

УДК 69:534.835  
ББК 38.113.22-02  
А72

Авторы:

А. И. Антонов, В. И. Леденев, И. В. Матвеева, И. Л. Шубин

Рецензенты:

*Кочкин А. А.* — д-р техн. наук, доц., заведующий каф. «Промышленное и гражданское строительство» ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет»;

*Гусев В. П.* — д-р техн. наук, старший научный сотрудник, заведующий лабораторией НИИСФ РААСН

**Антонов, А. И.**

А72      Расчеты шума в гражданских и промышленных зданиях при зеркально-диффузном отражении звука от ограждений : монография / А. И. Антонов [и др.]. — Москва : Директ-Медиа, 2022. — 192 с.

ISBN 978-5-4499-2953-2

В монографии рассматриваются комбинированные расчетные методы определения уровней звукового давления в помещениях гражданских и промышленных зданий, разработанные авторами на основе представлений о зеркально-диффузном характере отражения звука от ограждений. При разработке методов выполнены исследования параметров и структуры отраженных составляющих звуковых полей, формирующихся в помещениях при зеркально-диффузном отражении звука от ограждений. Подробно рассмотрены комбинированные расчетные модели, использующие расчетные методы определения зеркальной и диффузной составляющих отраженной звуковой энергии. Предложены комбинированные модели, основанные на методе мнимых источников и интегральном уравнении Куттруфа, методе прослеживания лучей и интегральном уравнении Куттруфа, методе прослеживания лучей и численном статистическом энергетическом методе. Предложенные расчетные модели и разработанные методики для их реализации ориентированы на применение современной вычислительной техники.

Предназначена для научных и инженерно-технических работников, занимающихся вопросами оценки шумового режима и проектирования строительно-акустических мер снижения шума в гражданских и производственных зданиях, полезна студентам и аспирантам, изучающим курс строительной акустики.

УДК 69:534.835  
ББК 38.113.22-02

ISBN 978-5-4499-2953-2

© Коллектив авторов, текст, 2022

© Издательство «Директ-Медиа», оформление, 2022

## Оглавление

Введение.....	5
1. Процессы формирования шумовых полей в помещениях и методы оценки их энергетических параметров.....	7
1.1. Значение расчетов шума в помещениях при проектировании шумозащитных мероприятий.....	7
1.2. Условия формирования шумовых полей в помещениях и их учет в методах расчета энергетических параметров звуковых полей .....	11
1.3. Современные требования к методам расчета энергетических параметров шума в помещениях и оценка соответствия им используемых в практике проектирования расчетных моделей и методов.....	24
2. Параметры и структура отраженных звуковых полей помещений при зеркально-диффузной модели отражения звука от ограждений.....	32
2.1. Теоретическое обоснование зеркально-диффузной модели отражения звука элементами ограждающих конструкций .....	32
2.2. Средняя длина свободного пробега звука в помещениях с диффузным отражением звука от ограждений .....	49
2.3. Характеристики звукового поля помещения при зеркальном отражении звука от ограждений .....	54
2.3.1. Длины свободного пробега звуковых лучей при зеркальном отражении .....	55
2.3.2. Представление отраженного звукового поля через группы звуковых лучей с близкими характеристиками .....	59
2.3.3. Исследование среднего коэффициента звукопоглощения при зеркальном отражении звука от ограждений .....	69
2.4. Исследование процессов нарастания и затухание звуковой энергии в помещениях с зеркально отражающими поверхностями.....	73
2.5. Оценка структуры шумового поля помещений с комбинированным отражением звука от ограждений.....	78

3. Комбинированные расчеты шума в помещениях при зеркальном, диффузном и зеркально-диффузном отражении звука от ограждений.....	92
3.1. Комбинированные расчеты шума при зеркальном и диффузном отражении звука .....	92
3.2. Приближенные расчетные модели, реализующие зеркально-диффузное отражение звука от ограждений .....	99
3.2.1. Использование метода прослеживания лучей для расчета энергетических характеристик отраженного звукового поля при зеркально-диффузном отражении звука .....	101
3.2.2. Приближенные геометрические статистические методы расчета энергетических характеристик отраженного звукового поля при зеркально-диффузном отражении звука.....	103
3.3. Комбинированные расчетные модели, учитывающие переход зеркально отражаемой энергии в диффузно-рассеянную энергию.....	108
3.3.1. Комбинированная расчетная модель, основанная на методе мнимых источников и интегральном уравнении Куттруфа .....	110
3.3.2. Комбинированная расчетная модель, основанная на методе прослеживания лучей и интегральном уравнении Куттруфа .....	112
3.3.3. Комбинированная расчетная модель, основанная на методе прослеживания лучей и численном статистическом энергетическом методе .....	114
3.4. Исследование коэффициента связи плотности потока и градиента плотности диффузно рассеянной звуковой энергии в квазидиффузных звуковых полях .....	121
3.5. Исследование коэффициентов рассеивания зеркальной энергии при зеркально-диффузном характере отражения звука от ограждений .....	141
3.6. Сравнительный анализ расчетных и экспериментальных уровней звукового давления в производственных помещениях .....	158
Заключение .....	177
Список использованных источников.....	180