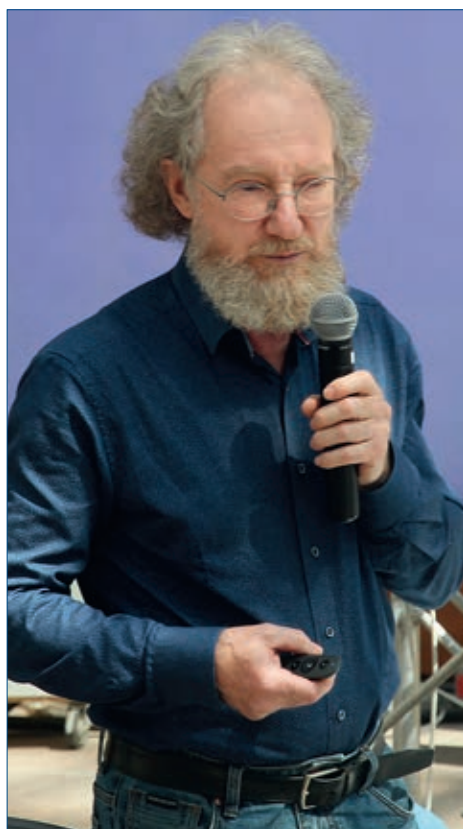


АКУСТИЧЕСКИЙ КОМФОРТ

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ МЕТОДАМИ СТРОИТЕЛЬНОЙ И АРХИТЕКТУРНОЙ АКУСТИКИ



А. Я. Лившиц, канд. техн. наук,
президент «Акустик Групп»

Россия – страна городов. При этом большинство городского населения – в общей сложности около 80 млн человек – в настоящее время сосредоточено в крупных городах (более 100 тыс.) и городах-миллионниках. Если же к ним добавить жителей малых и средних городов, проживающих в многоквартирных домах, получим не менее 100 млн человек – т. е. более 70 % населения России проживают в условиях воздействия шума, который они не могут контролировать. Высокая концентрация людей за счет многоквартирного расселения и уплотнения городской застройки создает ряд экономических, логистических, социальных и других преимуществ. Однако у каждой медали есть обратная сторона – современный городской человек производит шум и сам подвергается постоянному шумовому воздействию. Это негативно сказывается на здоровье и психическом состоянии как отдельных людей, так и всей городской популяции.

Характер и степень воздействия шума на организм человека зависят от его уровня, длительности и спектрального состава. Безвредное воздействие шума может быть подразделено на:

- воздействие непосредственно на слуховой аппарат человека;
- воздействие на нервную систему и связанные с этим сердечно-сосудистые и другие вегетативные реакции;
- воздействие на психику;
- воздействие на другие органы.

В качестве примера в табл. 1 приведены уровни шума, создаваемого некоторыми источниками.

По характеру воздействия на нервную систему человека шумы можно разделить на четыре основные категории.

1. Мощные шумы с уровнем интенсивности выше $L = 90-100$ дБА. Даже кратковременный шум с уровнем $120-130$ дБ однозначно вызывает у испытуемых бурную отрицательную эмоциональную реакцию независимо от его спектрального состава. Для шумов интенсивностью порядка $L = 70-90$ дБ и ниже существенным становится спектральный состав: высокочастотные составляющие шума (скрип, скрежет, лязг металлических пар и т. п.) при прочих равных условиях воспринимаются как более громкие и, следовательно, более раздражающие.

2. Наиболее распространенными являются шумы заводских машин, транспорта, чересчур громкая музыка, которые имеют уровни громкости $M = 60-90$ фон. Уровень интенсивности этих шумов, замеренный в широкой полосе частот, составляет $L_A \approx 70$ дБА. Такой шум 62 % испытуемых характеризуют как не вызывающий никакого раздражения, 32 % – как терпимый. В случае, когда уровень шума составляет 85 и 90 дБА, свое отрицательное отношение к нему высказывают уже 60 % и 75 % опрошенных соответственно. Воздействие шумов

такой интенсивности приводит сначала к нестойким функциональным нарушениям нервной системы, влекущим за собой, например, нарушение сна и повышенную раздражительность, которые исчезают через некоторое время после прекращения воздействия шума. Но при систематическом воздействии в течение трех-четырёх лет возникает органическое заболевание нервной системы.

3. Шумы с уровнем $L = 50-70$ дБА – транспортные, бытовые и т. п. – приводят к накоплению в организме слабых раздражителей, переходящих со временем в патологию (греч. pathos – страдание). При этом раздражающее действие шумов данной категории зависит от отношения субъекта к источнику шума (приятная музыка либо раздражающий скрип ножа по тарелке) и времени суток. Днем беспокоит шум в $55-65$ дБ, ночью – $40-50$ дБ.

4. Природные шумы с уровнем интенсивности $L = 20-30$ дБ (шелест листвы, шум дождя, журчание ручейка) обычно оказывают благоприятное действие на нервную систему.

5. Полное отсутствие шума ($L = 0-10$ дБ), например в сурдокамере, вызывает беспокойство.

Одновременно с производством шума человек постоянно борется с ним. Так, в авиастроении удалось достичь снижения шумности гражданских самолетов примерно на 2–3 дБ за каждые 10 лет. Что касается строительства, то в нем невозможно отследить единый вектор изменений. Наряду с положительными примерами, основанными на целенаправленном и комплексном применении планировочных решений, материалов и конструкций для снижения шума в зданиях, имеется множество примеров, особенно в массовом строительстве, когда построенные жилые и общественные здания не удовлетворяют нормам СП 51.1330.2011 «Защита от шума» и являются минами замедленного действия, постепенно ухудшающими здоровье их обитателей. Некоторые

Таблица 1

Уровень шума, создаваемого различными источниками

Источник шума	Уровень создаваемого шума, L , дБА
Выстрел из ружья около уха	160
Взлет космической ракеты, 100 м	150
Взлет реактивного самолета, 25 м	140
Шумный цех завода, ткацкая фабрика, бензопила	100–120
Тяжелый грузовик, 7,5 м	до 90
Звонок будильника, 1 м	до 80
Шум пылесоса	70
Некоторые виды оргтехники	65
Телевизор на средней громкости	60
Компьютер	30–35

Таблица 2

Предельно допустимые и допустимые уровни звукового давления, уровни звука, эквивалентные и максимальные скорректированные по А уровни звука в помещениях производственных, жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки

Назначение помещений или территорий	Время суток, ч	Для источников непостоянного шума	
		Эквивалентный скорректированный по А уровень звука, $L_{A,экр}$, дБ	Максимальный скорректированный по А уровень звука, $L_{A,макс}$, дБ
Рабочие помещения административно-управленческого персонала производственных предприятий	–	65	80
Помещения лабораторий для проведения экспериментальных работ, помещения для измерительных и аналитических работ, кабины наблюдения и дистанционного управления без речевой связи по телефону	–	75	90
Классные помещения, учебные кабинеты, учительские комнаты, аудитории образовательных организаций, конференц-залы, читальные залы библиотек, зрительные залы клубов, залы судебных заседаний, залы религиозно-культовых зданий	–	40	55
Жилые комнаты квартир	7:00–23:00	40	55
	23:00–7:00	30	45
Номера гостиниц: гостиницы категорий «пять звезд» и «четыре звезды»	7:00–23:00	35	50
	23:00–7:00	25	40
Помещения офисов, рабочие помещения и кабинеты административных зданий, конструкторских, проектных и научно-исследовательских организаций	–	50	65
Торговые залы магазинов, пассажирские залы вокзалов и аэровокзалов	–	60	75

действующие нормы по шумности и звукоизоляции представлены в табл. 2, 3.

Звукоизоляция зданий: проблемы

В современной России эксплуатируется большое количество зданий советской эпохи. Проблемой этих зданий является то, что во время их строительства нормы по звукоизоляции соблюдались формально и по нижнему уровню. Кроме того, за несколько десятилетий произошло старение упругих прокладок в конструкциях плавающих полов, в результате уровень ударного шума в домах существенно превышает нормативный. Вторичной проблемой является проведение капитального ремонта старых домов без соблюдения уже новых норм по защите от шума. Этому способствует сложившаяся в стране практика, когда внутренние работы в помещениях проводятся не по проекту, согласованному с органами стройнадзора. В результате соседи практически всегда страдают от превышающего нормы ударного шума и проникновения шума от соседей

по стоякам инженерных коммуникаций в районе кухни и санузлов.

В современных многоэтажных зданиях (это относится не только к жилым домам) в дополнение к поверхностному соблюдению норм по шумности и звукоизоляции присутствуют другие проблемы. Первая – передача собственнику помещения без отделки. Это приводит к тому, что чистовые полы укладываются на выравнивающую стяжку, которая лежит на несущей плите перекрытия без упругой прокладки, то есть не по технологии плавающего пола. Если при этом чистый пол – керамическая плитка, то жизнь соседей снизу становится невыносимой. Вторая проблема – применение для стен между квартирами легких материалов – теплоизоляционных газосиликатных блоков и гипсовых пазогребневых плит (ПГП). Это вызвано стремлением снизить нагрузку на межэтажное перекрытие (для экономии стоимости всех нижележащих несущих конструкций) и минимизировать толщину межквартирных стен. Последнее дает увеличение площади квартир и их стоимости при расчете цены за 1 м^2 . В результате реальная звукоизоляция таких

Таблица 3

Требуемые нормативные индексы изоляции воздушного шума ограждающими конструкциями и приведенные уровни ударного шума под перекрытиями при передаче звука сверху вниз

Наименование и расположение ограждающей конструкции	$R_{w, \text{треб}}, \text{ дБ}$	$L_{\text{пв}, \text{треб}}, \text{ дБ}$
Жилые здания		
Перекрытия между помещениями квартир и перекрытия, отделяющие помещения квартир от холлов, лестничных клеток и используемых чердачных помещений	52	60
Перекрытия между помещениями квартир и расположенными под ними магазинами	57	60
Стены и перегородки между квартирами, между помещениями квартир и офисами; между помещениями квартир и лестничными клетками, холлами, коридорами, вестибюлями	52	–
Стены и перегородки, отделяющие помещения квартир от ресторанов, кафе, спортивных залов	60	–
Перегородки между санузлом и комнатой одной квартиры	47	–
Гостиницы		
Перекрытия между номерами:		
– гостиницы категорий «пять звезд» и «четыре звезды»	53	55
– гостиницы категории «три звезды»	51	58
– гостиницы категорий ниже «трех звезд»	50	60
Перекрытия, отделяющие номера от помещений ресторанов, кафе:		
– гостиницы категорий «пять звезд» и «четыре звезды»	60	58
– гостиницы категорий «три звезды» и ниже	57	60
Стены и перегородки между номерами:		
– гостиницы категорий «пять звезд» и «четыре звезды»	53	–
– гостиницы категории «три звезды»	51	–
– гостиницы категорий ниже «трех звезд»	50	–
Стены и перегородки, отделяющие номера от ресторанов, кафе:		
– гостиницы категорий «пять звезд» и «четыре звезды»	60	–
– гостиницы категорий «три звезды» и ниже	57	–
Административные здания, офисы		
Перекрытия между рабочими комнатами, кабинетами, секретариатами и отделяющие эти помещения от помещений общего пользования (вестибюли, холлы)	45	63
Стены и перегородки между офисами различных фирм, между кабинетами различных фирм	48	–
Больницы и санатории		
Перекрытия и стены между палатами, кабинетами врачей	48	60

стен даже с финишной отделкой никогда не превышает 50 дБ (чаще не выше 45 дБ) при действующей норме 52 дБ. Достичь такого значения при использовании однослойных конструкций можно только при поверхностной плотности не менее 300 кг/м². Для этого толщина преград при применении перечисленных выше материалов должна быть не менее 350–400 мм, что экономически для массового строительства не оправдано.

В современных гостиницах и офисных помещениях преграды между номерами и рабочими

помещениями практически всегда выполняют в виде каркасных гипсокартонных перегородок. Их звукоизоляция при использовании минимальных толщин каркаса и одного слоя ГКЛ с каждой стороны не превышает в реальных условиях 42 дБ, что существенно ниже нормы. Исключением являются сетевые гостиницы, строительство которых осуществляется по внутренним требованиям операторов и звукоизоляция перегородок в них часто хорошая.

АКУСТИЧЕСКИЙ КОМФОРТ

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ МЕТОДАМИ СТРОИТЕЛЬНОЙ И АРХИТЕКТУРНОЙ АКУСТИКИ

Повышение уровня акустического комфорта

Для повышения уровня акустического комфорта в жилых и общественных зданиях необходимо использовать приемы архитектурно-строительной акустики. При этом под архитектурной акустикой понимают градостроительные и планировочные решения, позволяющие ослабить (удлинить) звуковую связь между источниками шума и помещениями с постоянным пребыванием людей, а также применение отделочных материалов, эффективно поглощающих звуковую энергию. Строительная акустика занимается решением вопроса снижения уровня звуковой энергии, проникающей из помещения с источником звука (или непосредственно от самого источника, расположенного на элементе здания) в помещения, которые необходимо защитить от шумового воздействия. Это разработка и грамотное применение специальных звукоизоляционных конструкций стен, перегородок, перекрытий, окон, дверей, узлов сопряжения инженерных систем с частями зданий.

К архитектурным методам относятся:

- планировочные решения на уровне генплана, позволяющие ориентировать критические с точки зрения защиты от шума помещения (спальные комнаты квартир, гостиничные номера, окна концертных залов) таким образом, чтобы они не были направлены на постоянные источники шума – городские магистрали;
- создание таких объемно-планировочных решений зданий, при котором помещения с источниками шума были бы максимально удалены от «тихих» помещений по горизонтали и вертикали. Например, лифтовые шахты от спальных комнат, студии звукозаписи от репетиционных, блок

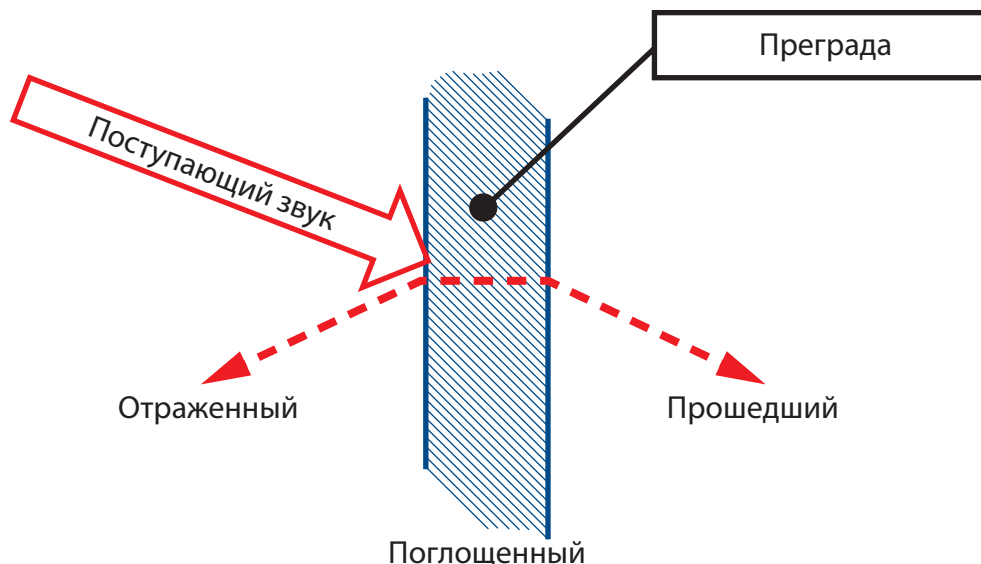
с инженерным оборудованием от зрительного зала и т. п.;

- применение в отделке шумных помещений (инженерный блок, рестораны с музыкой, многоцветное фойе-атриум гостиницы) материалов отделки с высоким коэффициентом звукопоглощения. Это снижает общий уровень шума в таких помещениях, а следовательно, и количество передаваемой энергии в соседнее помещение через разделяющие их преграды.

Применение звукопоглощающих материалов одновременно со снижением уровня шума увеличивает уровень разборчивости речи в том же помещении. Это особенно актуально для офисных помещений открытого плана, больших торговых центров, вестибюлей железнодорожных и аэровокзалов – мест, где одновременно находится много людей, качество восприятия слуховой информации для которых особенно важно. При этом решается еще одна задача – снижение утомляемости и повышение производительности труда офисных и торговых работников, служащих вокзалов.

Предмет строительной акустики – работа со звуковыми преградами: стенами, перекрытиями, кровлями, окнами. Здесь есть две разные задачи. Первая – увеличение звукоизоляции существующих конструкций, вторая – создание конструкций, обладающих высокими звукоизолирующими свойствами при оптимальном весе, толщине, стоимости, горючести, гигиеническим свойствам, доступности на рынке.

Прорывные технологии мирового уровня появились в России примерно четверть века назад как раз потому, что в нашей стране было очень много неудовлетворительного с точки зрения звукового комфорта жилья и возник огромный спрос на решение этой проблемы. В 1999 году была запатентована первая



звукоизолирующая панельная система (ЗИПС). Ее применение кардинально изменило уровень акустического комфорта. Сейчас используются ЗИПСы уже третьего поколения и на подходе их четвертая генерация. ЗИПСы применяются не только на стенах, но и на потолках и в конструкции полов, позволяя существенно снизить уровень как воздушного шума, излучаемого непосредственно в воздух (речь, музыка), так и ударного (шаги), в т. ч. при распространении снизу вверх. ЗИПСы показали свою высокую эффективность при снижении структурного шума, который распространяется по всему жесткому каркасу многоэтажного здания практически без потерь. Источником такого шума часто бывает работающее инженерное оборудование здания и электроинструмент.

Для борьбы с ударным шумом широко используется, наряду с рулонными виброизоляционными прокладками (стеклохолсты толщиной 3–6 мм), предложенное более 10 лет назад покрытие «Шумопласт», которое, вдобавок к существенно более высокой акустической эффективности, может быть использовано на неровном бетонном основании с дефектами и позволяет скрывать в своей толще внутриквартирные кабели и трубы.

Для снижения вибраций и, как следствие, структурного шума от работы оборудования в зданиях в последние 20 лет широко используются конструкции плавающих фундаментных опор и виброразвязанных узлов крепления и подвесов с применением материала «Силомер». Преимуществом его является широкая по эффективности и области применения линейка, подбираемая в зависимости от веса оборудования, площади опоры, собственных резонансных частот. Кроме этого, данный материал исключительно стоек к факторам старения и с успехом используется в нашей стране для виброизоляции

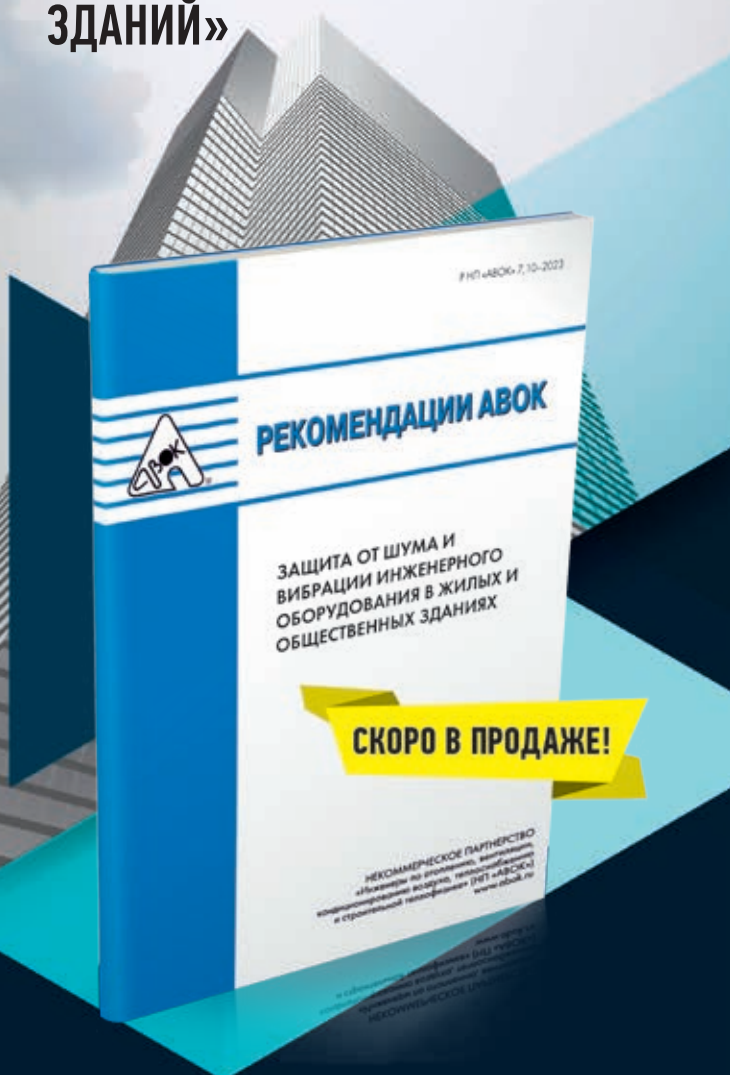
рельсового пути и целиком зданий от рельсового транспорта.

В новом многоэтажном строительстве из-за его конструктивной специфики (монолитный железобетонный каркас из колонн и междуэтажных перекрытий) стены, разделяющие разные квартиры, офисы или другие помещения, чаще всего выполняются из легких фасадных газосиликатных блоков или из гипсовых пазогребневых (ПГП) панелей. Для увеличения звукоизоляции таких конструкций удалось разработать относительно легкие и тонкие по сравнению с обычными ЗИПСами элементы дополнительной звукоизоляции. Это панели «ЗИПС-Слим» для газосиликатных блоков и «Саундлайн-ПГП Супер» для пазогребневых панелей. Данные конструкции широко используются и позволяют довести звукоизоляцию межквартирных преград до требуемых по СП 51.13330 значений.

В офисах с открытым планом, где преграды могут менять положение в течение жизни здания, оправдано применение каркасных гипсокартонных перегородок. С целью повышения их звукоизоляции, вплоть до возможности применения в качестве разделительных стен между смежными кинозалами, разработана система перегородок на виброразвязанных независимых каркасах, при этом в качестве листов зашивки используется специальный тонкий звукоизоляционный триплекс «Саундлайн-dB», специальный плотный гипсокартон «АКУ-Лайн» и «АКУ-Лайн Про». В качестве внутреннего звукопоглощающего наполнителя в пространстве каркаса – линейка из плит «Шуманет», «Акуфон», «АКУ Лайт». Звукоизоляция таких каркасных перегородок при необходимой толщине достигает очень высоких значений – до 70 дБ, что позволяет использовать их в самых ответственных местах. Применение таких

РЕКОМЕНДАЦИИ АВОК

«ЗАЩИТА ОТ ШУМА И ВИБРАЦИИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ»



В рекомендациях АВОК «Защита от шума и вибрации инженерного оборудования жилых и общественных зданий» будут сформулированы требования к защите от шума и вибрации инженерного оборудования в жилых и общественных зданиях, приведены методы расчета и оценка эффективности мероприятий по защите от шума и вибрации, рассмотрены примеры решения акустических задач.

В настоящих рекомендациях впервые реализован контроль шумового и вибрационного оборудования элементов инженерных систем по принципу чек-листа, который рассматривает все составляющие обеспечения акустического комфорта в помещениях жилых и общественных зданий, а также на прилегающих территориях.

конструкций в жилых зданиях в России пока не нашло применения из-за специфического менталитета населения и ряда технологических ограничений (навеска полок, снижение звукоизоляции при сверлении отверстий и др.).

Заключение

Следует отметить, что кардинальным решением проблемы шумности в городах и местах пребывания людей в России является смена градостроительного вектора. Это постепенный отказ от массового многоэтажного скученного строительства, переход к жизни в малых городах в индивидуальных или мало-квартирных домах. Однако этот процесс если и будет, то долгим. Поэтому наряду с научными исследованиями и производством эффективных звукоизоляционных материалов многое зависит от законодательства и практики его применения. Так, в Москве постоянно ужесточаются требования к шумности, и это действительно. Однако в строительном конвейере часто эта задача уходит на второй план, что негативно сказывается на здоровье и психологическом климате жителей городов и приводит к дополнительным затратам на доведение ограждающих конструкций до требуемого уровня по звукоизоляции, а общественных пространств – по уровню шума и речевой разборчивости.

Положительным примером в этом служит Республика Башкортостан, в которой давно приняты акты, требующие от проектировщиков закладывать проектные решения по достижению требуемого нормами акустического комфорта, от экспертизы – не выдавать разрешения на возведение объектов без таких решений, а от органов стройнадзора – инструментально проверять уровни шума и звукоизоляцию в готовых зданиях. Это работает, и ситуация с акустическим комфортом в Башкирии существенно улучшилась.

Литература

1. Кочкин А. А., Кочкин Н. А. Физико-технические основы проектирования звукоизоляции легких ограждающих конструкций зданий из элементов с вибродемпфирующими слоями: монография. – Вологда: Информационно-библиотечный комплекс Вологод. гос. ун-та, 2022.
2. Антонов А. И., Леденев В. И., Матвеева И. В., Шубин И. Л. Расчеты шума в гражданских и промышленных зданиях при зеркально-диффузном отражении звука от ограждений: монография. – М.: Директ-Медиа, 2022.

