

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу
Васильева Александра Петровича
на тему «Оценка, расчет и снижение внешнего шума промышленного
предприятия с множественными источниками шума»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 1.3.7 – Акустика

Актуальность темы диссертации

Проблема акустического дискомфорта, создаваемого промышленными предприятиями, приобретает особую остроту в условиях плотной городской застройки и ограниченности территорий для расширения санитарно-защитных зон. Статистические данные Роспотребнадзора за последние годы свидетельствуют о росте числа граждан, подверженных сверхнормативному шумовому воздействию, причем доля промышленных объектов в структуре жалоб остается стабильно высокой. Сложность прогнозирования шума от таких объектов обусловлена многообразием источников (вентиляционные системы, технологическое оборудование, транспорт), их пространственным распределением и различными высотами расположения. Существующие методы расчета, основанные на суммировании вкладов каждого точечного источника, требуют огромного объема исходных данных и использования специализированного программного обеспечения, что делает их трудоемкими и не всегда доступными для оперативных оценок. В связи с этим диссертационное исследование Васильева А.П., направленное на создание упрощенной расчетной модели, в которой предприятие рассматривается как единый плоский источник, является весьма актуальным. Полученные в диссертации результаты имеют большое значение как для совершенствования методик акустического моделирования, так и для практики проектирования средств шумозащиты.

Анализ содержания диссертации

Диссертация изложена на 162 страницах машинописного текста, состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы (137 источников) и трех приложений. Текст сопровождается 18 таблицами и 32 рисунками, что обеспечивает наглядность представления экспериментальных и расчетных данных.

БГТУ «ВОЕНМЕХ»
им. Д.Ф. Устинова
Вх. № 811-26-146
от 03.04.2026

Во **введении** автор обосновывает актуальность, формулирует научно-техническую гипотезу, цель и задачи исследования. Приведены основные положения, выносимые на защиту, а также сведения об апробации и внедрении результатов.

Первая глава представляет собой развернутый аналитический обзор. Автор детально рассматривает нормативные требования к шуму на селитебных территориях (СанПиН 1.2.3685-21, СанПиН 1.2.3684-21, СП51.13330.2011), классифицирует основные типы источников внешнего шума предприятий (механические, аэродинамические, электромагнитные). Кроме того, критически проанализированы методы расчета шума, регламентируемые как отечественными стандартами (ГОСТ 31295.2, СП 276.1325800.2016, ГОСТ 33325), так и зарубежными стандартными методами оценки шума в Европе. Выявленные автором недостатки существующих методов, применимо к промышленным предприятиям – высокая трудоемкость, необходимость детализированного учета сотен источников, отсутствие адекватных расчетных моделей для плоских излучателей – послужили отправной точкой для постановки задач исследования. В качестве примера дано описание объекта исследования – предприятия ООО «Белагротерминал», на котором выполнялись натурные эксперименты. Выполненное для этого предприятия сравнение результатов расчетов шума по стандартной методике с результатами проведенных измерений шума показало расхождение до 7 дБА, что подтверждает необходимость совершенствования методов расчёта распространения шума от промышленных предприятий в городской среде.

Вторая глава содержит описание экспериментальных исследований. Разработана модифицированная методика измерений шумовых характеристик источников, адаптированная для натуральных условий. С ее помощью проведена инвентаризация 151 источника шума на территории объекта исследования, выполнено распределение источников по типам для дальнейшего анализа. Наиболее мощными оказались вентиляционные установки с эквивалентными уровнями звуковой мощности до 116 дБА. Приведена методика измерений шума на прилегающей к предприятию территории для исследования характера распространения шума. Для исследования распространения шума выбрана сетка точек на расстояниях от 100 до 800 м от предприятия. Полученные зависимости снижения уровня звука с расстоянием (рис. 2.3.3 и 2.3.4) подтвердили теоретические представления о трансформации фронта звуковой волны при ее распространении с постепенным переходом от плоской к

цилиндрической волне, а затем и к сферической. Результаты проведенных измерений послужили основой для верификации предложенной автором математической модели распространения шума от промышленного предприятия.

Третья глава посвящена теоретическим исследованиям. Сформулированы основные положения и допущения теории, базирующейся на статистической геометрической акустике и методе последовательного преобразования звуковых полей (Иванов Н.И., Маева З.). Разработаны правила определения значимых источников шума, позволяющие исключить из расчета малозначимые источники шума, учет которых при выполнении расчёта приводит к увеличению трудоемкости расчёта без значимого прироста точности расчёта. Для этого введены два критерия: 1) точечные источники с уровнем звуковой мощности на 30 дБ ниже максимального; 2) источники с уровнем на 20 дБ ниже группы мощных источников, если доля мощных составляет не менее 10 %. На основе принципа Гюйгенса предложена расчетная схема, в которой первичным плоским источником является кровля зданий, а вторичным – фасад. Разработаны формулы для расчета уровней звука в зонах плоской, квазиплоской, цилиндрической, квазичилиндрической и сферической волн. Проведена верификация модели: расчетные уровни звука в 10 контрольных точках сопоставлены с измерениями. Сходимость составила 1–3 дБА, что лучше результатов расчета по стандартной методике (ГОСТ 31295.2-2005).

Четвертая глава представляет разработанные практические рекомендации. На основе созданной математической модели предложена система шумозащитного зонирования прилегающих территорий. Предприятия классифицируются по четырем классам шумности в зависимости от их уровня звуковой мощности (от 100 до 130 дБА и выше). Для каждого класса и линейных размеров плоского источника (от 100 до 1000 м) в зависимости от расстояния до защищаемого объекта (100–500 м) определена необходимая общая эффективность шумозащитных мероприятий. Разработана методика выбора конкретных средств снижения шума, основанная на приоритете мероприятий в источнике (глушители, кожухи) и, при необходимости, на пути распространения (экраны). Предложены типовые конструкции шумозащитных устройств: диссипативные глушители для вентиляционных систем, звукоизолирующие кожухи с акустическими решетками для крышных вентиляторов, акустические экраны для транспортных потоков. Апробация выполнена на двух промышленных объектах. На предприятии ГК

«Содружество» в г. Светлый Калининградской обл. после внедрения разработанного комплекса мероприятий шум в контрольных точках на границе СЗЗ снизился с 48 дБА до 43 дБА. Аналогичные результаты получены на предприятии «Белагротерминал». Эффективность подтверждена актами внедрения.

В заключении обобщены основные результаты, которые полностью соответствуют поставленным задачам и подтверждены внедрением.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность обеспечена:

- применением апробированных теоретических подходов (статистическая геометрическая акустика, метод преобразования звуковых полей);
- проведением натурных экспериментов с использованием поверенной измерительной аппаратуры (шумомеры 1-го класса);
- значительным объемом экспериментальных данных (151 источник, 10 точек на селитебной территории, 18 точек при исследовании распространения);
- удовлетворительной сходимостью расчетных и экспериментальных результатов (расхождение не более 3 дБА);
- положительными результатами внедрения на реальных промышленных объектах.

Научная новизна

1. Разработана математическая модель, описывающая формирование звукового поля промышленного предприятия как плоского источника шума. В отличие от известных моделей, учитывается последовательная трансформация волнового фронта и дифракционные эффекты на краях зданий.

2. С использованием предложенной математической модели получены расчётные выражения, применение которых при вычислении ожидаемых уровней звука и звукового давления на территории прилегающей к промышленному предприятию, обеспечивает повышение точности и снижение трудоёмкости расчёта.

3. Предложены правила выбора значимых источников шума, основанные на анализе их вклада в суммарную звуковую мощность. Правила позволяют сократить количество учитываемых источников без потери точности (не более 0,5 дБ) и тем самым повысить оперативность проведения расчетов.

Теоретическая и практическая значимость

Теоретическая значимость работы заключается в развитии методов расчета распространения шума от сложных пространственных источников, в частности в обосновании возможности аппроксимации множества точечных источников плоским излучателем.

Практическая значимость подтверждается:

- разработкой модифицированной методики измерений шумовых характеристик источников, пригодной для использования в натуральных условиях;
- созданием расчетных формул, позволяющих выполнять оперативную оценку ожидаемых уровней шума без построения сложных компьютерных моделей;
- разработкой типовых конструкций шумозащитных устройств (кожухи, глушители, экраны) и методики их выбора;
- внедрением результатов в практику проектирования санитарно-защитных зон и шумозащиты на двух промышленных объектах, что подтверждено актами внедрения.

Замечания по диссертационной работе

1. В главе 1 приводится сравнение результатов оценки шума промышленного предприятия, полученных на основе расчетов и измерений, которые показали их существенные различия. При этом не указывается для каких исходных данных проводились расчеты.

2. На основе имеющихся экспериментальных данных отмечается, что шум большинства источников шума является широкополосным. Однако для некоторых типов оборудования, например вентиляторов, возможны дискретные составляющие, требующие специальных методов нормирования. В работе не рассмотрены подходы к их учету в рамках предложенной модели. Кроме того, не учитывается направленность излучения источников шума, которая на высоких частотах может быть существенной.

3. В таблице П 1 приложения приведены шумовые характеристики для 214 источников, но отсутствует информация о том, какие именно источники следует включать в состав аппроксимированных плоских источников, и как определять их линейные размеры, что важно при дальнейшем использовании предложенной методики расчета.

4. В диссертации при определении шумовых характеристик источников и проведении измерений на селитебной территории

использовались данные, полученные в периоды максимальной загрузки оборудования. В работе не предложено методики учета нестационарности работы оборудования при проведении расчетов, например, путем введения поправочных коэффициентов на характер загрузки оборудования.

5. В работе проведены верификация предложенной приближенной методики расчета шума путем сопоставления расчетных уровней шума в контрольных точках с измерениями. При этом в работе не проанализировано почему приближенные расчеты на основе концепции плоских источников дают лучшую сходимость, чем стандартные расчеты, учитывающие точечные источники шума.

6. В работе имеются некоторые терминологические погрешности. Так в ряде мест используется термин «уровень звукового давления» для характеристики источника, тогда как корректнее говорить об уровне звуковой мощности. Кроме того, в работе при описании методики измерения шума в расчетной точке используется термин «средний эквивалентный уровень звукового давления», что не корректно. Для непостоянного шума эквивалентный уровень по определению является некоторым средним значением уровня звукового давления.

7. Раздел Основные выводы и результаты посвящен главным образом результатам работы, а выводам по работе уделено гораздо меньше внимания.

Отмеченные недостатки не носят принципиального характера и не снижают общей высокой оценки диссертационной работы.

Заключение по диссертационной работе

Диссертационная работа Васильева Александра Петровича «Оценка, расчет и снижение внешнего шума промышленного предприятия с множественными источниками шума» является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной задачи разработки научно обоснованного подхода к расчету распространения шума промышленного предприятия как плоского источника. Полученные результаты имеют существенное значение для развития методов акустического моделирования и практики проектирования шумозащитных мероприятий.

Содержание диссертационной работы в части пункта 6 отвечает паспорту научной специальности 1.3.7 – Акустика. По актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости представленная работа

соответствует требованиям п. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание степени кандидата наук, а ее автор – Васильев Александр Петрович – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.7 Акустика.

Официальный оппонент:

Доктор технических наук (специальность 01.04.06 – Акустика),
доцент, профессор кафедры «Экология и промышленная
безопасность», ФГАОУ ВО МГТУ им. Н.Э. Баумана



Комкин Александр Иванович

2.04.2026₂

Я, Комкин Александр Иванович, даю свое согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Васильева А.П. и их дальнейшую обработку.



Сведения об организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, с. 1

E-mail: bauman@bmstu.ru

Тел.: +7 (499) 263-63-91



Подпись Юлианы А.И. заверено.
Юлиана Александровна ШАГАБУТДИНОВА

ШАГАБУТДИНОВА И. В.