

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Кондратьева Сергея Алексеевича
«Расчет и снижение шума экранами в замкнутых объемах с различными
акустическими свойствами», представленную на соискание учёной степени
кандидата технических наук по специальности 1.3.7 – Акустика

1. Актуальность темы диссертационной работы

Развитие промышленности приводит к увеличению мощностей оборудования и увеличению акустической нагрузки в замкнутых объемах на работающих, что подтверждается ежегодными отчетами Роспотребнадзора. С целью определения уровня сверхнормативного воздействия шума автор провел достаточно полное обследование шума на рабочих местах, установив, что из 435 точек измерений на четырех предприятиях бумагопечатного и чеканного производства только в 10% случаев эквивалентные УЗ на рабочих местах находятся в норме, в 70% отмечены превышения до 10 дБА, а в 20% - превышения составили до 22 дБА. Рассмотрев в качестве средства шумозащиты в замкнутых объемах производственных помещений акустические экраны (АЭ), автор показал необходимость увязывать эффективность АЭ с акустическими свойствами помещений, в которых устанавливаются АЭ. При этом установил, что в имеющихся методах расчета эффективности АЭ в помещениях влияние отраженного звука на эффективность учитывается неполно. Основная часть диссертационного исследования посвящена детальному изучению взаимосвязи эффективности АЭ с акустическими свойствами помещений, что позволяет сделать вывод об актуальности темы исследования.

2. Научная новизна исследования

Автором сформулирована научная новизна:

1. Предложена классификация производственных помещений в зависимости от их акустических качеств, определяемых выбранным

критерием - значением среднего коэффициента звукопоглощения помещения на частоте 1000 Гц.

2. Разработана методика расчёта эффективности акустических экранов, расположенных в производственных помещениях, включающая как указанный расчёт в областях прямого и отраженного звука с учетом полученных автором экспериментальных поправок на влияние акустических свойств помещения и на форму АЭ, так и расчёт в области отраженного звука, где влияние акустических свойств помещения учитывается теоретически.

3. Исследована и получена зависимость эффективности АЭ от акустических характеристик помещения, а также от формы и особенностей установки АЭ в помещении.

4. Определена взаимосвязь эффективности АЭ в помещениях с акустическими свойствами последних, определяемых выбранным критерием, согласно предложенной классификации.

3. Теоретическая и практическая значимость

1. Получены характеристики шума на рабочих местах и в рабочих зонах в производственных помещениях бумагопечатных и чеканных предприятий, определены требования по снижению шума.

2. Изучены акустические свойства производственных помещений, показаны пределы улучшения акустических характеристик последних, влияющих на эффективность АЭ, установленных в помещениях.

3. Получены данные о влиянии расположения АЭ в производственных помещениях и параметров самих экранов (размеров, наличия звукопоглощающего материала на АЭ) на их акустическую эффективность, что позволяет проектировать АЭ в помещениях с улучшенными характеристиками снижения шума.

4. Разработана методика расчёта эффективности АЭ в помещении, позволяющая оценить уровень снижения шума экраном на стадии проектирования с учётом влияния прямого и отраженного звуков.

5. Разработаны рекомендации по проектированию АЭ для снижения шума на рабочих местах и в рабочих зонах производственных помещений, выполнена апробация предложенных решений.

4. Достоверность полученных результатов, степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность результатов диссертационного исследования подтверждена успешной апробацией и внедрением полученных результатов в практику проектирования шумозащитных мероприятий, а также доказана в ходе натурных экспериментов, выполненных в свободном звуковом поле и в помещениях с различными акустическими свойствами с использованием современных методов обработки данных и оценки погрешности измерений. Эксперименты выполнены с использованием прецизионной акустической аппаратуры, соответствуют поставленным задачам. Результаты теоретических и экспериментальных исследований эффективности акустических экранов сопоставимы. Методики проведенных экспериментальных исследований разработаны с учетом действующих нормативных документов.

Соискателем проведен детальный анализ современного состояния научной проблемы, связанной с повышенным уровнем шума в производственных помещениях и применением в них акустических экранов для его снижения. Проанализированы основные факторы, влияющие на эффективность АЭ в помещениях, выявлены акустические характеристики замкнутых объемов, которые необходимо учитывать при расчете эффективности АЭ. Теоретические и экспериментальные исследования соответствуют цели и поставленным задачам. Полученные результаты и их анализ позволили соискателю обосновать научные положения, выводы и рекомендации, логично вытекающие из представленных в диссертации данных.

5. Оценка содержания работы

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы из 108 наименований и 3 приложений;

изложена на 162 страницах машинописного текста (34 страницы приложений), в том числе содержит 34 рисунка и 34 таблицы.

Во введении показана актуальность работы, сформулированы цели и задачи работы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, основные положения, выносимые на защиту, достоверность и апробация результатов.

В первой главе дано краткое описание объектов исследования, проанализировано состояние проблемы шума на производстве, а также состав и методы шумозащиты. Основное внимание автор уделит состоянию вопроса применения акустических экранов (АЭ) в замкнутых объемах (помещениях) и в свободном звуковом поле, рассмотрев теорию, расчет и конструктивные решения АЭ. На основании подробного анализа состояния вопроса автор сформулировал цель работы – исследования АЭ в замкнутых объемах с различными акустическими свойствами, а также задачи исследования.

Во второй главе проанализированы характеристики шума на рабочих местах и в рабочих зонах бумагопечатного и чеканного предприятий, а также приведены результаты исследования акустических свойств производственных помещений этой отрасли. Анализ измеренных на рабочих местах уровней звука показал наличие проблемы: всего в 10 % случаев шум не превышал допустимые санитарные нормы. Исследования акустических свойств помещений были проведены в 22 цехах тех же предприятий путем измерения в них времени реверберации в частотном диапазоне 125-8000 Гц. Автором были проанализированы вычисленные на основании результатов измерений средний коэффициент звукопоглощения и граничный радиус в этих помещениях. Автор пришел к важному выводу: в натуральных условиях производства, где практически отсутствует звукопоглощение, средний коэффициент звукопоглощения очень невелик, в основном находится в пределах 0,1-0,2, то есть акустические качества помещений с точки зрения шумозащиты чрезвычайно низкие. На основании выбранного автором критерия (средний коэффициент звукопоглощения на частоте 1000 Гц) автор

предложил классификацию производственных помещений с изменяемыми акустическими свойствами, которая была положена в основу дальнейших исследований.

В третьей главе изложен расчет и теоретические исследования эффективности АЭ. Автор выполнил вычисления акустической эффективности АЭ согласно ГОСТ 31287-205 (таблица 3.1) и сравнил полученные результаты с данными выполненных им экспериментов в выбранном частотном диапазоне. Отклонение расчетных данных составило от 5 до 23 дБ, что позволило автору прийти к следующим обоснованным выводам:

- используемый современной нормативно-технической документацией подход к расчету эффективности АЭ, основанный на оптико-дифракционной теории, является неприменимым для расчета АЭ в замкнутых объемах;
- в расчетах эффективности АЭ необходимо учитывать акустические свойства помещений, где располагается АЭ.

В основу предложенных автором теоретических зависимостей было положено представление о звуковом поле помещений, связанное с граничным радиусом, изложенное в СП 254.1325800.2016, согласно которому рассматривается три области звукового поля, связанные с расстоянием от источника шума до расчетной точки (области преимущественного действия прямого звука, прямого и отраженного звука, а также отраженного звука). Автором предложены методы расчетов для второй и третьей областей.

На основании статистической теории акустики с использованием метода последовательного преобразования звуковых полей, успешно разрабатываемого научной школой БГТУ «Военмех», автор предложил для второй области звукового поля (прямой и отраженный звук) полуэмпирическую формулу, где прямой звук учитывается теоретическая, а влияние отраженного звука учитывается предложенной автором экспериментальной поправкой. Расчет АЭ в третьей области предложено выполнять теоретически с учетом акустических свойств помещения.

Корректность предложенного подхода, а также точность расчетов проверена экспериментально. Полученные автором сравнительные данные позволяют положительно оценить предложенные им зависимости.

В четвертой главе приведены результаты экспериментальных исследований АЭ в помещениях и в свободном звуковом поле.

Соискатель приводит методики измерений, описание разработанного им опытного стенда, а также акустические характеристики испытательного помещения при различных значениях времени реверберации и среднего коэффициента звукопоглощения. В рамках исследования АЭ соискателем были выполнены два этапа испытаний: в свободном звуковом поле и в опытном помещении. На первом этапе была выявлена связь акустической эффективности АЭ с его основными конструктивными свойствами, а также получены исходные данные для сравнения с результатами измерений на втором этапе. На втором этапе было подробно изучено влияние отраженного звука на акустическую эффективность АЭ. Отметим продуманность предложенной методики, а также объем выполненных экспериментов и их обработки. Получены исчерпывающие данные, показавшие плодотворность предложенного автором подхода.

В завершающей части работы приведены рекомендации по проектированию и установке АЭ в помещениях, а также результаты успешной апробации результатов исследования на производстве и в учебном процессе.

Работа не свободна от недостатков, выявлены следующие замечания.

1. При выполнении расчетов по действующей нормативно-технической документации автор ограничился рассмотрением ГОСТ 31287-2005 (ИСО 17624-2004), тогда как расчетные формулы АЭ приведены и в других нормативных документах. Было необходимо представить в диссертации более полный анализ требований действующих нормативных документов.

2. Соискателем предложена эмпирическая поправка в формуле (3.16), связанная с учетом акустических свойств помещения. Значения этой поправки,

связанные с размерами АЭ, приведены в табл. 4.9. Привязка поправки к размерам АЭ ограничивает ее применение, следовало бы разработать поправку универсальную для всех типоразмеров АЭ.

3. Соискатель приводит методы расчета АЭ для двух случаев (прямой и отраженный звук и только отраженный звук), но не описывает как рассчитать эффективность АЭ, если и экран, и расчетная точка будут расположены в зоне только прямого звука?

4. В пояснениях к формуле эффективности АЭ в области влияния отраженного звука ($r \geq 2r_{гр}$, $r_{гр}$ – граничный радиус), разработанной автором (формула 3.19), не указаны пределы применения формулы, целесообразно указать ограничения при ее использовании.

5. Работа не свободна от опечаток (например, на стр. 65, 96, 98 и др.) Отмеченные недостатки не снижают ценности работы.

Общая оценка работы, ее завершенность

Диссертация выполнена в классической форме научного исследования, на актуальную тему «Расчет и снижение шума экранами в замкнутых объемах с различными акустическими свойствами», является самостоятельной завершенной научно-квалификационной работой. Структурно-логическое построение диссертации отвечает заявленной теме. Цель, поставленная автором, достигнута. Диссертация написана технически грамотным языком и обладает внутренним единством. Автореферат содержит основные положения диссертационной работы и полностью отражают ее содержание. Оформление диссертации и автореферата соответствует требованиям ГОСТ Р 7.0.11-2011 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». Основные результаты диссертации отображены в опубликованных автором работах. Диссертация полностью соответствует заявленным пунктам паспорта специальности 1.3.7 – «Акустика».

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о присуждении ученых степеней»

Диссертационная работа Кондратьева Сергея Алексеевича на тему «Расчет и снижение шума экранами в замкнутых объемах с различными акустическими свойствами» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.7 - Акустика представляет собой самостоятельную завершенную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, в которой изложены научно обоснованные решения по расчету и снижению шума акустическими экранами в замкнутых объемах с различными акустическими свойствами. Предложенные решения имеют практическую полезность и апробированы на производстве.

По актуальности, научной новизне и практической значимости представленная работа соответствует требованиям Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842 «О порядке присуждения ученых степеней» (с изменениями и дополнениями) для диссертаций, а ее автор, Кондратьев Сергей Алексеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.7 – Акустика.

Официальный оппонент:

Элькин Юрий Иосифович
Профессор кафедры «Инженерно-экологические инновации и комплексная безопасность» ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)»
Доктор технических наук (01.04.06 – Акустика)
Моб. тел.: +79857635140
E-mail: elkiny@mail.ru

25.03.2026



Название организации: ФГБОУ ВО «Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)»

Почтовый адрес организации: 125319, г. Москва, Ленинградский проспект, дом 64

Тел.: +7 (499) 346-01-68

E-mail: info@madi.ru

Я, Элькин Юрий Иосифович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

25.03.2026



(Ю.И. Элькин)

Подпись доктора технических наук, Элькина Юрия Иосифовича, удостоверяю:



Подпись Элькина Ю.И. удостоверяю
Документовед о/к Сухарев А.А.