибольшего размера к наименьшему – от 2,2:1 до 16,5:1. Измерения выполнены при изменении положения измерительного объема в помещении, числа и положения позиций громкоговорителей и микрофонов.

Оценена точность измерения уровня ударного шума в помещениях квартир при ударном воздействии на пол помещения первого нежилого этажа при изменении измеренного индекса приведенного уровня ударного шума от 43 до 68 дБ.

Характеристикой точности служили доверительные интервалы (с доверительной вероятностью 0,95) определения средних значений уровней звукового давления воздушного шума $\pm \Delta x\,(L)_{0,95}$ или уровня ударного шума $\pm \Delta x\,(Ly)_{0,95}$ в каждой 1/3-октавной полосе частот и усредненные по частоте значения этих доверительных интервалов $\pm \overline{\Delta x}\,(L)_{0,95}$ и $\pm \overline{\Delta x}\,(Ly)_{0,95}$, а критерием для оценки достаточности достигаемой точности измерений служили те же характеристики, подсчитанные по результатам натурных измерений в обычных помещениях квартир, выполненных согласно стандартной методике: $\Delta x\,(L)^{н}_{0,95}$, $\overline{\Delta x}\,(L)^{н}_{0,95}$, $\Delta\,(L)^{н}_{0,95}$, $\overline{\Delta x}\,(L)^{н}_{0,95}$.

По методике ГОСТ 15116-79 оценена точность результатов серий измерений изоляции воздушного шума одинаковых конструкций и приведенного уровня ударного шума в помещениях, находящихся в одинаковых конструктивных и планировочных условиях.

Всего измерено около 200 и использовано 50 ранее измеренных частотных характеристик уровня звукового давления воздушного шума и уровня ударного шума, вычислено более 3200 значений

доверительного интервала в 1/3-октавных полосах частот, 230 усредненных по частоте значений доверительного интервала определения средних значений рассматриваемых параметров. Это позволило на основе вероятностно-статистического анализа сделать надежные выводы о влиянии изменяющихся в исследовании характеристик помещений и параметров методики измерений, оценить достаточность достигаемой точности их результатов.

Проведенные исследования подтвердили возможность использования в рассматриваемых случаях стандартной методики измерений при условии внесения в нее ряда изменений и дополнений. При этом точность результатов измерений звукоизоляции помещений квартир от помещений первого нежилого этажа не ниже, чем при стандартных измерениях в обычных условиях жилых зданий. Выявлена возможность повышения этой точности при выборе оптимальных параметров методики изменений, в частности, правильного выбора числа и положения позиций источников шума (громкоговорителей) в помещении высокого уровня при измерениях изоляции воздушного шума.

Об этом свидетельствует сопоставление доверительных интервалов определения средних значений уровня звукового давления воздушного шума и уровня ударного шума, характерных для натурных измерений в обычных помещениях квартир по стандартной методике, и значений, полученных в результате проведенных исследований. Так, при измерениях уровня звукового давления воздушного шума значения $\overline{\Delta^x(L)}^{н}_{0,95}$ меняются от 1,1 до 2,2 дБ и в среднем составляют 1,5 дБ, а при рекомендуемом расположении источников шума в испытанных помещениях первого нежилого этажа значения $\overline{\Delta^x(L)}_{0,95}$ меняются от 0,8 до 1,9 дБ и в среднем составляют 1,3 дБ. Доверительные интервалы меньше, что свидетельствует о большей точности измерения.

Соответственно при измерениях уровня ударного шума значения $\overline{\Delta^x(L_y)}^{н}_{0,95}$ меняются от 0,7 до 2 дБ, составляя в среднем 1,3 дБ, а при проведенных исследованиях с ударным воздействием на пол первого нежилого этажа $\overline{\Delta^x(L_y)}_{0,95}$ меняется от 0,7 до 2,9 дБ, составляя в среднем 1,4 дБ.

Анализ с использованием критерия Стьюдента показал, что разница между средними значениями $\overline{\Delta^x(L_y)}^{н}_{0,95}$ и $\overline{\Delta^x(L_y)}_{0,95}$ не значима, т.е. характеристики точности при двух видах испытаний относятся к одной генеральной совокупности.

Оценка согласно методике ГОСТ 15116-79 точности результатов серий измерений изоляции воздушного шума ограждений между помещениями квартиры и первого нежилого этажа и приведенного уровня ударного шума в помещениях квартиры при ударном воздействии на пол помещения первого нежилого этажа показала, что

требуемая точность (доверительный интервал определения среднего по серии измерений значения R или $L_п$ в каждой 1/3-октавной полосе частот не превышает ± 2 дБ) была достигнута при меньшем числе испытаний, чем требуется для этого по данным статистики для натурных измерений по стандартной методике в обычных условиях.

Возможность измерения с требуемой точностью звукоизоляции помещений квартир от помещений первого нежилого этажа создает надежную основу для разработки конструктивных и объемно-планировочных решений, обеспечивающих требуемый уровень звукоизоляции в жилых домах с такими помещениями. Ввиду отсутствия методов расчета изоляции ударного шума при ударном воздействии на пол помещения первого этажа, изоляции воздушного шума помещений квартир от помещений первого нежилого этажа при расположении между ними технического этажа, а также в ряде других случаев основным путем разработки этих решений является экспериментальный, требующий проверки его результатов с помощью измерений.

Далее даются пояснения к отдельным разделам и пунктам Рекомендаций, в которых выделяются сделанные изменения и дополнения стандартной методики и приводятся их обоснования.

П.1.2. В отличие от стандартной рекомендуемая методика распространяется на измерение звукоизоляции в случаях, когда одно из помещений имеет объем до 2000 м^3, а отношение наибольшего размера к наименьшему – до 15:1 включительно (в ГОСТ15116-79 соответственно не более 500 м^3 и 3:1). Столь значительное расширение границ применимости методики измерений обосновано результатами оценки точности усреднения уровня звукового давления в помещениях объемом 108; 116; 221; 264; 326; 439; 1728 и 2088 м^3 с отношением максимального размера к минимальному соответственно 2,2; 2,7; 4,9; 4,1; 3,9; 5,2; 14,8 и 16,5:1. Показано, что при увеличении объема помещения значение $\overline{\Delta x(L)}_{0,95}$ уменьшается, т.е. точность измерения возрастает. Рост объема помещения со 108 до 2088 м^3 привел при прочих равных условиях к уменьшению $\overline{\Delta x(L)}_{0,95}$ с 1,7 до 1 дБ. Это объясняется увеличением числа собственных частот помещения в 1-3-октавных полосах частот, т.е. увеличением его модальной плотности по мере увеличения объема при сохранении почти неизменного наименьшего размера (высоты). В результате узлы и пучности стоячих волн, соответствующих каждой собственной частоте помещения, более равномерно распределяются по его объему, уменьшая неравномерность звукового поля. Отрицательные явления, связанные с увеличением отношения наибольшего размера помещения к наименьшему,

что придает ему характер волновода, по-видимому, компенсируются общим ростом модальной плотности, способствующим увеличению равномерности звукового поля.

В п. 1.2 дана также классификация взаимного расположения помещения квартиры и помещения первого нежилого этажа, необходимая для выбора ряда параметров измерения.

В п. 2.1–2.3 уточняются условия проведения измерений, учитывая специфику подготовки к сдаче в эксплуатацию жилой части дома и помещений первого нежилого этажа, а также характер их эксплуатации.

П.2.5 уточняет понятие испытываемой конструкции при измерении изоляции воздушного шума и условия, позволяющие считать одинаковыми помещения при измерении изоляции ударного шума. Это дополнение вызвано специфическими условиями проведения измерений с использованием сильно отличающихся по размерам помещений и при ударном воздействии на пол первого этажа.

П.3.3 в отличие от стандартной методики рекомендует размещать измерительный микрофон не по всему помещению высокого уровня (ПВУ), а в выделенном в нем измерительном объеме. Это позволяет точнее определить среднее значение уровня звукового давления, воздействующего на испытываемую конструкцию. Даны рекомендации по выбору положения, конфигурации и размеров измерительного объема в ПВУ в зависимости от взаимного расположения помещения квартиры и помещения первого нежилого этажа.

Уточнено положение микрофона по высоте помещения.

П.3.4 рекомендует использование двух позиций источников шума (громкоговорителей или систем громкоговорителей) в отличие от ГОСТ 15116–79, в котором их число не установлено. Применение при всех измерениях определенного числа позиций источников шума, как и их одинаковое размещение способствует улучшению повторяемости результатов измерений. Выбор числа позиций громкоговорителей основан на анализе результатов измерений, при которых использовались один, два и четыре громкоговорителя. Показано, что использование одной позиции громкоговорителя в ряде случаев приводит к резкому снижению точности измерений в результате повышения неоднородности звукового поля в измерительном объеме ПВУ. Увеличение числа позиций громкоговорителя с двух до четырех дает небольшое увеличение точности измерения только в помещениях среднего и малого объема. Значение $\widetilde{\Delta x}(L)_{0,95}$ уменьшается при этом в среднем на 0,2 дБ. Однако это увеличение точности не может компенсировать усложнение и повышение трудоемкости измерений при использовании четырех источников шума.

Основная рекомендация п.3.4 предусматривает размещение источников шума вне измерительного объема в ПВУ как наиболее благоприятное для точности измерений. Однако допускается и размещение двух позиций громкоговорителей в углах измерительного объема по его диагонали, если необходимо повысить уровень звукового давления в нем. Такая необходимость может возникнуть на практике, учитывая большую звукоизоляцию испытываемых конструкций и возможно высокий уровень помех (шумовой фон) в ПНУ. Измерения показали, что введение громкоговорителей в измерительный объем ПВУ приводит к увеличению уровня звукового давления в нем до 4 дБ. Вместе с тем, связанные с этим потери точности измерения невелики (увеличение значения $\overline{\Delta x(L)}_{0,95}$ не превышает 0,3 дБ).

П.4.1 в отличие от ГОСТ 15116-79 предусматривает установку ударной машины на полу помещения первого нежилого этажа и измерение уровня ударного шума в помещениях квартиры, расположенных выше или рядом с ним, что вызвано характером предъявляемого СНиП II-12-77 требования.

П.4.3 рекомендует размещать позиции ударной машины не по всей площади ПВУ, как предусмотрено ГОСТ 15116-79, а на измерительной площадке. Этим обеспечиваются наиболее неблагоприятные условия испытания по сравнению со случаем, когда ударная машина воздействует на пол первого этажа в местах, значительно удаленных от конструкций, по которым звуковая энергия передается на рассматриваемое помещение квартиры. Результаты выполненных исследований показали, что даже в небольших помещениях первого нежилого этажа приближение позиций ударной машины к конструкциям, по которым структурный шум распространяется в изолируемое помещение, приводит к заметному росту уровня ударного шума в нем.

В п.4.3 даны рекомендации по выбору положения, конфигурации и размеров измерительной площадки в ПВУ при измерениях изоляции ударного шума в зависимости от взаимного расположения помещений квартиры и первого нежилого этажа, что вызвано особенностями рассматриваемых измерений.

П.5.3 в дополнение к требованиям к точности измерений ГОСТ 15116-79 рекомендует проведение дополнительных измерений при большом разбросе результатов. Эта рекомендация имеет целью устранить возможную ошибку измерения, приведшую к большому разбросу, или установить, что этот разброс свойственен испытываемым конструкциям.

Раздел 6 введен в Рекомендации с целью исключения необходимости использования другого материала (главы СНиП II-12-77) при

обработке результатов измерений. Раздел основан на данных и методике определения индексов звукоизоляции СНиП II-12-77. В отличие от СНиП II-12-77 эта методика изложена в аналитической форме в виде алгоритма определения индексов звукоизоляции, что позволяет использовать ее для составления программы расчета на ЭВМ.

П.6.4 рекомендует дополнительный критерий для оценки соответствия испытанных конструкций нормативным требованиям, учитывающий разброс значения индекса звукоизоляции в серии измерений. Целью этого является исключение положительной оценки конструкций, у которых вследствие большой неоднородности свойств при среднем значении индекса звукоизоляции, соответствующем нормативному требованию, отдельные конструкции имеют звукоизоляцию значительно ниже требуемой. Такой подход уже применялся ранее в "Рекомендациях по обеспечению нормативной звукоизоляции ограждающих конструкций жилых зданий" (М., ЦНИИЭП жилища, 1972) и "Рекомендациях по обеспечению требуемой звукоизоляции при конструировании жилых зданий" (М., ЦНИИЭП жилища, 1984).

Стр.

1. Назначение и область применения 3

2. Общие положения 3

3. Измерение изоляции воздушного шума 5

4. Измерение изоляции ударного шума 7

5. Точность измерений 9

6. Оценка звукоизоляции помещений квартир от помещений первого нежилого этажа по результатам измерений . . . 10

Приложение. Экспериментальное обоснование и пояснения к рекомендуемой методике измерений и оценки звукоизоляции помещений квартир от помещений первого нежилого этажа 15

Ответственные за выпуск Э.А.Архитектор Г.Ф.Чернышова

Заказ № 485 Тираж 600 экз. Уч. изд. 1.4 Цена 30 коп.

Ротапринт ОВНТД ЦНИИЭП жилища

gost.e-ecolog.ru