

## 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

Диссертация состоит из введения, четырех глав, основных выводов и рекомендаций, списка литературы из 108 наименований, трёх приложений. Диссертация содержит 164 страницы (34 стр. приложений), 34 рисунка и 34 таблицы.

### Актуальность темы диссертационной работы

Повышенное акустическое воздействие на рабочий персонал внутри производственных помещений до сих пор является фактором негативного воздействия, который требует внимания. Данный факт подтверждается данными, публикуемыми в ежегодных государственных докладах о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации.

Среди возможных мероприятий и методов снижения повышенного шумового воздействия особое место принадлежит средствам снижения шума на пути его распространения, в частности, акустическим экранам (АЭ), физический смысл действия которых состоит в преграждении распространения акустической энергии, излучаемой источником шума, на рабочие места и рабочие зоны предприятий. Основной особенностью АЭ является возможность их применения уже на действующих производствах, при этом, они обладают конструктивной простотой, доступной стоимостью и способностью обеспечивать заметное снижение уровней шума.

Методы расчета эффективности АЭ, устанавливаемых вне помещений, например, вдоль автомобильных и железных дорог, получили широкое развитие и, на текущий момент, подробно освещены и описаны. В части применения АЭ для снижения шума в производственных помещениях сохраняется ряд вопросов, остающихся недостаточно исследованными. Наиболее важным из них остается корректный учет влияния акустических характеристик помещения на эффективность установленного в нем экрана.

Известно, что эффективность экрана, устанавливаемого внутри производственного помещения, заметно снижается по сравнению с экраном аналогичной конфигурации, установленном в открытом пространстве. Точное прогнозирование распространения шума в замкнутом помещении представляет сложную задачу, а учет влияния АЭ на изменение распространения звука, который можно было бы выразить количественно, до сих пор является предметом поэтапного изучения данного направления. Исследование, направленное на всестороннее (как экспериментальное, так и теоретическое) решение этих вопросов, представляет собой несомненно актуальную задачу.

### **Научная новизна диссертационного исследования:**

1. Предложена классификация производственных помещений в зависимости от их акустических качеств, определяемых выбранным критерием - значением среднего коэффициента звукопоглощения помещения в октавной полосе со среднегеометрической частотой 1000 Гц.

2. Разработана методика расчёта эффективности акустических экранов, расположенных в производственных помещениях, включающая расчёт в области прямого и отраженного звука с полученными экспериментальными поправками на влияние акустических свойств помещения и форму АЭ, а также 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.

### **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, влияющих на эффективность АЭ, установленных в помещениях.

3. Получены данные о влиянии расположения АЭ в производственных помещениях и параметров АЭ (размеров, наличия звукопоглощающего материала) на акустическую эффективность АЭ, 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 звука.

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

### **Оценка содержания работы**

**В первой главе** представлен анализ современного состояния исследуемой области и сформулированы задачи диссертации. В ней кратко охарактеризованы объекты изучения, проанализированы параметры производственного шума на ряде предприятий, рассмотрены существующие подходы к защите работающих от шума в цехах.

Изложены базовые сведения об акустических процессах в помещениях, систематизированы известные методы расчета и проектирования акустических экранов, в том числе при их установке внутри зданий, выполнен анализ регламентирующей документации. Завершается глава обоснованной постановкой задач, решаемых в работе.

**Во второй главе** представлены результаты натурных исследований шумовых характеристик и акустических свойств производственных помещений бумагопечатных предприятий. Анализ измерений, выполненных на четырех предприятиях (всего 435 точек), показал, что нормативные уровни шума соблюдаются лишь в 10% случаев, в 70% зафиксированы превышения до 10 дБА, а в 20% — от 11 до 22 дБА. Полученные данные подтверждают актуальность борьбы с шумом на производстве, а опосредовано и актуальность применения акустических экранов для снижения шума.

Исследование акустических свойств 22 цехов и производственных участков включало измерение времени реверберации с последующим расчетом среднего коэффициента звукопоглощения и граничного радиуса во всем исследуемом диапазоне частот (125-8000 Гц). Установлено, что для всех обследованных помещений значения среднего коэффициента звукопоглощения находятся в интервале 0,1 – 0,2, что свидетельствует о крайне высокой доле отраженного звука, и, как следствие, о низкой эффективности традиционного применения акустических экранов. На основе полученных данных автором разработана классификация помещений по акустическим характеристикам, с использованием которой установлена взаимосвязь между эффективностью экранирования и акустическими свойствами помещений.

**В третьей главе** представлены результаты расчета эффективности акустических экранов в помещении, выполненные по действующим нормативным документам, в сопоставлении с экспериментальными данными, а также изложены разработанные автором новые расчетные формулы. Установлено, что в ГОСТ 31287-2005 (ИСО 17624:2004) отсутствует взаимосвязь между эффективностью экранирования и акустическими характеристиками помещения. Вследствие этого расхождение расчетных и экспериментальных значений в наиболее благоприятных условиях составляет 5–8 дБ, а в неблагоприятных может достигать 20 дБ. На основании этого автором сделан вывод о необходимости поиска альтернативных подходов к расчетам АЭ.

С использованием фундаментальных положений статистической теории акустики и метода последовательного преобразования звуковых полей была получена новая расчетная формула, в которой влияние акустических свойств помещения на эффективность экрана предлагается учитывать экспериментальным путем. Сравнение результатов расчетов, полученных по данной формуле, с экспериментальными данными, подтвердило ее приемлемую точность.

**В четвертой главе** представлены результаты экспериментальных исследований акустических экранов. Описаны экспериментальный стенд и

методика испытаний в свободном звуковом поле и в опытном помещении с варьируемыми акустическими свойствами.

В свободном звуковом поле установлены зависимости эффективности АЭ от их размеров, формы и других параметров. Основная часть экспериментов посвящена изучению влияния акустических свойств помещения на эффективность АЭ и проверке предложенных автором расчетных формул.

Показано, что повышение акустического качества помещения, т.е. снижение отраженного звука, в пределах разработанной классификации увеличивает эффективность АЭ (на примере конструкции  $2 \times 2$  м) на 4–15 дБ в диапазоне 125–8000 Гц. Однако эффективность АЭ в помещении всегда ниже, чем в свободном звуковом поле. Применение АЭ в помещениях без акустической обработки малоэффективно (экран  $2 \times 2$  м снижает уровни звукового давления всего на 2–4 дБ). Сформулированы рекомендации по применению АЭ, главная из которых — обязательная акустическая обработка помещения.

По результатам исследований предложены шумозащитные мероприятия для цеха металлообработки: П-образный экран  $2,5 \times 4$  м и штучные звукопоглотители на потолке. До внедрения шум превышал нормы на 2–15 дБ (15 дБА). После установки экрана снижение составило 7–10 дБ, но превышения оставались на уровне 4–6 дБ. Акустическая обработка помещения дала дополнительное снижение 3–10 дБ, что позволило достичь нормы (80 дБА). Результаты внедрения подтвердили основные выводы автора.

**В заключении** диссертации указаны основные научные результаты и выводы диссертационного исследования, краткие рекомендации по проектированию и установке АЭ в производственных помещениях, описана апробация предложенных автором решений.

**В приложениях** представлены результаты экспериментальных исследований и акты внедрения.

**Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций**, изложенных в диссертации С.А. Кондратьева, обеспечивается опорой на фундаментальные принципы статистической и геометрической акустики. Все основные теоретические выводы работы находят подтверждение в результатах экспериментальных исследований, проведенных с применением высокоточного акустического измерительного оборудования. Приемлемая степень соответствия расчетных и экспериментальных данных подтверждает надежность предложенных автором методик расчета. Обоснованность разработанных инженерных решений подкрепляется положительными итогами их внедрения в производственную практику. Корректность экспериментальных данных обусловлена соблюдением современных стандартов акустических измерений и применением рекомендованных в НТД методов обработки результатов, включая оценку погрешностей.

**Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации и автореферата.** Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с требованиями ГОСТ Р 7.0.11-2011. «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления». Текст автореферата полностью отражает содержание диссертации. Диссертация и автореферат структурированы, изложены логично, в соответствии программой выполненного исследования. Встречаются отдельные опечатки. Отмеченные недостатки не влияют на суть проведенного исследования.

**По диссертационной работе имеется ряд замечаний:**

1. В диссертационной работе указано, что автор проводил эксперимент в помещении (глава 4), однако недостаточно приведена информация о нем (форма, геометрические размеры, материалы ограждающих конструкций и пр.).
2. В работе говорится, что определение времени реверберации производилось по времени снижения уровней звукового давления в помещении на 60 дБ, однако в применяемом автором стандарте (ГОСТ Р ИСО 3382-2-2013) оценка идет по кривой спада 20 или 30 дБ. Автором не приведена взаимосвязь между указанными подходами.
3. Автор не приводит обоснование, каким из трех методов используемого стандарта (ГОСТ Р ИСО 3382-2-2013) выполнены исследования (ориентировочным, техническим или точным).
4. В разделе 4.5 не приведена поправка  $\Delta L_{\phi}^f$ , используемая в формуле (3.16) диссертационной работы.
5. Автором проведены обширные экспериментальные исследования, однако в работе не указано, какое программное обеспечение использовалось для обработки результатов измерений.

Представленные замечания не снижают научного значения и практической ценности полученных автором результатов и, в целом, не влияют на положительную оценку выполненного исследования.

**Общее заключение**

Диссертационная работа Кондратьева С.А. «Расчет и снижение шума экранами в замкнутых объемах с различными акустическими свойствами», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук является самостоятельной завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения, направленные на защиту от производственного шума. Разработанные решения и рекомендации достаточно аргументированы, имеют высокий практический интерес, позволили разработать и внедрить эффективные шумозащитные мероприятия на производственном предприятии ООО «ОмегаТех», а также нашли свое применение в учебном процессе БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова для обучения студентов по направлению подготовки бакалавриата 20.03.01 «Техносферная безопасность».

Считаю, что представленная диссертационная работа выполнена на современном методическом уровне, соответствует критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (пп. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждения ученых степеней» утвержденного Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842), а её содержание отвечает паспорту научной специальности 1.3.7 – Акустика в части пунктов 6 и 8 предметной области научной специальности 1.3.7 «Акустика», отрасль науки – технические науки: «6. Акустика газовых сред, аэроакустика, приём и обработка звуковых сигналов в воздухе, мониторинг источников акустического шума в атмосфере, акустическая экология», «8. Акустика помещений, музыкальная акустика, акустика речи».

Автор диссертации Кондратьев Сергей Алексеевич заслуживает присвоения степени кандидата технических наук по специальности 1.3.7 – «Акустика».

Официальный оппонент

Светлов Валерий Валериевич

Начальник проектного отдела ООО «Центр экологической безопасности гражданской авиации»

Ученая степень: кандидат технических наук

Шифр специальности: 1.3.7 «Акустика»

Моб. тел.: 8-911-814-04-67

23.03.2026

 /Светлов В.В./

Название организации: Общество с ограниченной ответственностью «Центр экологической безопасности гражданской авиации» (ООО «ЦЭБ ГА»)

Почтовый адрес организации: 111250, Российская Федерация, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 14А, корп.2, НП25

Тел.: +7(495)3610161

E-mail: eco@ecoflight.ru

Я, Светлов Валерий Валериевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

23. марта .2026


 /Светлов В.В./

Подпись кандидата технических наук, Светлова В.В., удостоверяю:

Генеральный директор ООО «ЦЭБ ГА»

25. марта .2026



 /Картышев М.О./