

УТВЕРЖДАЮ

Исполняющий обязанности
ректора проректор по научной и
инновационной деятельности
федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Вологодский государственный
университет»



Ежова Н.Э.

«22» мая 2024 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Вологодский государственный университет» (ВоГУ) на диссертационную работу **Яровой Татьяны Сергеевны** на тему «Разработка методов расчета шумового режима и проектирования акустического благоустройства зданий и сооружений с массовым пребыванием людей», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1 Строительные конструкции, здания и сооружения

Актуальность темы диссертации

В настоящее время в городской застройке имеются объекты в виде зданий и сооружений, на которых одновременно может находиться большое количество людей. Такие объекты по условиям обеспечения их общественной и пожарной безопасности относятся к объектам с массовым пребыванием людей. Практика эксплуатации показывает, что при их проектировании кроме обеспечения общих требований безопасности следует учитывать и другие условия, влияющие на жизнедеятельность внутри объектов и на окружающую их внешнюю среду. К таким условиям относится и необходимость снижения уровней шума, создаваемого большим количеством одновременно разговаривающих людей. Этот шум затрудняет восприятие необходимой инфор-

мации, ухудшает условия общения людей, вызывает раздражительность и утомляемость. Для обеспечения акустического комфорта на таких объектах необходима разработка шумозащитных мероприятий. Обоснованный выбор мероприятий зависит от точности методов расчета энергетических параметров шума, создаваемого разговаривающими людьми как специфическими источниками звуковой энергии. На настоящий момент такие методы отсутствуют и, следовательно, выбор мер по акустическому благоустройству производится без должного обоснования их акустической и экономической эффективности. По этой причине разработка методов расчета шумового режима на объектах с массовым пребыванием людей и методик их использования при проектировании мер по акустическому благоустройству является актуальной темой исследований в области строительной акустики, отвечающей требованиям пунктов 7 и 9 паспорта научной специальности 2.1.1 Строительные конструкции, здания и сооружения.

Структура и содержание диссертации

Структура диссертационной работы обусловлена ее целью и задачами. Диссертация состоит из введения, основной части из четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Работа изложена на 206 страницах, в том числе включает 175 страниц основного текста, 71 рисунок, 61 таблицу и 134 наименования использованной литературы.

Во введении раскрыта актуальность исследования, поставлена цель и задачи работы, указаны новизна, теоретическая и практическая значимость исследования, степень достоверности, апробация и внедрение полученных результатов.

В первой главе работы дано развернутое определение объектов с массовым пребыванием людей с точки зрения формирования в них акустических условий в процессе обмена речевой информацией посетителей объектов. В главе подробно проанализированы особенности шумового режима таких объектов и показана необходимость исследования речи людей как специфических источников шума. Учет особенностей таких источников как их мобильность, случайность ориентации в пространстве и т.д. требует разработки

новых методов расчета прямого звука. Показаны принципы разработки этих методов. Выполнен анализ возможностей существующих методов расчета отраженного шума с позиции использования их для расчетов в помещениях с массовым пребыванием людей. На этой основе определены основные направления исследований.

Во второй главе работы разработана методика исследования речи человека как источника шума. Методика использована для определения акустической мощности речи людей разного пола и возраста, а также факторов направленности речи. По результатам исследований получены уровни звуковой мощности речи людей и предложены формулы для определения факторов направленности речи с учетом их частотной зависимости. Полученные в главе результаты дают возможность выполнять оценку шумового режима на объектах с учетом структуры скопления людей в местах их нахождения. Результаты выполненных исследований имеют существенную новизну и практическую значимость.

В третьей главе работы произведена разработка двух принципиально разных методов расчета прямого звука, дающих возможность выполнять расчеты уровней звукового давления с учетом количества и плотности размещения людей на объекте. Показано, что метод компьютерного моделирования при случайной расстановке посетителей является наиболее точным методом, однако обладает большой трудоемкостью. Для случаев большого количества одновременно находящихся людей на объекте предложен другой оригинальный метод, рассматривающий скопление людей как плоскую поверхность с распределенной удельной звуковой мощностью и имеющей определенную для разных конкретных случаев направленность излучения энергии. Выполненный сравнительный анализ результатов расчетов предложенными методами свидетельствует о достоверности принятых при их разработке подходов. Предложенные методы являются новыми и имеют практическую значимость. В главе оценены возможность и границы применения существующих методов расчета отраженного шума в помещениях при оценке шумового режима для случая скопления большого количества разговаривающих людей, рассматри-

ваемых в виде излучающей звуковую энергию плоскости. Предложены методики оценки шума с учетом характера отражения звуковой энергии от ограждений.

Для реализации предложенных методов и методик разработаны компьютерные программы, позволяющие выполнять расчеты в помещениях простых и сложных форм при зеркальном, диффузном и зеркально-диффузном характерах отражения звука. В главе приведены результаты экспериментальной проверки разработанных расчетных методов для различных шумовых ситуаций на объектах с массовым пребыванием людей. Анализ результатов сравнения подтверждает адекватность разработанных методов и методик их реализации.

В четвертой главе работы на основе предложенных методов и методик выполнено подробное исследование формирования шумового режима в помещениях с массовым пребыванием людей при устройстве в них перегородок неполной высоты. Данная задача имеет важное практическое значение. За счет устройства перегородок достигается весьма существенное улучшение акустического режима в офисных и других подобных объектах. При наличии перегородок возрастает изотропность поля, изменяется слышимость и разборчивость речи. Для решения задачи предложен комбинированный метод расчета уровней звукового давления на местах между перегородками и в общем над ними пространстве, учитывающий влияние перегородок на звуковое поле помещения. Выполнена экспериментальная оценка точности метода. На основе предложенного метода рассмотрена задача повышения разборчивости речи с использованием методики определения критерия Сухаревского-Стретта, основанной на методах расчета прямой и отраженной звуковой энергии, разработанных в диссертации. Рассмотренная конкретная ситуация показала эффективность повышения разборчивости речи между оператором и клиентом за счет применения в офисе перегородок неполной высоты с одновременным устройством звукопоглощающего потолка. Выполненный пример свидетельствует о практической значимости исследований.

В заключении даны общие обоснованные выводы результатов работы и предложены рекомендации по их практическому применению. Выводы в целом отражают полученные в работе результаты и соответствует ее цели и задачам.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций работы

Научные положения, выводы и рекомендации работы обосновываются большим объемом теоретических и экспериментальных исследований. Предложенные новые методы и методики базируются на современных подходах строительной акустики к расчетам звуковых полей на открытых пространствах и в помещениях. Разработанные принципы оценки шумового режима на объектах с массовым пребыванием людей не противоречат общим положениям теорий архитектурной и строительной акустики, используемым при научных исследованиях в России и зарубежных странах. Результаты исследований имеют апробацию на конференциях различного уровня и опубликованы в 16 работах, 6 из которых даны в изданиях, включенных в перечень ВАК по специальности 2.1.1.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций работы

Достоверность надежно подтверждена сравнительным анализом расчетных данных, полученных с использованием предложенных автором методов и методик, с данными экспериментов, выполненными на различных по своим характеристикам объектах с массовым пребыванием людей.

Научная новизна работы

Новизна научных исследований заключается в разработке новых методов и методик оценки шумового режима на объектах с массовым пребыванием людей с целью их использования при проектировании акустического благоустройства на таких объектах. К ним относятся:

- результаты определения акустической мощности речи людей как источников шума и факторов направленности излучения ими звуковой энергии;

- методы расчета прямого звука на объектах с массовым пребыванием людей;
- методики расчета шума в помещениях с массовым пребыванием людей, основанные на методе оценки прямого звука, излучаемого скоплением людей как плоской поверхностью, и на модернизированных методах расчета отраженного шума, учитывающих характер отражения звука от ограждения;
- результаты исследований структуры звуковых полей в помещениях с перегородками неполной высоты и разработка на этой основе методики оценки шумового режима и проектирования акустического благоустройства в таких помещениях.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость работы заключается в использовании предложенного расчетного аппарата при исследовании влияния различных факторов на формирование сложных звуковых полей в помещениях с массовым пребыванием людей. Разработанные подходы к оценке акустического режима на таких объектах дают возможность дальнейшего еще более глубокого исследования распространения звуковой энергии от людей как от источников шума.

Работа имеет большую практическую значимость. На основе ее результатов впервые появилась возможность определять шумовой режим объектов с массовым пребыванием людей, основываясь на предпроектных данных об их численности в местах массового скопления, и целенаправленно разрабатывать мероприятия по акустическому благоустройству на этих местах.

Замечания по содержанию диссертационной работы

1. При анализе работ, связанных с темой исследований, указана только работа Прасола В.М. Необходимо было также указать и относящуюся к теме исследования акустических условий в железнодорожных вокзалах работу, выполненную Бормотовым Г. И. в 80-х годах XX века. Данные, полу-

ченные в этой работе, имеют не только исторический, но и практический интерес.

2. При исследовании характеристик речи в условиях реальных помещений необходимо было указать методику определения зоны диффузного звукового поля, в пределах которой может располагаться второй микрофон.

3. При выборе метода оценки разборчивости речи необходимо было произвести анализ возможности использования и других методов, например метод, предложенный в НИИСФ Л. И. Макриненко.

4. Считаем, что в работе уделено излишнее внимание методам расчета отраженного шума, заведомо не отвечающим требованиям к оценке шумового режима в помещениях с массовым пребыванием людей.

5. При расчетах энергетических параметров шума в помещениях с перегородками использована двухмерная модель, имеющая в своей основе существенные упрощения. Необходимо было дать более подробное обоснование ее применения.

6. Нет подробного объяснения применения при расчетах уровней звукового давления в помещениях метода оценки прямого звука как от излучающей звуковую энергию плоскости, а не метода компьютерного моделирования.

7. Не обосновано применение при исследованиях разборчивости речи метода прослеживания лучей. Реальные условия отражения звука соответствуют зеркально-диффузной модели отражения. В этом случае более логично применение комбинированного метода расчета.

В целом указанные замечания не влияют на положительную оценку работы и не снижают ее теоретической и практической значимости.

Заключение по результатам диссертации

Содержание представленной на рассмотрение диссертации Яровой Т. С. «Разработка методов расчета шумового режима и проектирования акустического благоустройства зданий и сооружений с массовым пребыванием людей» дает основание сделать вывод о том, что диссертационная работа является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной в

рамках актуальной темы исследований строительной физики, имеет научную новизну, теоретическую и практическую значимость.

В целом, представленная диссертационная работа соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (Постановление Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Яровая Татьяна Сергеевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.1 Строительные конструкции, здания и сооружения.

Диссертация, автореферат и отзыв на диссертацию Яровой Т. С. рассмотрены и одобрены на заседании кафедры «Промышленное и гражданское строительство» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Вологодский государственный университет», протокол заседания № 9 от 22 мая 2024 г.

Доктор технических наук по специальности 05.23.01 Строительные конструкции, здания и сооружения, профессор, заведующий кафедрой «Промышленное и гражданское строительство» ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет»

Эл. почта: kochkinaa@vogu35.ru

Телефон: 8 (8172) 51-83-96

Кочкин

Александр Александрович

Личную подпись А. А. Кочкина заверяю:



Специалист по персоналу
управления правового и кадрового
обеспечения

А. А. Кочкин
22.05.2024

Наименование организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодский государственный университет»

Адрес организации: 160000, Вологодская обл., г. Вологда, ул. Ленина, д. 15

Телефон: 8 (8172) 72-46-45; эл. почта: rector_s@vogu35.ru