

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

СТРОИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА

Методические указания
для выполнения лабораторных работ по направлению 08.05.01
«Строительство уникальных зданий и сооружений»

Пенза 2016

УДК 53: 69 (075.8)
ББК 38.113 я 73
С86

Рекомендовано Редсоветом университета
Рецензент – доктор технических наук, профессор
А.М. Береговой (ПГУАС)

Строительная физика: метод. указания для выполнения лабораторных работ по направлению 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» / Л.Н. Петрянина, О.Л. Викторова, – Пенза: ПГУАС, 2016. – 40 с.

Даны указания по выполнению лабораторных работ, представлен перечень оборудования и приборов по трем разделам дисциплины «Строительная физика»: строительные теплотехника, акустика, светотехника. Изложен теоретический материал, указан порядок выполнения исследовательских работ, позволяющих освоить экспериментальные и практические методики для лучшего проектирования ограждающих конструкций, акустики, звукоизоляции, естественного освещения помещений. Приведены справочные материалы с учетом современных нормативных требований по проектированию, предусмотрена самостоятельная работа студентов.

Методические указания подготовлены на кафедре «Городское строительство и архитектура» и предназначены для студентов, обучающихся по специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений», специализация №1 «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений» при изучении дисциплины «Строительная физика».

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2016
© Петрянина Л.Н., Викторова О.Л., 2016

ПРЕДИСЛОВИЕ

Необходимость издания данных методических указаний диктуется прежде всего введением нового Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по обучению студентов по специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений» квалификация специалист, согласно которого все виды учебных занятий должны быть подкреплены учебно-методическим материалом по изучаемой дисциплине. Так, при изучении дисциплины «Строительная физика» студенты, согласно действующему учебному плану, должны прослушать не только курс лекций, но и выполнить ряд лабораторных работ. Для более плодотворной работы студентов при проведении лабораторных работ и успешного восприятия рассматриваемого материала подготовлены данные методические указания.

Согласно действующему учебному плану на лабораторные занятия по дисциплине «Строительная физика» отводится 6 часов, что соответствует трем лабораторным работам. Лабораторные работы рассматриваются по трем разделам и процесс изучения дисциплины «Строительная физика» направлен на формирование следующих общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат;

- способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов техническому заданию;

- знать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по профилю деятельности;

- способность составлять отчеты по выполненным работам, участвовать во внедрении результатов исследований и практических разработок.

Методические указания содержат методики по выполнению исследований, примеры по оформлению, а также справочные материалы.

ПЛАН ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторные работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Строительная физика» в объеме часов аудиторных занятий согласно учебному плану.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Объем в часах
	1	Строительная теплотехника	
1.	1.1;1.2;1.3	Определение кратности воздухообмена в аудитории Определение относительной влажности воздуха в помещении Определение температуры в толще кирпичного простенка	2
	2	Архитектурная акустика и звукоизоляция ограждающих конструкций	
2.	2.1	Звукоизоляция междуэтажного перекрытия с полами на звукоизоляционном слое на моделях	2
	3	Основы строительной светотехники	
3.	3.1	Определение КЕО в натуральных условиях	2
	Итого		6 часов

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Для обеспечения нормальных эксплуатационных условий помещения различного назначения отделяются от окружающей внешней среды стенами, перегородками, перекрытиями и покрытиями, защищающими от холода, ветра, осадков, солнечного перегрева, шума и других нежелательных воздействий. Ограждения должны вместе с тем предусматривать использование полезных для микроклимата помещений природных факторов: свежего воздуха, естественного света, что достигается надлежащим устройством проемов в стенах и покрытиях.

С физической точки зрения, ограждающие конструкции являются преградами, разделяющими две среды с различными параметрами: разной температурой, различным давлением воздуха или содержанием в нем водяного пара, разным уровнем шума. Ограждения оказывают сопротивление переходу влаги, воздуха, тепловой, звуковой и световой энергии, происходящему под влиянием разности уровней, препятствуя их выравниванию. От характера и интенсивности физических процессов зависят эксплуатационные качества зданий – микроклимат, световой и акустический режимы помещений, а также техническое состояние самих ограждающих конструкций, которое в свою очередь влияет на их защитную способность и стойкость по отношению к разрушающему воздействию температурных колебаний, влаги, химических и биологических реагентов.

Изучение физических процессов, происходящих в ограждениях и разделяемых ими средах, составляет предмет дисциплины строительной физики. Строительная физика рассматривает теоретические и экспериментальные методы исследования вышеперечисленных процессов в областях строительной теплотехники, акустики и звукоизоляции помещений и светотехники.

Современные расчетно-теоретические и экспериментальные методы физических исследований позволяют успешно решать важнейшие практические задачи оценки эксплуатационных качеств ограждений и помещений, выбирать лучшие варианты материалов и конструкций. Важное место в строительной физике принадлежит экспериментальным и расчетным методам исследований, с помощью которых выявляются характеристики физических свойств материалов и конструкций, а также состояние сред, в которых должна протекать их эксплуатация.

В первом разделе «Строительная теплотехника» рассматриваются работы по оценке микроклимата помещений и тепловлажностного состояния наружных ограждающих конструкций. Методы строительной теплофизики основаны на общей теории теплообменных и массообменных процессов в материальных системах. В простейшем виде ограждающая конструкция здания по своей расчетной схеме представляет плоскую конструкцию (стенку), ограниченную параллельными поверхностями. Она разделяет воздушные среды с разными температурами. Основная задача строительной теплотехники – обоснование наиболее целесообразных в эксплуатации решений

зданий и ограждающих конструкций, удовлетворяющих требованиям обеспечения в помещениях благоприятного микроклимата для деятельности или отдыха человека.

Второй раздел посвящен темам по архитектурной и строительной акустике, где студенты учатся оценивать не только акустическое восприятие в рассматриваемом помещении, но и оценивать звукоизолирующую способность ограждающих конструкций помещения согласно его назначения от проникновения воздушного и ударного шумов.

Основными задачами архитектурной акустики являются исследования условий, определяющих слышимость и разборчивость речи, музыки в помещениях, а также разработка архитектурно-планировочных решений, обеспечивающих оптимальные условия слухового восприятия.

В третьем разделе «Основы строительной светотехники» рассмотрены вопросы естественного освещения помещений, его нормирования согласно нормативных требований. Строительная светотехника – наука о проектировании, расчетах и нормировании световой среды в городах и в отдельных зданиях разного назначения. Для оценки освещения обычно пользуются освещенностью. Освещенность в точке поверхности представляет собой отношение светового потока, падающего на элемент поверхности, содержащей данную точку, к площади этого элемента. Критерием оценки переменного естественного освещения служит коэффициент естественной освещенности (КЕО), который представляет собой отношение естественной освещенности, создаваемой в некоторой точке заданной плоскости внутри помещения светом неба, к одновременному значению наружной горизонтальной освещенности под открытым небосводом. КЕО выражается в процентах.

В результате проведения лабораторных работ и освоения дисциплины студент должен:

Знать: основные законы, формулирующие физико-технические основы проектирования зданий и зарубежный опыт исследования.

Уметь: выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности. Выполнять необходимые эксперименты и физико-технические расчеты по обеспечению нормального микроклимата в помещении для находящихся там людей и использовать полученные знания при проектировании зданий и сооружений; составлять отчеты по проведенным исследованиям.

Владеть: нормами и методами проектирования ограждающих конструкций, с учетом их теплотехнических и звукоизоляционных свойств.

Данные методические указания помогут студентам, обучающихся по специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений», подготовиться к лабораторным работам по дисциплине «Строительная физика», а также выполнить необходимые исследования по рассматриваемой тематике, так как методические указания содержат приложения с нормативными данными, используемыми при выполнении работ.

Раздел 1. ОСНОВЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕПЛОТЕХНИКИ

Лабораторная работа №1

Определение кратности воздухообмена в аудитории

Цель занятия: определить скорость воздушных потоков с помощью прибора метеометр МЭС200 и рассчитать кратность воздухообмена в аудитории.

Теоретическая часть

Свежий воздух, богатый отрицательными ионами, способствует созданию комфортной среды в помещении. Кроме того, воздухообмен влияет на влажностный режим помещений, а значит и на работу ограждающих конструкций.

По способу перемещения воздуха различают системы естественной и механической вентиляции. Система вентиляции, перемещение воздушных масс в которой осуществляется благодаря возникающей разности давлений снаружи и внутри здания, называется естественной *вентиляцией*. Для постоянного воздухообмена, требуемого по условиям поддержания чистоты воздуха в помещении, необходима организованная вентиляция, или аэрация.

Аэрацией называется организованная естественная общеобменная вентиляция помещений в результате поступления и удаления воздуха через открывающиеся фрамуги окон и дверей. Воздухообмен в помещении регулируют различной степенью открывания фрамуг (в зависимости от температуры наружного воздуха, скорости и направления ветра).

Основным достоинством естественной вентиляции является возможность осуществлять большие воздухообмены без затрат механической энергии.

Естественная вентиляция, как средство поддержания параметров микроклимата и оздоровления воздушной среды в помещении, применяется для непроизводственных помещений – бытовых (квартир) и помещений, в которых в результате работы человека не выделяется вредных веществ, избыточной влаги или тепла.

Вентиляция, с помощью которой воздух подаётся в помещения или удаляется из них по системам вентиляционных каналов, с использованием специальных механических побудителей, называется *механической вентиляцией*.

Гигиеническими нормами для гражданских зданий установлены пределы естественной вентиляции в виде минимальной кратности воздухообмена n . Под кратностью воздуха обмена имеют в виду отношением объёма воздуха, поступающего в помещении течении одного часа к кубатуре помещения V_0 , т.е.

$$n = \frac{V}{V_0} \left[\frac{1}{\text{час}} \right]. \quad (1.1)$$

С помощью анемометра определяют скорость воздушного потока в проёмах.

Количество воздуха поступающего через "живое сечение" открытого проёма F , m^2 , при скорости воздушного потока v , m/c , определяется по формуле

$$V = vF, \quad (1.2)$$

тогда кратность воздухообмена за один час будет равна

$$n = \frac{3600 \cdot V}{V_0}. \quad (1.3)$$

В летний период кратность воздухообмена значительно повышается. При этом для притока свежего воздуха необходимы проёмы в нижней зоне помещения, а для удаления загрязняющего воздуха – в верхней.

Экспериментальная часть (задание на выполнение работы)

Приборы и оборудование

Приборы для измерения скорости движения воздушных потоков:

– крыльчатый анемометр и чашечный анемометр

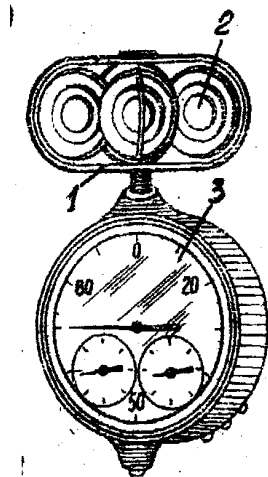


Рис.1.1. Ручной чашечный анемометр



Рис.1.2. Метеометр МЭС-200

Ручной чашечный анемометр служит для определения средних скоростей ветра. Приемная часть прибора — вертушка (рис.1.1, 2) из четырех полых полушарий, обращенных выпуклыми поверхностями в одну сторону. Счетный механизм (рис.1.1, 3) заключен в пластмассовую коробку. Вертушка закреплена на металлической оси, нижний конец которой связан со счетным механизмом; проволочные дужки (рис.1.1; 1) служат для защиты вертушки от случайных повреждений. Три стрелки на циферблате прибора показывают число оборотов полушарий вокруг оси: большая – число единиц и десятков, а две маленькие – число сотен и тысяч. Предел измерения скорости воздуха от 1 до 20,0 m/c ; порог чувствительности 0,8 m/c .

Современный прибор – метеометр МЭС 200 предназначен для измерения не только для измерения скорости воздушных потоков внутри помещения, но и для атмосферного давления, температуры воздуха и относительной влажности воздуха.

МЭС-200 состоит из блока электроники и измерительного щупа с датчиками скорости воздушного потока, температуры и влажности.

В качестве датчика скорости воздушного потока используется терморезистор, подогреваемый стабилизируемым током до температуры 200-250°C. В зависимости от скорости воздушного потока меняется степень охлаждения нагретого терморезистора и падение напряжения на нем, которое и является мерой измерения скорости и воздушного потока.

Измерительный щуп соединяется с блоком электроники гибким кабелем длиной 0,5м. Блок электроники служит для преобразования аналоговой информации от датчиков в цифровую форму, математической обработки результатов измерений и отображения результатов измерений на жидкокристаллическом индикаторе.

Для установки МЭС в режим измерения скорости воздушного потока необходимо после нажатия кнопки «П» нажать кнопку «+» и выждать 2-3 мин (интервал времени, необходимый для прогрева сенсора скорости воздушного потока), после чего можно производить измерение скорости.

Порядок выполнения работы

1. Измерить объем помещения с помощью рулетки
2. Измерить площадь «живого сечения» приточных (низ дверного проема) и вытяжных (форточки, фрамуги) проемов.
3. С помощью приборов определить скорость воздушных потоков в проемах.
4. Определить количество воздуха V , м³/с, проходящего через «живое сечение» открытого проема площадью F , м², при скорости воздуха в этом проеме U , м/с, по формуле (1.2).
5. Определить кратность воздухообмена n за 1 час в помещении объемом W , м³, при расходе воздуха V , м³/с, по формуле (1.3).

Задание к учебно-исследовательской работе студента

Определить, как влияют размеры дверных и оконных проемов на кратность воздухообмена в помещении.

Контрольные вопросы

1. Что такое расход воздуха?
2. От каких параметров зависит кратность воздухообмена в помещении?
3. Методы и приборы для определения скорости воздушных потоков.
4. Устройство прибора метеометр МЭС 200.
5. На что влияет воздухообмен в помещении?

Раздел 2. АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНАЯ АКУСТИКА

Лабораторная работа №2

Определение изоляции воздушного шума плоской однослойной ограждающей конструкцией

Цель работы: экспериментальное определение изоляции воздушного шума ограждающими конструкциями.

Теоретическая часть

В зависимости от способа возбуждения и путей распространения шума в зданиях его подразделяют на три вида: воздушный, ударный и структурный

Воздушный шум – шум, возникающий при излучении звука (человеческого голоса, музыкальных инструментов, машин, радио) в воздушном пространстве, который достигает какое – либо ограждение и вызывает его колебание. Колеблущееся ограждение, в свою очередь, излучает звук в смежное помещение и таким образом воздушный шум достигает ухо человека.

Снижение шума, распространяющегося по воздуху, может быть достигнуто вследствие установки на пути его распространения звукоизолирующих преград в виде стен, перегородок, перекрытий.

Звукоизоляцией называется ослабление звуковой энергии при передаче ее через ограждение. Звукоизолирующая способность ограждения от воздушного шума измеряется в децибелах и может быть представлена в виде:

$$R = 10 \lg \frac{1}{\tau}; \quad (2.1)$$

где $\tau = \frac{E_{\text{пр}}}{E_{\text{пад}}}$ – коэффициент звукопередачи конструкции;

$E_{\text{пр}}$, $E_{\text{пад}}$ – соответственно звуковая энергия, падающая на ограждающую конструкцию и прошедшая через нее.

Экспериментальные исследования звукоизоляции конструкций осуществляется методом реверберационных камер. Особенно широкое применение в акустических измерениях нашли малые акустические камеры, в основу использования которых положен принцип моделирования акустических процессов.

Сущность моделирования в акустике состоит в следующем: при исследовании конструкции, имеющей в пять раз меньшие размеры, чем реальная конструкция, частота измерения должна быть увеличена во столько же раз.

Измерение звукоизоляции производят с помощью двух акустических камер, разделённых исследуемым ограждением. Принципиальная схема экспериментальной установки для оценки звукоизоляции от воздушного шума показана на рис.6.1. В камере высокого уровня (КВУ) создается достаточно

интенсивное звуковое поле с уровнем звука L_1 вследствие излучения звуковой энергии всенаправленным источником звука (3). Часть звуковой энергии из КВУ через исследуемую перегородку передается в камеру низкого уровня (КНУ) и в ней формируется звуковое поле с уровнем звукового давления L_2 .

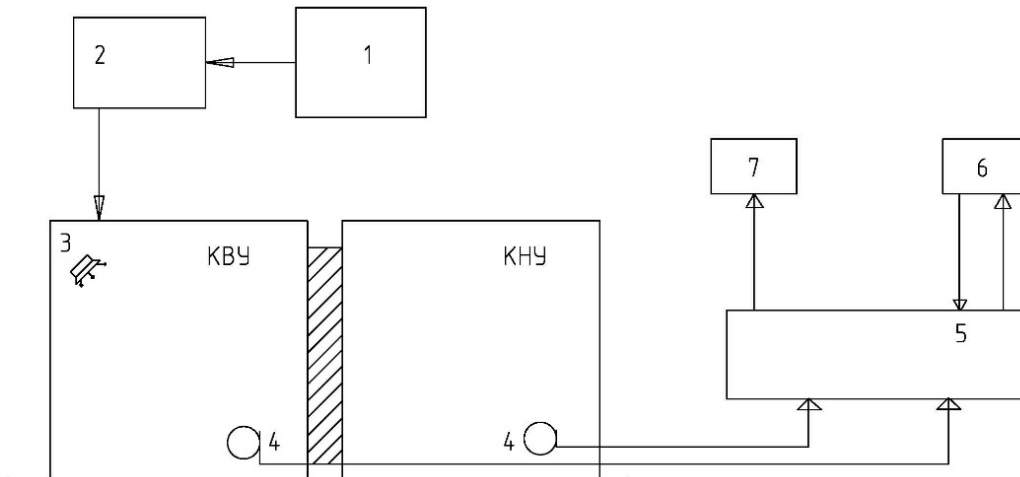


Рис.2.1. Принципиальная схема экспериментальных исследований изоляции воздушного шума методом реверберационных камер:
 1 – генератор «белого» шума; 2 – усилитель мощности;
 3 – всенаправленный источник шума; 4 – микрофоны; 5 – шумомер;
 6 – адаптер; 7 – программное обеспечение

По измеренным в октавных полосах значениям L_1 и L_2 частотная характеристика изоляции воздушного шума может быть вычислена по формуле

$$R = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{S}{A_{\text{КНУ}}}, \quad (2.2)$$

где S – площадь исследуемого ограждения поверхностей КНУ, м^2 ,
 $A_{\text{КНУ}}$ – эквивалентная площадь звукопоглощения поверхностей КНУ, м^2 ,
 определяемая в соответствии с указаниями ЛР-5.

По измеренным значениям времени реверберации $T_{\text{КНУ}}$ в КНУ значение эквивалентной площади звукопоглощения поверхностей КНУ для различных октавных полос может быть определено из формулы

$$A_{\text{КНУ}} = \frac{0.163 \cdot V}{T_{\text{КНУ}}}, \quad (2.3)$$

где V – объем камеры низкого уровня, м^3 .

$T_{\text{КНУ}}$ – время реверберации в КНУ, с.

Экспериментальные исследования изоляции воздушного шума ограждающими конструкциями позволяют наиболее точно определять частотную характеристику звукоизоляции. Однако применение экспериментальной оценки звукоизоляции конструкций на стадии проектирования зданий не

всегда возможно. В этом случае используют аналитический метод оценки звукоизоляции конструкции по нормам проектирования [9].

Мерой оценки изоляции воздушного шума служит показатель изоляции воздушного шума, называемый индексом изоляции воздушного шума R_w , дБ.

1. Методика по определению индекса изоляции воздушного шума ограждающей конструкции с известной частотной характеристикой

Индекс изоляции воздушного шума R_w , дБ, ограждающей конструкцией с известной (рассчитанной или измеренной) частотной характеристикой изоляции воздушного шума определяется путем сопоставления этой частотной характеристики с оценочной кривой, установленной стандартом 717 Международной организации по стандартизации (ИСО) приведенной в табл. 2.1.

Т а б л и ц а 2 . 1

Средняя частота третьоктавной полосы, Гц	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Изоляция воздушного шума R , дБ	33	36	39	42	45	48	51	52	53	54	55	56	56	56	56	56

Для определения индекса изоляции воздушного шума R_w необходимо на график с оценочной кривой нанести известную частотную характеристику изоляции воздушного шума и определить сумму неблагоприятных отклонений нанесенной частотной характеристики от оценочной кривой. Неблагоприятными считаются отклонения вниз от оценочной кривой.

Если сумма неблагоприятных отклонений максимально приближается к 32 дБ, но не превышает эту величину, величина индекса R_w составляет 52 дБ.

Если сумма неблагоприятных отклонений превышает 32 дБ, оценочная кривая смещается вниз на целое число децибел так, чтобы сумма неблагоприятных отклонений не превышала указанную величину.

Если сумма неблагоприятных отклонений значительно меньше 32 дБ, или неблагоприятные отклонения отсутствуют, оценочная кривая смещается вверх (на целое число децибел) так, чтобы сумма неблагоприятных отклонений от смещенной кривой максимально приближалась к 32 дБ, но не превышала эту величину.

За величину индекса R_w , принимается ордината смещенной (вверх или вниз) оценочной кривой в третьоктавной полосе на частоте 500 Гц.

2. Методика по определению индекса изоляции воздушного шума однородной массивной ограждающей конструкции с неизвестной частотной характеристикой.

Частотную характеристику изоляции воздушного шума акустически однородной (однослойной) плоской ограждающей конструкцией сплошного сечения с поверхностной плотностью от 100 до 1000 кг/м² из бетона, железобетона, кирпича и тому подобных материалов следует определять, изображая ее в виде ломаной линии, аналогичной линии ABCD на рис. 2.2.

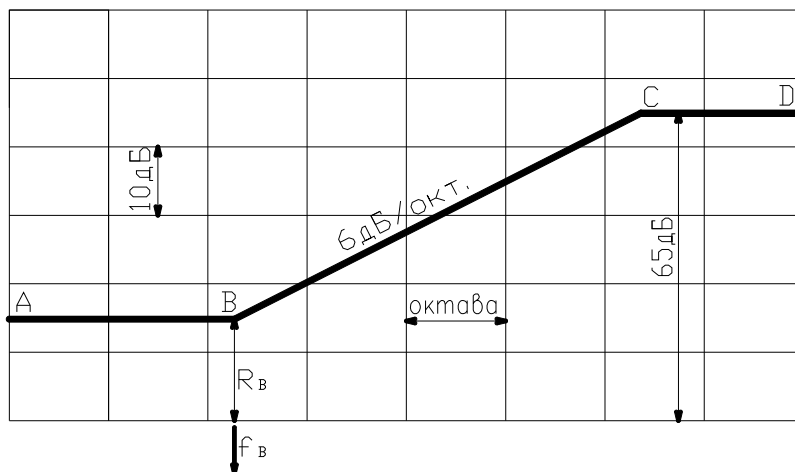


Рис. 2.2. Частотная характеристика изоляции воздушного шума однослойным плоским ограждением

Абсциссу точки В – f_B следует определять по прил.2 в зависимости от толщины и плотности материала конструкции. Значение f_B следует округлять до среднегеометрической частоты третьоктавной полосы частот, в пределах которой находится f_B . Границы третьоктавных полос приведены в прил.3

Ординату точки В – R_B следует определять в зависимости от эквивалентной поверхностной плотности m_3 по формуле

$$R_B = 20 \lg m_3 - 12 \text{ дБ}, \quad (2.4)$$

где $m_3 = k \times m$;

m – поверхностная плотность материала (кг/м²);

k – коэффициент, корректирующий жесткость материала, по сравнению с железобетоном, значения принимать по прил.16.

Для ограждающих конструкций из легких бетонов с круглыми пустотами коэффициент К определяется как произведение коэффициентов, определенных отдельно для сплошных конструкций из легких бетонов и конструкций с круглыми пустотами.

Значение R_B следует округлять до 0,5 дБ.

Построение частотной характеристики производится в следующей последовательности: из точки В влево проводится горизонтальный отрезок ВА, а вправо от точки В проводится отрезок ВС с наклоном 6 дБ на октаву до точки С с ординатой $R_c = 65$ дБ, из точки С вправо проводится горизонтальный отрезок CD. Если точка С лежит за пределами нормируемого диапазона частот ($f_c > 3150$ Гц), отрезок CD отсутствует.

Частотную характеристику тонкостенной ограждающей конструкции следует определять, изображая ее в виде ломаной линии, аналогичной линии ABCD на рис. 2.3.

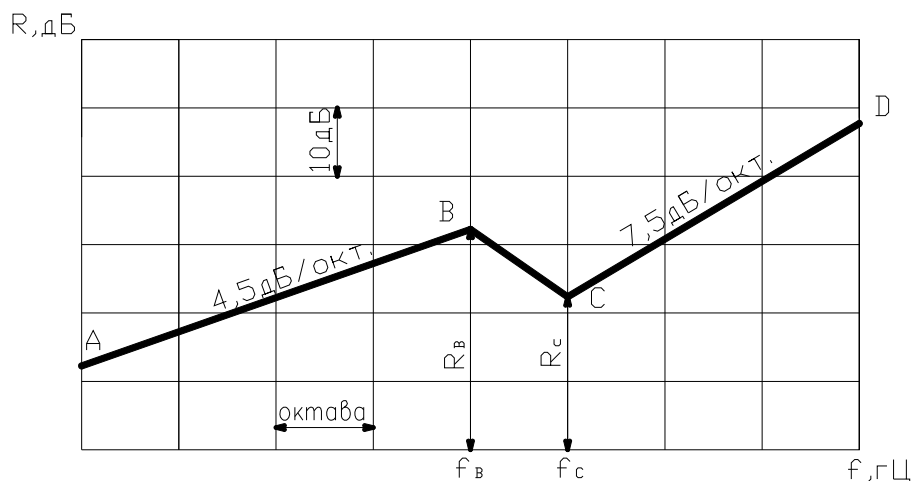


Рис. 2.3. Частотная характеристика изоляции воздушного шума однослойным плоским тонким ограждением

Координаты точек В и С следует определять по прил.15, при этом значения $f_в$ и $f_с$ округляются до ближайшей среднегеометрической частоты 1/3-октавной полосы. Наклон участка АВ (рис. 2.3) следует принимать 4,5 дБ на октаву, участка CD – 7,5 дБ на октаву.

Экспериментальная часть (задание на выполнение работы)

Приборы и оборудование

1. Шумомер интегрирующий усредняющий **ОКТАВА-121**;
2. Капсульный микрофон и калибратор акустический, который создает звуковое поле с уровнями 94 и 114 дБ на частоте 1000 Гц и воздействует на диафрагму микрофона;
3. Адаптер телеметрии **ЭКО-DIN-DOUT(RF)** Предназначен для передачи телеметрии данных и оцифрованных сигналов из индикаторных блоков серий ЭКОФИЗИКА, а также из цифровых преобразователей в компьютер.
4. **Signal+RTA** – программное обеспечение (для измерения времени реверберации и обработки результатов измерения) – 1 шт.
5. Всенаправленный источник звука **OED-SP600-2**.

6. Усилитель мощности **OEL – PA300**. Предназначен для работы со все-направленным источником звука для измерения звукоизоляции.

7. Генератор

Порядок выполнения работы

1. В соответствии с принципиальной схемой, показанной на рис.6.1., собрать измерительный тракт для экспериментального определения частотной характеристики изоляции воздушного шума ограждающей конструкцией на модельных реверберационных камерах.

2. По методике, изложенной в лабораторной работе 5, произвести измерения времени реверберации $T_{\text{КНУ}}$ для октавных полос со среднегеометрическими частотами 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц и затем по измеренным значениям $T_{\text{КНУ}}$ по формуле (2.3) вычислить значения эквивалентной площади звукопоглощения камеры низкого уровня $A_{\text{КНУ}}$ для тех же октавных полос.

3. Включить источник «белого» шума в КВУ и произвести измерения уровней шума в КВУ L_1 и в КНУ L_2 в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц.

4. Для каждой октавной частоты произвести вычисления значений звукоизоляции R по формуле (2.2). При выполнении работы удобно пользоваться табл.2.2. При заполнении таблицы следует учесть, что объем камеры низкого уровня составляет $1,1 \text{ м}^3$.

5. В соответствии с методикой, изложенной в [9] построить графически частотную характеристику изоляции воздушного шума реальной конструкции в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 100, 200, 400, 800, 1600 и 3200 Гц. При этом толщина реального ограждения должна быть принята в 5 раз больше, чем толщина модели, для которой проводились экспериментальные исследования методом реверберационных камер.

6. На полученный по методике норм проектирования график нанести экспериментально найденные значения звукоизоляции реальной конструкции.

Т а б л и ц а 2 . 2

Измеренные величины	Среднегеометрические частоты октавных полос экспериментальных измерений, Гц			
	1000	2000	4000	8000
	То же, с учетом масштаба моделирования 1:5, т.е. для реальной конструкции			
	200	400	800	1600
Уровень шума в КВУ, дБ.				
Уровень шума в КНУ, дБ.				
Время реверберации КНУ, с				
$A_{\text{КНУ}} = \frac{0,163 \cdot V}{T_{\text{КНУ}}}, \text{ м}^2.$				
$R = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{S}{A_{\text{КНУ}}}, \text{ дБ.}$				

Задание к учебно-исследовательской работе студента

Провести анализ влияния толщины конструкции и ее поверхностной плотности на изменение изоляции воздушного шума.

К о н т р о л ь н ы е в о п р о с ы

1. Что такое воздушный шум?
2. По какому параметру оценивается звукоизолирующая способность ограждающей конструкции от проникновения воздушного шума?
3. Как определить индекс изоляции воздушного шума ограждающей конструкции с известной частотной характеристикой?
4. Как построить частотную характеристику плоской тонкостенной ограждающей конструкции?
5. От каких параметров зависит звукоизоляция ограждений?

Раздел 3. ОСНОВЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ СВЕТОТЕХНИКИ

Лабораторная работа №3

Исследование естественной освещенности помещений при светопроемах различной формы

Цель работы: пользуясь законом «проекции телесного угла» определить на модели помещения световую активность различных по размерам светопроемов и сравнить освещенности, создаваемые одним и тем же светопроемом, расположенным по-разному относительно рабочей поверхности.

Теоретическая часть

В основу расчета естественной освещенности помещений положен закон «проекции телесного угла». Сущность этого закона заключается в том, что освещенность E_M в какой-либо точке поверхности помещения, создаваемая равномерно светящейся поверхностью неба, прямо пропорциональна яркости неба L и площади проекции телесного угла, в пределах которого из данной точки виден участок небосвода, на освещаемую рабочую поверхность (рис.3.1).

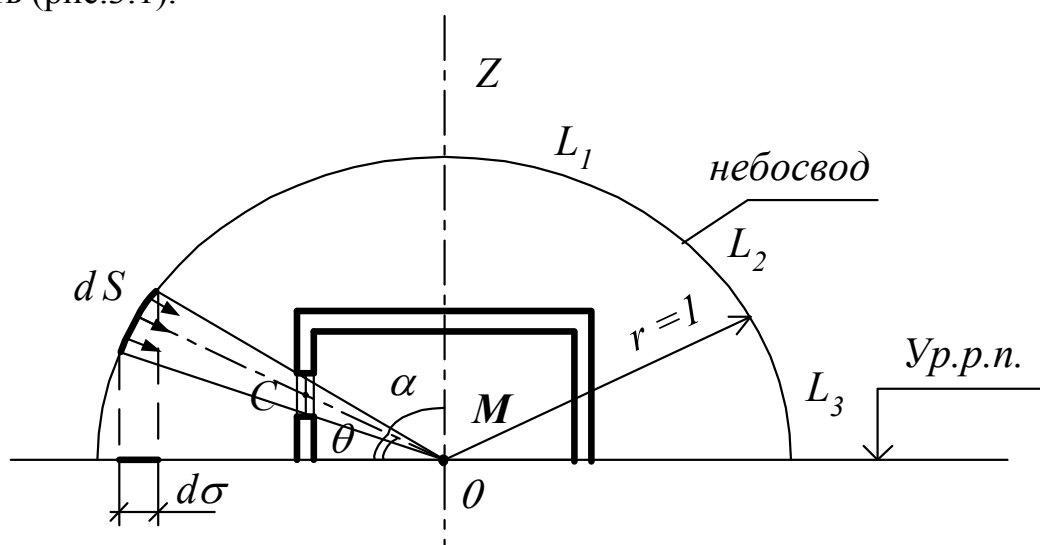


Рис. 3.1. Схема к закону проекции телесного угла

Для аналитического вывода этого закона принято два допущения:

1. Освещаемая поверхность располагается в помещении горизонтально.
2. Радиус полусферы R принят равным единице.

Яркость полусферы, проведенной из точки M , обозначим через L .

Определим освещенность в точке M , создаваемую весьма малым участком полусферы dS , который можно принять за точечный источник света.

Силу света dI элементарного участка dS , обладающего яркостью L определим по формуле

$$dI = L \cdot dS . \quad (3.1)$$

Элементарную освещенность точки М находим по формуле

$$\Delta E = \frac{dI \cdot \cos \alpha}{R^2}. \quad (3.2)$$

Если выразить силу света dI , то при радиусе полусферы, равном единице, имеем

$$dE = L \cdot dS \cdot \cos \alpha, \quad (3.3)$$

но $dS \cdot \cos \alpha = d\sigma$, т.е. равна площади проекции dS на освещаемую поверхность. Таким образом,

$$dE = L \cdot d\sigma. \quad (3.4)$$

Интегрируя при равномерном распределении яркости участка небосвода, получим:

$$E = L \cdot \sigma. \quad (3.5)$$

Т.е. освещенность в какой-либо точке помещения равна произведению яркости участка неба, видимого из данной точки через окно, на проекцию этого участка на освещаемую поверхность.

Если какая-либо точка горизонтальной поверхности будет находиться под открытым небосводом и освещаться всей полусферой с равномерно распределенной яркостью, то в этом случае

$$E_n = L \cdot \pi \cdot R^2, \quad (3.6)$$

где $\pi \cdot R^2$ – площадь проекции полусферы на горизонтальную поверхность, но $R=1$, следовательно

$$E_n = L \cdot \pi. \quad (3.7)$$

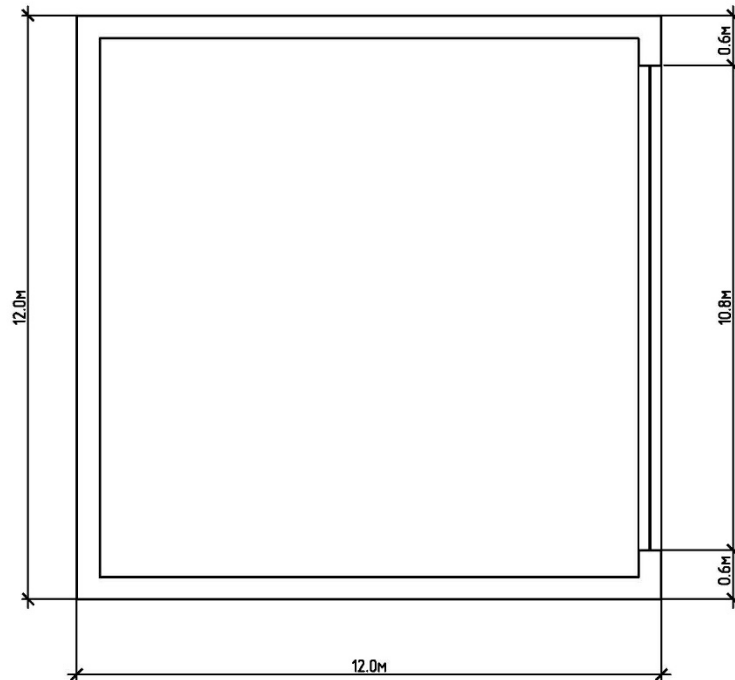
Так как коэффициент естественной освещенности представляет собой процентное отношение освещенности в расчетной точке условной рабочей поверхности помещения к освещенности горизонтальной поверхности, находящейся под открытым небосводом, то на основании вышеизложенного имеем:

$$e_n = \frac{L\sigma}{L\pi} = \frac{\sigma}{\pi}. \quad (3.8)$$

Т.е. значение КЕО в какой либо точке горизонтальной поверхности помещения определяется отношением проекции «телесного угла» на освещаемую поверхность видимого из данной точки помещения участка небосвода в величине π , равной 3,14. Это отношение представляет собой геометрическое выражение коэффициента естественной освещенности.

При определенных размерах и форме светопроемов измеряется КЕО во всех расчетных точках модели помещения (рис.3.2) Измерение КЕО в какой-либо точке проводится с помощью двух фотоэлементов.

План



Разрез

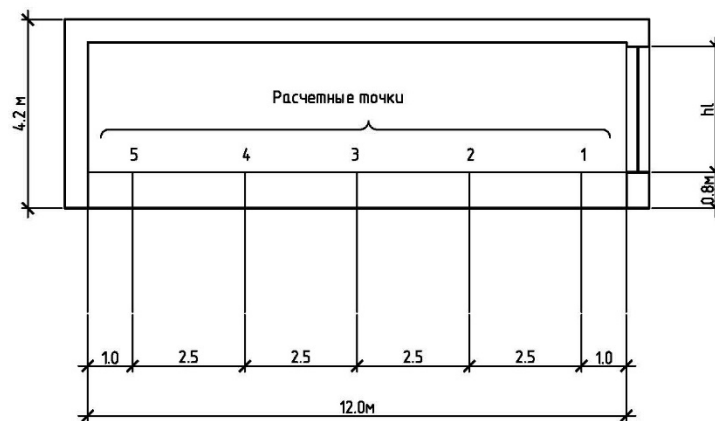


Рис.3.2. Схемы плана и разреза модели помещения

КЕО в каждой точке определяется по формуле

$$e = \frac{N_B \cdot k}{N_H} \cdot 100\%, \quad (3.10)$$

где e – значение КЕО в модели помещения;

N_B – освещенность в расчетной точке помещения, Ом;

N_H – наружная освещенность горизонтальной поверхности, Ом;

k – тарировочный коэффициент чувствительности фотоэлементов по отношению одного к другому.

Экспериментальная часть (задание на выполнение работы)

Приборы и оборудование

Для выполнения работы необходимы:

- установка «Искусственный небосвод»;
- два фотоэлемента;
- милливольтметр;
- модель помещения;
- набор щитов для передней стенки модели с различной формой и размерами светопроемов.

Порядок выполнения работы

1. Измеряется внутренняя освещенность в первой точке модели помещения и одновременно – наружная освещенность под открытым небосводом.

2. Вычисляется КЕО для данной расчетной точки помещения по формуле

$$e = \frac{N_B \cdot k}{N_H} \cdot 100\%.$$

3. Производятся аналогичные измерения и расчеты еще два раза для всех точек модели при других условиях наружного освещения под искусственным небосводом.

4. Измерения КЕО проводятся для 3-х случаев расположения светопроема относительно рабочей поверхности, т.е. при:

а) $h_1=1,8$ м (рамка 1);

б) $h_2=2,2$ м (рамка 2);

в) $h_2=2,6$ м (рамка 3).

5. Вычисляется среднее значение КЕО в каждой расчетной точке модели по формуле

$$e_{\text{ср}} = \frac{e_1 + e_2 + e_3}{3}.$$

Результаты измерений и расчетов сводятся в табл.3.1.

Таблица 3.1

Номер рамки	Номер расчетной точки	Отсчеты	N_B	N_H	e	e_{cp}
1	1	1				
		2				
		3				
	2	1				
		2				
		3				
	3	1				
		2				
		3				
	4	1				
		2				
	5	1				
		2				
2		1				
		2				
		3				
		4				
		5				
3		1				
		2				
		3				
		4				
		5				

6. По результатам измерений табл. 3.1 строятся кривые распределения КЕО по глубине помещения, т.е. на разрезе помещения в каждой расчетной точке откладываются в определенном масштабе e_{cp} и полученные точки соединяются плавной кривой.

7. Составляется заключение о влиянии высоты подъема окна над уровнем рабочей поверхности h_1 на освещенность в помещении.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается сущность закона проекции телесного угла?
2. Какие допущения приняты для аналитического вывода закона проекции телесного угла?
3. Какое отношение представляет собой геометрическое выражение коэффициента естественной освещенности?
4. Какое практическое значение имеет закон проекции телесного угла?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП131.13330.2012 СНиП 23-01-99 Строительная климатология [Текст]. – М.: Минрегион России, 2012. – 136 с.
2. СП50.13330.2012 СНиП 23-02-2003 Тепловая защита здания [Текст]. – М.: Минрегион России, 2012. – 36 с.
3. СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты здания. – М.: Госстрой России, 2005. – 140 с.
4. Викторова О.Л. Строительная физика [Текст]: методические указания по выполнению лабораторных работ / О.Л. Викторова. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 72 с.
5. Викторова, О.Л. Строительная физика. Практические занятия: учеб. пособие. [Текст] / О.Л. Викторова. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 88 с.
6. Викторова, О.Л. Строительная физика [Текст]: методические указания по выполнению расчетно-графической работы / О.Л. Викторова. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 32 с.
7. Архитектурная физика [Текст] /под ред. В.К. Лицкевич. – М.: Архитектура-С, 2007. – 448 с.
8. СП 51.13330.2011, СНиП 23-03-2003. Защита от шума [Текст]. – М.: Минрегион России, 2011. – С.32.
9. СП 23-102-2004 Проектирование звукоизоляции гражданских зданий. [Текст]. – М.: Госстрой России, 2005. – 140 с
10. Гречишкин, А.В. Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций зданий [Текст] / А.В. Гречишкин, О.Л. Викторова., С.В. Зворыгина. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 86 с.
11. Разживин, В.М. Проектирование залов с естественной акустикой. [Текст] / В.М. Разживин, О.Л. Викторова, Л.Н. Петрянина. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 75 с.
12. Береговой, А.М. Энергоэкономичные и энергоактивные здания в архитектурно-строительном проектировании [Текст] / А.М. Береговой, А.В. Гречишкин, В.А. Береговой. – 3-е изд., перераб. и доп.– Пенза: ПГУАС, 2012. – 200 с.
13. Соловьев, А.К. Физика среды [Текст] / А.К. Соловьев. – М.: Изд-во АСВ, 2011. – 342 с.
14. СП 52.13330.2011, СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение [Текст]. – М.: Минрегион России, 2011.
15. Дятков, С.В. Архитектура промышленных зданий [Текст]: учебник для вузов / С.В. Дятков, А.П. Михеев. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во АСВ, 2008. – 480 с.
16. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Т. II. Основы проектирования [Текст] / под ред. В.М. Предтеченского. – М.: Стройиздат, 1976. – 215 с.
17. Викторова, О.Л. Основы строительной физики [Текст]: учеб. пособие / О.Л. Викторова, О.В. Карпова. – Пенза: ПГУАС, 2005.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Психрометрическая таблица для температур от 0 до +25°C
по влажному термометру

Показания влажного термометра	Разность показаний между сухим и влажным термометрами, °C										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	100	81	64	50	36	26	16	17	—	—	—
1	100	82	66	52	39	29	19	11	—	—	—
2	100	83	67	54	42	31	23	14	—	—	—
3	100	83	69	56	44	34	20	17	10	—	—
4	100	84	70	57	46	36	28	20	14	—	—
5	100	85	71	59	48	39	30	23	17	10	—
6	100	85	72	61	50	41	33	26	19	13	—
7	100	86	73	62	52	43	35	28	22	15	11
8	100	86	74	63	54	45	37	30	25	18	14
9	100	86	75	65	55	47	39	32	27	22	17
10	100	87	76	66	57	48	41	34	28	23	19
11	100	88	77	67	58	50	43	36	30	25	20
12	100	88	78	68	59	52	44	38	32	27	22
13	100	88	78	68	59	53	46	40	34	29	24
14	100	89	79	70	62	54	47	41	36	31	26
15	100	89	80	71	63	55	49	43	37	33	26
16	100	90	80	72	64	57	50	44	39	34	30
17	100	90	81	73	65	58	52	46	40	36	31
18	100	90	81	74	66	59	53	47	42	37	33
19	100	91	82	74	66	60	54	49	43	39	34
20	100	91	82	75	67	61	55	49	44	40	36
21	100	91	83	75	68	62	56	51	46	41	37
22	100	91	83	76	69	63	57	51	46	42	38
23	100	91	83	76	69	63	58	53	48	43	39
24	100	92	84	77	70	64	59	53	49	44	40
25	100	92	87	77	70	65	59	54	50	45	42

Приложение 2

Значения максимальной упругости водяного пара E, мм рт.ст.
(при B=755 мм рт.ст) при положительных температурах

°C	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	4,58	4,61	4,65	4,68	4,72	4,75	4,79	4,82	4,86	4,89
1	4,93	4,96	5,00	5,03	5,07	5,11	5,14	5,18	5,22	5,26
2	5,29	5,33	5,37	5,41	5,45	5,49	5,53	5,57	5,61	5,65
3	5,69	5,73	5,77	5,84	5,85	5,89	5,93	5,97	6,02	6,06
4	6,10	6,14	6,19	6,23	6,27	6,32	6,36	6,41	6,45	6,50
5	6,54	6,59	6,64	6,68	6,73	6,78	6,82	6,87	6,92	6,97
6	7,01	7,06	7,1	7,16	7,21	7,26	7,31	7,36	7,41	7,46
7	7,51	7,57	7,62	7,67	7,72	7,78	7,83	7,88	7,94	7,99
8	8,05	8,10	8,16	8,21	8,27	8,32	8,38	8,44	8,49	8,55
9	8,61	8,67	8,73	8,79	8,85	8,91	8,97	9,03	9,09	9,15
10	9,21	9,27	9,33	9,40	9,45	9,52	9,59	9,65	9,71	9,78
11	9,84	8,91	9,98	10,04	10,11	10,18	10,24	10,31	10,38	10,45
12	10,52	10,59	10,66	10,73	10,80	10,87	10,94	11,01	11,09	11,16
13	11,23	11,31	11,38	11,45	11,53	11,60	11,68	11,76	11,83	11,91
14	11,99	12,07	12,14	12,22	12,30	12,38	12,46	12,54	12,62	12,71
15	12,79	12,87	12,95	13,04	13,12	13,21	13,29	13,38	13,46	13,55
16	13,63	13,72	13,81	13,90	13,99	14,08	14,17	14,26	14,36	14,44
17	14,53	14,62	14,72	14,81	14,90	15,00	15,09	15,19	15,28	15,38
18	15,48	15,58	15,67	15,77	15,87	15,97	16,07	16,17	16,27	16,37
19	16,48	16,58	16,69	16,79	16,89	17,00	17,11	17,21	17,32	17,43
20	17,54	17,64	17,75	17,86	17,97	18,09	18,20	18,31	18,42	18,54
21	18,65	18,77	18,88	19,00	19,11	19,23	19,35	19,47	19,59	19,71
22	19,83	19,95	20,07	20,19	20,32	20,44	20,57	20,69	20,82	20,94
23	21,07	21,20	21,32	21,45	21,58	21,71	21,85	21,9	22,11	22,24
24	22,38	22,51	22,65	22,79	22,92	23,06	23,20	23,34	23,48	23,62
25	23,76	23,90	24,04	24,18	24,33	24,47	24,62	24,62	24,76	25,06

Приложение 3

Значения максимальной упругости в мм рт.ст.
для отрицательных значений температур

°C	E	°C	E	°C	E	°C	E	°C	E
0	4,58	-8	2,32	-16	1,13	-24	0,52	-32	0,23
-1	4,22	-9	2,13	-17	1,00	-25	0,47	-33	0,21
-2	3,88	-10	1,95	-18	0,94	-26	0,42	-34	0,19
-3	3,57	-11	1,78	-19	0,85	-27	0,38	-35	0,17
-4	3,28	-12	1,63	-20	0,77	-28	0,34	-36	0,15
-5	3,01	-13	1,49	-21	0,70	-29	0,31	-37	0,13
-6	2,76	-14	1,36	-22	0,64	-30	0,28	-38	0,12
-7	2,53	-15	1,24	-23	0,58	-31	0,25	-39	0,11

Приложение 4

Влажностный режим помещений зданий

Режим	Влажность внутреннего воздуха, %, при температуре, °С		
	до 12	св. 12 до 24	св. 24
Сухой	До 60	До 50	До 40
Нормальный	Св. 60 до 75	Св. 50 до 60	Св. 40 до 50
Влажный	Св. 75	» 60 » 75	» 50 » 60
Мокрый	-	Св. 75	Св. 60

Приложение 5

Таблица перевода омических сопротивлений в градусы, °С

$R, \text{ Ом}$	$t, \text{ °С}$	$R, \text{ Ом}$	$t, \text{ °С}$	$R, \text{ Ом}$	$t, \text{ °С}$
90,4	-24	97,4	-6,5	104,4	11
90,6	-23,5	97,6	-6	104,6	11,5
90,8	-23	97,8	-5,5	104,8	12
91	-22,5	98	-5	105	12,5
91,2	-22	98,2	-4,5	105,2	13
91,4	-21,5	98,4	-4	105,4	13,5
91,6	-21	98,6	-3,3	105,6	14
91,8	-20,5	98,8	-3	105,8	14,5
92	-20	99	-2,5	106	15
92,2	-19,5	99,2	-2	106,2	15,5
92,4	-19	99,4	-1,5	106,4	16
92,6	-18,5	99,6	-1	106,6	16,5
92,8	-18	99,8	-0,5	106,8	17
93	-17,5	100	0	107	17,4
93,2	-17	100,2	0,5	107,2	18
93,4	-16,5	100,4	1	107,4	18,5
93,6	-16	100,6	1,5	107,6	19
93,8	-15,5	100,8	2	107,8	19,5
94	-15	101	2,5	108	20
94,2	-14,5	101,2	3	108,2	20,5
94,4	-14	101,4	3,5	108,4	21
94,6	-13,5	101,6	4	108,6	21,5
94,8	-13	101,8	4,5	108,8	22
95	-12,5	102	5	109	22,5
95,2	-12	102,2	5,5	109,2	23
95,4	-11,5	102,4	6	109,4	23,5
95,6	-11	102,6	6,5	109,6	24
95,8	-10,5	102,8	7	109,8	24,5
96	-10	103	7,5	110	25
96,2	-9,5	103,2	8	110,2	25,5
96,4	-9	103,4	8,5	110,4	26
96,6	-8,5	103,6	9	110,6	26,5
96,8	-8	103,8	9,5	110,8	27
97	-7,5	104	10	111	27,5
97,2	-7	104,2	10,5	111,2	28

Приложение 6

Коэффициенты звукопоглощения строительных материалов и конструкций

№ п/п		Коэффициент звукопоглощения на частотах, Гц							
		125	250	500	1000	2000	4000		
1	2	3	4	5	6	7	8		
1	Кирпичная кладка без расшивки швов	0,15	0,19	0,29	0,28	0,38	0,46		
2	То же, с расшивкой швов	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06		
3	Стены оштукатуренные, окрашенные клеевой краской	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04		
4	То же, окрашенные масляной краской	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02		
5	Штукатурка по металлической сетке с воздушной полостью позади	0,04	0,05	0,06	0,08	0,04	0,06		
6	Бетон с железнением поверхностью	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02		
7	Мрамор, гранит и другие каменные породы шлифованные	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02		
8	Травертин	0,02	0,03	0,03	0,03	0,035	0,04		
9	Метлахская плитка	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03		
10	Панель деревянная толщиной 10-15 мм с воздушной прослойкой 50–100 мм позади плит	0,3	0,15	0,06	0,05	0,04	0,04		
11	Плиты древесно-стружечные неокрашенные толщиной 20 мм с воздушной прослойкой 50-150 мм	0,1	0,08	0,05	0,05	0,08	0,1		
12	Плиты твердые древесно-волоконистые толщиной 4 мм, плотностью 1000 кг/м ³ , с воздушной прослойкой 50–150 мм	0,3	0,16	0,08	0,05	0,04	0,08		
13	Штукатурка гипсовая сухая толщиной 10 мм с воздушной прослойкой 50–150 мм	0,3	0,25	0,1	0,08	0,05	0,04		
14	Плиты гладкие декоративные с пористым наполнителем без воздушной прослойки	0,05	0,4	0,4	0,4	0,2	0,1		
15	То же, с воздушной прослойкой 50 мм	0,15	0,4	0,4	0,4	0,2	0,1		
16	То же, с воздушной прослойкой 100 мм	0,25	0,4	0,4	0,4	0,4	0,1		
17	Плиты ПА/С с набрызгом без воздушной прослойки	0,05	0,15	0,6	0,8	0,85	0,8		
18	То же, с воздушной прослойкой 50 мм	0,1	0,3	0,8	0,85	0,8	0,7		
19	То же, с воздушной прослойкой 100 мм	0,15	0,5	0,85	0,8	0,8	0,7		

Продолжение прил. 6

1	2	3	4	5	6	7	8
20	Перфорированные минипластины, лист 0,6×1,3 м со стеклотканью с отверстиями диаметром 8 мм, шагом 3 мм с воздушным зазором 100 мм	0,33	0,59	0,67	0,63	0,44	0,42
21	То же, с воздушным зазором 150 мм	0,45	0,65	0,67	0,52	0,5	0,47
22	Фанера толщиной 6 мм и слоем минеральной ваты толщиной 100 мм	0,6	0,23	0,14	0,09	0,08	0,02
23	Переплеты оконные застекленные	0,3	0,2	0,145	0,1	0,06	0,04
24	Светопрозрачные ограждения из стеклоблоков	0,01	0,02	0,02	0,06	0,06	0,06
25	Пол паркетный	0,04	0,04	0,07	0,06	0,06	0,07
26	Пол дощатый по лагам	0,1	0,1	0,1	0,08	0,08	0,09
27	Линолеум на твердой основе	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
28	Ковер шерстяной толщиной 9 мм по бетону	0,09	0,08	0,21	0,26	0,27	0,37
29	То же, на войлочной подкладке толщиной 3 мм	0,11	0,14	0,37	0,43	0,27	0,37
30	Портьеры хлопчатобумажные на подкладке со складками, поверхность плотность ткани 0,5 кг/м ²	0,05	0,3	0,45	0,7	0,65	0,5
31	Портьеры плюшевые со складками, поверхность плотность ткани 0,65 кг/м ²	0,15	0,35	0,55	0,7	0,7	0,65
32	Фибролит толщиной 50 мм с воздушной прослойкой 50–100 мм	0,2	0,45	0,45	0,5	0,6	0,65
33	Вентиляционные решетки	0,3	0,42	0,5	0,5	0,5	0,51
34	Вода в ванне бассейна	0,01	0,01	0,013	0,015	0,02	0,025
35	Проем сцены, оборудованный декорациями	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
36	Киноэкран	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4
<i>Покрытия полов спортивных залов</i>							
37	«Тарафлекс. Спорт М»	0,02	0,03	0,03	0,08	0,06	0,03
38	Искусственная трава фирмы «Полиграсс»	0,07	0,07	0,075	0,1	0,39	0,52
39	«Астротурф»	0,1	0,15	0,3	0,5	0,7	0,5
40	«Пуластик»	0,05	0,12	0,2	0,2	0,15	0,1
41	«Спортан» пористый	0,05	0,06	0,7	0,1	0,3	0,5
42	«Спортан»	0,04	0,05	0,08	0,18	0,2	0,3
43	«Риздор»	0,02	0,03	0,04	0,18	0,25	0,17
44	«Тартан»	0,02	0,03	0,06	0,1	0,18	0,17

Окончание прил. 6

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Специальные звукопоглощающие материалы и конструкции</i>							
45	Плиты гипсовые перфорированные с пористым заполнителем размером 810×810×26 мм – без воздушной прослойки – с воздушной прослойкой, мм 50 100 200	0,05 0,15 0,25 0,35	0,15 0,55 0,55 0,6	0,5 0,55 0,55 0,6	0,65 0,65 0,65 0,65	0,65 0,65 0,65 0,7	0,7 0,7 0,7 0,75
46	Плиты «Силакпор» – без воздушной прослойки – с воздушной прослойкой 100 мм	0,2 0,5	0,5 0,7	0,65 0,6	0,6 0,55	0,6 0,55	0,6 0,6
47	Минские плиты А-1 – без воздушной прослойки – с воздушной прослойкой 200 мм	0,1 0,4	0,3 0,65	0,6 0,65	0,7 0,7	0,8 0,75	0,8 0,75
48	Плиты «Москва» – без воздушной прослойки – с воздушной прослойкой 100 мм	0,1 0,2	0,25 0,6	0,8 0,6	0,6 0,5	0,5 0,35	0,35 0,3
49	Плиты «Мелодия» – без воздушной прослойки – с воздушной прослойкой 100 мм	0,15 0,25	0,25 0,5	0,8 0,6	0,4 0,45	0,2 0,3	0,2 0,3
50	Слой пористого звукопоглотителя толщиной не менее 100 мм, покрытый стеклотканью или мешковиной и деревянными рейками шириной 20–25 мм, толщиной 10–12 мм и расстоянием между ними 15–20 мм	0,4	0,7	0,8	0,8	0,75	0,65
51	То же, вместо реек гипсовые плиты размером 400×400×10 и 500×500×10 мм с отверстиями диаметром 10 мм и шагом 24 мм	0,4	0,7	0,75	0,6	0,45	0,3

Эквивалентная площадь звукопоглощения, м², зрителями и креслами

№ п/п	Зрители и кресла	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц.							
		125	250	500	1000	2000	4000		
1.	Зрители на мягком кресле	0,25	0,30	0,40	0,45	0,45	0,40		
2.	То же, на жестком кресле	0,20	0,25	0,30	0,35	0,35	0,35		
3.	Кресло деревянное жесткое	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05		
4.	Кресло с обшивкой сиденья искусственной кожей	0,08	0,10	0,12	0,10	0,10	0,08		
5.	Полумягкое кресло, обитое тканью	0,08	0,10	0,15	0,15	0,20	0,20		
6.	Мягкое кресло, обитое тканью с пористым наполнителем сиденья и спинки	0,15	0,20	0,20	0,25	0,30	0,30		

Приложение 8

Индексы приведенного уровня ударного шума под перекрытием

Конструкция пола	f_0 , Гц	Индексы приведенного уровня ударного шума под перекрытием L_{nw} при индексе для несущей плиты перекрытия L_{nwo}					
		86	84	82	80	78	76
1. Деревянные полы по лагам, уложенным на ЗИ слой в виде ленточных прокладок с $E_d=5 \times 10^5 - 12 \times 10^5$ Па при расстоянии между полом и несущей плитой 60-70 мм	160	59	58	56	55	54	54
	200	61	60	58	57	55	54
	250	62	61	59	58	56	55
	315	64	62	60	59	57	56
2. Покрытие пола на монолитной стяжке или сборных плитах с $m=60$ кг/м ² по ЗИ слою с $E_d=3 \times 10^5 - 10 \times 10^5$ Па	60	61	58	56	54	51	49
	80	62	59	57	56	53	52
	100	63	60	58	57	56	55
	125	66	63	61	59	58	57
	160	68	65	63	61	60	58
	200	70	68	66	64	62	60
3. То же по ЗИ слою из песка или шлака с $E_d=8 \times 10^6 - 13 \times 10^6$ Па	160	62	60	58	57	55	54
	200	65	63	61	59	58	57
	250	67	65	63	61	60	59
	315	71	69	67	66	64	63
4. Покрытие пола на монолитной стяжке или сборных плитах $m=120$ кг/м ² по ЗИ слою с $E_d=3 \times 10^5 - 10 \times 10^5$ Па	60	59	56	54	52	50	48
	80	61	58	56	54	52	50
	100	63	60	58	57	55	53
	125	65	62	60	58	56	54
	160	67	64	62	60	58	56
	200	68	65	64	62	60	58
5. То же по ЗИ слою из песка или шлака с $E_d=8 \times 10^6 - 13 \times 10^6$ Па	160	61	58	56	55	53	52
	200	63	60	58	57	55	54
	250	65	63	61	59	58	57
	315	69	67	65	64	62	61

Примечание. При поверхностной плотности стяжки (сборных плит) между 60 и 120 кг/м² индексы определять по интерполяции, округляя до целого числа дБ.

Приложение 9

Перекрытие	Поверхностная плотность плиты перекрытия, кг/м ²	Значения L_{nwo} , дБ
Со сплошными плитами	150	86
	200	84
	250	82
	300	80
	350	78
	450	76

Приложение 10

Материалы	Плотность, кг/м ³	Динамический модуль упругости E_d , Па, и относительное сжатие ϵ_d материала звукоизоляционного слоя при нагрузке на звукоизоляционный слой, Па					
		2000		5000		10000	
		E_d	ϵ_d	E_d	ϵ_d	E_d	ϵ_d
1. Плиты минераловатные на синтетическом связующем полужесткие жесткие	70-90	$3,6 \cdot 10^5$	0,5	$4,5 \cdot 10^5$	0,55	$5,6 \cdot 10^5$	0,7
	95-100	$4,0 \cdot 10^5$	0,5	$5,0 \cdot 10^5$	0,55	$6,0 \cdot 10^5$	0,65
	110-125	$4,5 \cdot 10^5$	0,5	$5,5 \cdot 10^5$	0,5	$7,0 \cdot 10^5$	0,6
	130-150	$5,0 \cdot 10^5$	0,4	$6,0 \cdot 10^5$	0,45	$8,0 \cdot 10^5$	0,55
2. Маты минераловатные прошивные по ТУ 21-24-51-73	75-125	$4,0 \cdot 10^5$	0,65	$5,0 \cdot 10^5$	0,7	-	-
	126-175	$5,0 \cdot 10^5$	0,5	$6,5 \cdot 10^5$	0,55	-	-
3. Пенополиэтиленовый материал «Вилатерм»		$2,7 \cdot 10^5$	0,03	$3,6 \cdot 10^5$	0,15	$4,2 \cdot 10^5$	0,25
4. Плиты древесноволокнистые мягкие по ГОСТ 4598-74*	250	$10 \cdot 10^5$	0,1	$11 \cdot 10^5$	0,1	$12 \cdot 10^5$	0,15
5. Шлак крупностью до 15мм	500-800	$80 \cdot 10^5$	0,08	$90 \cdot 10^5$	0,09	-	-
6. Песок прокаленный	1300-1500	$120 \cdot 10^5$	0,03	$130 \cdot 10^5$	0,04	-	-

Приложение 11

Нормативные индексы звукоизоляции

№	Наименование и расположение ограждающей конструкции	R_w , дБ	L_w , дБ
1	2	3	4
1	Жилые здания		
	Перекрытия между помещениями квартир и отделяющие помещения квартир от холлов, лестничных клеток и используемых чердачных помещений:		
	– в домах категории А	54	55
	– в домах категории Б	52	58
	– в домах категории В	50	60
2	Перекрытия между помещениями квартир и расположенными под ними магазинами:		
	– в домах категории А	59	55
	– в домах категории Б	57	58
	– в домах категории В	57	58
3	Перекрытия между комнатами в квартире в двух уровнях:		
	– в домах категории А	47	63
	– в домах категории Б	45	66
	– в домах категории В	43	68
4	Стены между помещениями квартир и магазинами:		
	– в домах категории А	59	-
	– в домах категории Б и В	57	-
5	Перекрытия между жилыми помещениями общежитий	50	60
6	Перекрытия, отделяющие помещения культурно-бытового обслуживания общежитий друг от друга и от помещений общего пользования (холлы, вестибюли и пр.)	47	65
7	Перекрытия между помещениями квартиры и расположенными под ними административными помещениями, офисами:		
	– в домах категории А	52	58
	– в домах категории Б и В	50	60
8	Стены и перегородки между квартирами, между помещениями квартир и лестничными клетками, холлами, коридорами, вестибюлями		
	– в домах категории А	54	-
	– в домах категории Б	52	-
	– в домах категории В	50	-
9	Перегородки между комнатами, между кухней и комнатой в квартире		
	– в домах категории А	43	-
	– в домах категории Б и В	41	-
10	Стены и перегородки между комнатами общежитий	50	-
11	Стены и перегородки, отделяющие помещения культурно-бытового обслуживания общежитий друг от друга и от помещений общего пользования (холлы, вестибюли, лестничные клетки)	47	
12	Стены с дверью между квартирой и лестничной клеткой		
	– в домах категории А	34	-
	– в домах категории Б	32	-
	– в домах категории В	30	-

Продолжение прил. 11

1	2	3	4
	Гостиницы Перекрытия между номерами – категории А – категории Б – категории В	52 50 48	57 60 62
	Перекрытия, отделяющие номера от помещений общего пользования (вестибюли, холлы, буфеты) – категории А – категории Б и В	54 52	55 58
	Перекрытия, отделяющие номера от помещений ресторанов, кафе – категории А – категории Б и В	62 59	57 60
	Стены и перегородки между номерами – категории А – категории Б – категории В	52 50 48	- - -
	Стены и перегородки, отделяющие номера от помещений общего пользования (лестничные клетки, вестибюли, холлы, буфеты) – категории А – категории Б и В	54 52	- -
	Стены и перегородки, отделяющие номера от ресторанов, кафе – категории А – категории Б и В	62 59	- -
	Административные здания, офисы Перекрытия между рабочими комнатами, кабинетами, секретариатами и отделяющие эти помещения от помещений общего пользования (вестибюли, холлы) – категории А – категории Б и В	52 50	63 66
	Перекрытия, отделяющие рабочие комнаты, кабинеты от помещений с источниками шума (машбюро, телетайпные и т.п.) – категории А – категории Б и В	54 52	60 63
	Стены и перегородки между кабинетами и отделяющие кабинеты от рабочих комнат – категории А – категории Б и В	51 49	- -
	Стены и перегородки между рабочими комнатами – категории А – категории Б и В	47 45	- -
	Стены и перегородки, отделяющие рабочие комнаты от помещений общего пользования (вестибюли, холлы, буфеты) и от помещений с источниками шума (машбюро, телетайпные и т.п.) – категории А – категории Б и В	50 48	- -

Окончание прил. 11

1	2	3	4
	Стены и перегородки, отделяющие кабинеты от помещений общего пользования и шумных помещений – категории А – категории Б и В	54 52	- -
	<i>Больницы и санатории</i> Перекрытия между палатами, кабинетами врачей	47	60
	Перекрытия между операционными и отделяющие операционные от палат и кабинетов	57	60
	Перекрытия, отделяющие палаты, кабинеты врачей от помещений общего пользования (вестибюли, холлы)	52	63
	Перекрытия, отделяющие палаты, кабинеты врачей от столовых, кухонь	57	50
	Стены и перегородки между палатами, кабинетами врачей	47	-
	Стены и перегородки между операционными и отделяющие операционные от других помещений. Стены и перегородки, отделяющие палаты и кабинеты от столовых и кухонь	57	-
	Стены и перегородки, отделяющие палаты и кабинеты от помещений общего пользования	52	-
	<i>Учебные заведения</i> Перекрытия между классами, кабинетами, аудиториями и отделяющие эти помещения от помещений общего пользования (коридоры, вестибюли, холлы)	47	63
	Перекрытия между музыкальными классами средних учебных заведений	57	58
	Перекрытия между музыкальными классами высших учебных заведений	60	53
	Стены и перегородки между классами, кабинетами и аудиториями и отделяющие эти помещения от помещений общего пользования	47	-
	Стены и перегородки между музыкальными классами средних учебных заведений и отделяющие эти помещения от помещений общего пользования	57	-
	Стены и перегородки между музыкальными классами высших учебных заведений	60	-
	<i>Детские дошкольные учреждения</i> Перекрытия между групповыми комнатами, спальнями	47	63
	Перекрытия, отделяющие групповые комнаты, спальни от кухонь	51	63
	Стены и перегородки между групповыми комнатами, спальнями и между другими детскими комнатами	47	-
	Стены и перегородки, отделяющие групповые комнаты, спальни от кухонь	51	-

Примечание. К гостиницам категории А относятся гостиницы, имеющие по международной классификации четыре и пять звезд; к категории Б – три звезды; к категории В – менее трех звезд.

Приложение 12

Плотность бетона, γ , кг/м ³	f_b , Гц
≥ 1800	28500/h
1700	29500/h
1600	30500/h
1500	31500/h
1400	32500/h
1300	33500/h
1200	34500/h
1100	35500/h
1000	36500/h
800	38500/h
600	39500/h

Примечания. 1. H – толщина ограждения в мм.

2. Для промежуточных значений плотности бетона частота f_b определяется интерполяцией.

Приложение 13

Среднегеометрическая частота 1/3-октавной полосы	Границы 1/3-октавной полосы
50	45-56
63	57-70
80	71-80
100	89-111
125	112-140
160	141-176
200	177-222
250	223-280
315	281-353
400	354-445
500	446-561
630	562-707
800	708-890
1000	891-1122
1250	1123-1414
1600	1415-1782
2000	1783-2244
2500	2245-2828
3150	2829-3563
4000	3564-4489
5000	4490-5657

Для сплошных ограждающих конструкций из бетона на легких заполнителях коэффициент К определяется по прил.14.

Приложение 14

Вид материала	Марка	Плотность	К
1	2	3	4
Керамзитобетон	М-100	1500-1550	1,1
		1300-1450	1,2
		1200	1,3
		1100	1,4
	М150-200	1700-1750	1,1
		1500-1650	1,2
		1350-1450	1,3
		1250	1,4
Перлитобетон	М-100	1300	1,3
		1100-1200	1,4
		950-1000	1,5
Аглопоритобетон	М-100	1550-1650	1,1
		1300-1500	1,3
	М-150	1500-1800	1,2
Шлакопемзобетон	М-100	1600-1700	1,2
	М-150	1700-1800	1,2
Бетон на вулканическомшлаке, пемзе, туфе	М-100	1500-1650	1,2
		1300-1400	1,3
	М-150	1600-1800	1,1
		1500	1,2
	М-200	1700	1,2
Газобетон, пенобетон, газосиликат	М-70	1000	1,5
Кладка из кирпича, пустотелых керамических блоков		1500-1600	1,1
		1200-1400	1,2
Гипс, гипс поризованный, гипс с легкими заполнителями	М-80	1200	1,3
	М-100	1000	1,4

Приложение 15

Материалы	Плотность, кг/м ³	f_v , Гц	f_c , Гц	R_v , дБ	R_c , дБ
1. Сталь	7800	6000/ h	12000/ h	40	32
2. Алюминиевые сплавы	2500-2700	6000/ h	12000/ h	32	22
3. Стекло силикатное	2500	6000/ h	12000/ h	35	29
4. Стекло органическое	1200	17000/ h	34000/ h	37	30
5. Асбоцементные листы	2100	9000/ h	18000/ h	35	29
	1800	9000/ h	18000/ h	34	28
	1600	10000/ h	20000/ h	34	28
6. Гипсокартонные листы (сухая гипсовая штукатурка)	1100	19000/ h	38000/ h	36	30
	850	19000	38000/ h	34	28
7. Древесно-стружечная плита (ДСП)	850	13000/ h	26000/ h	32	27
	650	13500/ h	27000/ h	30,5	26
8. Твердая древесно-волок- нистая плита (ДВП)	1100	19000/ h	38000/ h	35	29

Примечание: h – толщина в мм.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ПЛАН ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.....	4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	5
Раздел 1. ОСНОВЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕПЛОТЕХНИКИ	7
Лабораторная работа №1 Определение кратности воздухообмена в аудитории.....	7
Раздел 2. АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНАЯ АКУСТИКА	10
Лабораторная работа №2 Определение изоляции воздушного шума плоской однослойной ограждающей конструкцией.....	10
Раздел 3. ОСНОВЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ СВЕТОТЕХНИКИ	17
Лабораторная работа №3 Исследование естественной освещенности помещений при светопроемах различной формы	17
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	22
ПРИЛОЖЕНИЯ	23

Учебное издание

Петрянина Любовь Николаевна
Викторова Ольга Леонидовна

СТРОИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА

Методические указания

для выполнения лабораторных работ по направлению 08.05.01
«Строительство уникальных зданий и сооружений»

В авторской редакции
Верстка Н.В. Кучина

Подписано в печать 26.02.16. Формат 60x84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл.печ.л. 2,325. Уч.-изд.л. 2,5. Тираж 80 экз.
Заказ № 156.

Издательство ПГУАС.
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28.