

## УТВЕРЖДАЮ

Директор  
ФГБУ «Научно-исследовательский  
институт строительной физики  
Российской академии архитектуры  
и строительных наук»  
член-корр. РААСН, д.т.н., профессор,

И.Л. Шубин

«21» 02 2025 г.

## ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬНОЙ ФИЗИКИ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬНЫХ НАУК»  
(НИИСФ РААСН)

на диссертационную работу Фиева Константина Павловича  
на тему «Контроль, оценка и снижение авиационного шума вблизи аэропортов»,  
представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук  
по специальности 1.3.7 – Акустика

### Актуальность темы исследования

Защита населения от авиационного шума вблизи аэропортов является одной из наиболее острых экологических проблем. На основании данных Роспотребнадзора количество жалоб на шум постоянно увеличивается. Для достижения нормируемых значений шума необходимо обеспечить эффективные методы его контроля и оценки на селитебной территории, разработать мероприятия по защите от авиационного шума.

В связи с этим, совершенствование и разработка методов контроля, оценки и снижения авиационного шума особенно вблизи аэропортов, при выполнении наиболее шумных операций, таких как разбег и взлёт воздушных судов (ВС), является актуальным направлением инженерной акустики. Автор диссертационной работы предложил методику определения влияния траекторий полета на шум в жилой застройке. Предложенный Фиевым К.П. новый методический подход основан на обширных экспериментальных исследованиях, выполненных автором, а также теоретических разработках, что обеспечивает достоверность и обоснованность полученных результатов. Методика расчёта шума с учетом экранирующего эффекта расположенных вблизи взлетно-посадочной полосы (ВПП) зданий и сооружений и результаты теоретического исследования полученных зависимостей имеет ряд

Согласно полученным автором экспериментальным данным наибольшие уровни авиационного шума отмечаются при разбеге самолетов по ВПП, как в расположенной рядом с аэропортом жилой застройке, так и в служебных нормируемых по шуму помещениях зданий на территории аэропорта. В качестве мер снижения шума предлагается учитывать экранирующий эффект зданий, находящихся на территории аэропортов на пути распространения звука от ВПП, а также эффективность специальных сооружений, размещенных вдоль ВПП (например, акустических экранов), и применять шумозащитное остекление нормируемых помещений зданий в зоне тяготения ВПП.

Таким образом, актуальность и практическая ценность диссертационной работы Фиева К.П. не вызывает сомнений, тема диссертации по своему содержанию отвечает потребностям снижения авиационного шума и задачам оздоровления окружающей среды.

### **Структура и содержание диссертации**

**Во введении** отражены актуальность темы исследования, цели и задачи, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация результатов.

**В первой главе** дан обзор состояния проблемы, описан объект исследования. Приведены нормы шума в жилой застройке, показаны масштабы и величина влияния авиационного шума на жилую застройку, проанализированы основные характеристики шума аэропортов и особенности расчетов авиационного шума, показаны их недостатки. Подробно рассмотрены пути и средства снижения авиационного шума. Автор установил необходимость дополнительного изучения вопросов экранирования шума зданиями и сооружениями, расположенными на территории аэропортов.

На основе проведенного анализа сформулированы основные направления и задачи диссертационной работы, выбраны методы исследований.

**Во второй главе** приведены результаты экспериментальных исследований воздействия авиационного шума на примере аэропорта «Пулково». Для проведения контроля и оценки авиационного шума в жилой застройке вблизи аэропортов автором была разработана методика мониторинга авиационного шума, согласно которой точки измерения шума выбирают в соответствии с расположением жилой застройки относительно трасс полётов. Для формализации понятия «жилая застройка вблизи аэропортов» автор предложил использовать в качестве критерия - значения технически достижимых уровней авиационного шума - эквивалентного уровня звука на территории в дневное время большего или равного 60 дБА и значения для ночного времени - большего или равного 50 дБА, что позволило сузить область

исследования и сосредоточиться на конкретных жилых районах, подверженных наиболее высокому воздействию авиационного шума.

Согласно результатам экспериментальных исследований автором установлены районы города Санкт-Петербурга и Ленинградской области вблизи аэропорта «Пулково», в которых уровни воздействия авиационного шума на жилую застройку достигают до 68 дБА в дневное время и до 60 дБА в ночное время, что превышает санитарные нормы, установленные СанПиН 1.2.3685-2021 для дневного и ночного времени.

Статистика, приведенная автором, показала, что 73% пролетов воздушных судов (2326 из общего числа 3181 пролетов) превысили нормативные значения по шуму на территории жилой застройки. Полученные на основе проведенного мониторинга данные, помимо важного практического значения, позволили сделать вывод /, что уровни звука в населенных пунктах, расположенных приблизительно на одинаковом удалении от ВПП, могут различаться на 10 дБА и более. Автор объясняет данный вывод следующими двумя причинами: отклонением воздушных судов от установленных трасс полета, а также наличием экранирующих сооружений между взлетно-посадочной полосой и жилой застройкой.

В третьей главе приведены результаты экспериментальных исследований максимальных уровней звука различных типов воздушных судов (ВС). Исходя из анализа экспериментальных результатов, сделан вывод о том, что самыми шумными типами ВС являются самолёты А319, А320, В735 и В73Н, при этом основная часть превышений уровней звука была зафиксирована в ночной период времени суток.

Автором разработана методика контроля авиационного шума, учитывающая отклонение воздушных судов от установленных маршрутов взлета. Данная методика позволяет без сбора значительного объема исходных данных и без привлечения усилий органов управления воздушным движением количественно оценить масштабы различий расчетных и реальных значений авиационного шума на местности и при наличии данных о ВС, отклонившихся от установленных маршрутов взлета, на основании результатов измерений шума на селитебной территории, аргументированно установить взаимосвязь влияния фактической линии пути (пролета ВС по определенной траектории) с изменением шума на селитебной территории, а также определить причину повышения уровней авиационного шума. Автор провел апробацию разработанной методики контроля авиационного шума путем мониторинга вблизи аэропорта «Пулково» с использованием измерительных станций производства ООО «ПКФ Цифровые Приборы», о чем составлены акты внедрения, приведенные в диссертации.

В третьей главе представлены также результаты анализа данных о влиянии режимов полета на уровни шума в точках контроля, расположенных в пределах четырехста метров от ВПП. Выполнены исследования на трех этапах взлёта воздушного судна (разбег, отрыв и разгон с подъемом), а также на трех этапах посадки ВС (выдерживание, приземление и пробег). Получены графические зависимости изменения шума на различных этапах и сделаны выводы о превалировании уровней звука на этапе «взлет» над этапом «посадка» до 15 дБА. Автор объясняет эту разность тем, что при взлете и посадке основным источником шума является силовая установка, мощность которой при взлете максимально усиливается, а при посадке снижается, чтобы замедлить ВС и после соприкосновения со ВПП использовать реверс и воздушные тормоза (интерцепторы), которые снижают скорость ВС и длину пробега, что тем самым снижает шумовое воздействие.

Автор проанализировал закономерности снижения авиационного шума с расстоянием. Для этого были проведены экспериментальные исследования по снижению шума с увеличением расстояния от ВПП и с увеличением расстояния до аэропорта. Согласно полученным данным сделан вывод, что фронт звуковой волны, излучаемой ВС при взлёте, меняется от цилиндрического к квазичилиндрическому, а затем к сферическому. Эта закономерность прослеживается как для эквивалентных, так и для максимальных уровней звука, что позволило автору сделать вывод: при расчётах снижения шума для объектов, расположенных вблизи ВПП (до расстояний 500 м), следует рассматривать ВС в процессе разбега по ВПП как линейный источник звука.

В **четвёртой главе** приведены разработанные автором формулы для расчета уровней шума с учетом экранирующего эффекта зданиями и сооружениями аэропорта.

Для оценки акустической нагрузки, возникающей при разбеге воздушного судна по ВПП на селитебную территорию вблизи аэропортов и в нормируемых по шуму помещениях, автором разработана методика расчета шума с учетом экранирующего эффекта зданий и сооружений. Методика основана на предложенном Н. И. Ивановым методе последовательного определения звуковой мощности акустической волны, падающей на нижнюю кромку поверхности экрана, обращенной на экранируемый источник звука (в рассматриваемом случае - ВПП). Далее учитываются потери мощности при распространении волны вдоль боковой и верхней граней экрана и излучении ее верхним ребром противоположной источнику звука грани экрана. В разработанном методе расчета использован ряд допущений:

- в качестве источника шума рассматривается не только воздушное судно, но и часть взлётно-посадочной полосы, по которой воздушное судно движется и которая рассматривается как вторичный источник шума, формирующийся за счёт отражения звука, излучаемого ВС, от поверхности ВПП;

- источник звука аппроксимируется линейным источником конечной длины, фронт звуковой волны которого до определённых расстояний имеет цилиндрический или квазичилиндрический характер;

- длина экранирующего сооружения равна длине источника шума.

Исходными характеристиками для расчета принимаются значения уровней звукового давления, полученные на территории, прилегающей к фасаду здания, обращенному к ВПП.

В пятой главе приведены рекомендации по снижению шума в аэропортах и апробация предложенных решений.

Рекомендации по снижению шума разделены на три группы: организационные меры, технические решения и организационно-технические мероприятия. Подробно описаны технические и другие меры по обеспечению малошумных трасс пролета, в том числе, выбор точек для контроля авиационного шума, требования к программам мониторинга и акустической аппаратуре.

Автором определен экранирующий эффект зданий и сооружений в зависимости от их расположения и размеров, приведены результаты верификации расчетных формул, согласно которым отклонение расчетных данных от экспериментальных не превышает 3 дБ, что показывает хорошую сходимость.

На примере аэропорта «Пулково» сделан вывод о том, что выполнение предложенных автором рекомендаций обеспечивает снижение акустической нагрузки в близрасположенной к аэропорту жилой застройке до 9 дБА.

**Научная новизна диссертационного исследования** заключается в следующем:

- установлены закономерности, характеризующие влияние основных режимов и траекторий полёта воздушных судов, а также расстояния на шум вблизи аэропортов;

- при принятом допущении об аппроксимации воздушного судна при разбеге линейным источником шума конечного размера определен экранирующий эффект сооружений, расположенных вблизи ВПП;

- получены формулы для расчета уровней шума с учетом экранирующего эффекта близрасположенных к ВПП сооружений, теоретически изучена связь снижения шума с конструктивными параметрами экранирующих сооружений.

**Значимость полученных результатов для развития соответствующей отрасли науки и практики.** Результаты исследований, полученные Фиевым К.П. в диссертации, имеют важное теоретическое и практическое значение, так как позволяют уточнить методы контроля и оценки авиационного шума; более точно рассчитывать акустическую нагрузку на население при взлете и посадке воздушных судов с помощью разработанного метода,

учитывающего экранирующий эффект зданий и сооружений аэропорта. Требуемая для практического применения точность расчетов по разработанным автором формулам достигается за счет введенной аппроксимации источника шума при взлете и посадке линейным источником звука конечной длины, который представляет совокупное воздействие воздушного судна и части взлётно-посадочной полосы, по которой ВС движется.

Значимость работы для науки и практики заключается также в разработке нового метода контроля авиационного шума, учитывающего влияние траекторий полетов на создаваемый авиационный шум вблизи аэропорта. Разработанная Фиевым К.П. на его основе методика контроля авиационного шума позволяет при наличии данных о ВС, отклонившихся от установленных маршрутов взлета/посадки, и данных о шуме на ближайшей к аэропорту селитебной территории аргументированно установить, что именно является причиной повышения уровней авиационного шума.

**Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертационной работы.** Прикладное значение диссертационной работы заключается в том, что полученные теоретические выводы, методические разработки и практические результаты исследования дают возможность аэропортам сделать наиболее обоснованный выбор рациональных способов защиты от авиационного шума. На основании теоретически обоснованных и экспериментально подтверждённых данных могут быть внесены поправки в действующие нормативно-технические документы, регламентирующие методы контроля авиационного шума, а также могут быть разработаны методические указания по выбору шумозащитных мероприятий при выявлении сверхнормативного акустического воздействия от объектов авиационного транспорта.

Результаты диссертационного исследования могут быть также использованы в учебном процессе при изучении студентами дисциплин, в которых рассматриваются теоретические и практические вопросы снижения авиационного шума и защиты жилой застройки от авиационного шума.

**Основные положения и результаты диссертационной работы** Фиева К.П. достаточно полно отражены в публикациях автора, докладывались и обсуждались на международных и всероссийских научно-практических конференциях. По теме диссертации автором опубликовано 7 научных статей, 4 из которых в списке журналов, рекомендованных ВАК, одна в журнале, входящем в базу данных Scopus, 2 – в материалах научно-практической конференции и школы-семинара с международным участием.

**Замечания.** По содержанию и представленным результатам диссертационного исследования, выполненного Фиевым К.П., можно сделать следующие замечания:

1. В диссертации отсутствует технико-экономическое обоснование предлагаемых средств контроля и защиты от авиационного шума;

2. На рисунке 3.20 представлена кривая 2, полученная расчетным путем, при этом не указана методика расчета;

3. На сколько корректно сравнивать представленные значения шума самолетов на селитебной территории, полученные в разных условиях?

4. В формулах главы 4 при описании длины волны следовало уточнить, что она соответствует среднегеометрической частоте рассматриваемой октавной полосы;

5. Целесообразно пояснить какое значение длины волны принято в расчетах снижения эквивалентного уровня звука в зависимости от высоты (таблица 4.2) и ширины (таблица 4.3) экранирующего сооружения;

6. В главе 5 в предложенных мероприятиях можно было добавить разработку «Проекта 7 подзоны».

7. Текст диссертации не лишен описок и неточностей, например, в разделе 3.1 на странице 63 указано, что список установленных точек измерений и их координаты представлены в таблице 3.1.1., в то время, как у таблицы номер 3.1.

Указанные замечания не оказывают существенного влияния на общую положительную оценку диссертации и не снижают ее научную и практическую ценность.

**Заключение.** На основании анализа текста кандидатской диссертации и автореферата Фиева К.П. можно сделать вывод о том, что диссертационная работа Фиева К.П. на тему «Контроль, оценка и снижение авиационного шума вблизи аэропортов» является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно на высоком научном уровне на актуальную тему, обладающей научной новизной, теоретической и практической ценностью, содержит решение проблемы обеспечения акустического комфорта на территории городской застройки путём предложения более точных методов контроля, оценки и снижения авиационного шума, что в конечном итоге имеет важное социальное значение для развития воздушной структуры аэропортов. Научные положения, выводы и рекомендации, содержащиеся в диссертации, обоснованы и достоверны, имеют важное значение для развития технических наук.

Диссертационная работа обладает внутренним единством, написана технически грамотным языком, стиль изложения доказательный. Диссертационная работа содержит достаточное количество исходных данных, имеет пояснения, рисунки, графики, примеры, подробные расчёты. В конце каждой главы работы имеются выводы. Автореферат полностью отражает содержание диссертации, основных её положений.

Положения диссертации соответствуют паспорту научной специальности 1.3.7 - «Акустика» в части пункта: 6. Акустика газовых сред, аэроакустика, приём и обработка звуковых сигналов в воздухе, мониторинг источников акустического шума в атмосфере, акустическая экология.

Диссертационная работа на тему «Контроль, оценка и снижение авиационного шума вблизи аэропортов» полностью соответствует всем критериям, установленным Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842 (ред. от 16.10.2024) "О порядке присуждения ученых степеней", (вместе с "Положением о присуждении ученых степеней") для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Фиев Константин Павлович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.7 – «Акустика».

Отзыв подготовлен главным научным сотрудником лаборатории №34 НИИСФ РААСН «Защита зданий от вибраций и структурного шума», доктором технических наук Цукерниковым Ильей Евсеевичем.

Отзыв обсужден и утвержден на заседании лаборатории №34 «Защита зданий от вибраций и структурного шума», протокол №1 от 19.02.2025 г.

Главный научный сотрудник  
лаборатории №34 «Защита зданий от вибрации и структурного шума»  
ФГБУ «Научно-исследовательский институт  
строительной физики Российской академии архитектуры  
и строительных наук» (НИИСФ РААСН)  
доктор технических наук,  
специальность 01.04.06 «Акустика»

E-mail: [3342488@mail.ru](mailto:3342488@mail.ru).

Тел.: +7(910)485-58-32

Подпись Цукерникова Ильи Евсеевича

Заверяю:



Илья Евсеевич Цукерников

ЗАВ.ОТДЕЛОМ КАДРОВ  
НИИСФ РААСН  
РАСЧИНСКАЯ И.С.

И.С. Расчинская

21.02.2025

федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» (НИИСФ РААСН). Адрес: 127238, Россия, г. Москва, Локомотивный проезд, 21

E-mail: [niisf@niisf.ru](mailto:niisf@niisf.ru)

Тел.: +7(495)4824076