

## **Отзыв официального оппонента**

Аверковой Ольги Александровны на диссертационную работу

Денисихиной Дарьи Михайловны на тему:

«Научные основы математического моделирования воздухообмена  
и воздухораспределения в общественных зданиях»,

представленной на соискание ученой степени доктора технических наук  
по специальности 2.1.3. Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование  
воздуха, газоснабжение и освещение.

Диссертационная работа Денисихиной Дарьи Михайловны выполнена на кафедре «Теплогазоснабжение и вентиляция» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет». Она состоит из введения, шести глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы и трех приложений. Общий объем работы составляет 352 страницы текста, включающего в себя 200 рисунков, 56 таблиц с учетом приложений.

### ***Актуальность избранной темы диссертационного исследования***

Обеспечение комфортных условий труда и отдыха в производственных и жилых помещениях является основной задачей систем обеспечения микроклимата. До настоящего времени продолжают использоваться методики расчета таких систем, основанные на приближенных соотношениях, полученных в советский период времени. Однако, развитие электронно-вычислительной техники и разработка мощных программных комплексов вычислительной гидроаэродинамики, дает возможность в расчетах предусмотреть ранее не учтенные факторы. Это позволяет получить наиболее точные данные о физических процессах, происходящих в помещении, что влияет на качество проектирования систем обеспечения микроклимата и позволяет снизить их

энергоёмкость. Заметим, что использование комплексов вычислительной гидроаэродинамики не ведет автоматически к адекватному описанию процессов, необходимо правильно выбрать уравнения, модели, приближения, граничные условия. Поэтому, доказательство адекватности и достоверности разрабатываемых при помощи комплексов вычислительной гидроаэродинамики компьютерных моделей, является важной и актуальной проблемой. Представленная Денисихиной Дарьей Михайловной диссертационная работа направлена на широкое внедрение методов численного моделирования при помощи комплексов вычислительной гидроаэродинамики для адекватных и достоверных расчетов при проектировании энергоэффективных систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

***Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна***

В диссертационной работе приводится сравнение данных вычислительного эксперимента, полученных различными методами и данными натурального эксперимента, полученных как самим соискателем, так и другими авторами. Для сравнения, в том числе использовались данные физического эксперимента, проведенного на аэродинамическом стенде научно-исследовательской лаборатории аэродинамики и акустики завода «Арктос», а также замеры в чашах ледовых арен.

Степень достоверности научных положений, выводов и рекомендаций соответствует современным требованиям, подтверждается корректным использованием современных вычислительных гидроаэродинамических комплексов программ, сходимостью данных вычислительных и натуральных экспериментов.

**Научная новизна** работы заключается в создании методологических основ численного моделирования при помощи программных комплексов вычислительной гидроаэродинамики тепловлажностного и воздушного режимов

помещений общественных зданий разного типа с массовым пребыванием людей для обоснования выбора рациональных воздухообменов и схем организации воздухораспределения.

На основе сравнительного анализа с результатами использования LES-подхода установлено влияние двухпараметрических полуэмпирических моделей турбулентности на особенности формирования пространственного распределения параметров микроклимата для помещений большого объема с источниками тепло-влажновыделений.

Учтено влияние радиационного теплообмена на формирование параметров микроклимата в объеме помещений общественных зданий и необходимость его учета при численном моделировании.

Определены закономерности распределения температуры по высоте залов театров и чаш ледовых арен, получены аппроксимационные зависимости для условий перемешивающей и вытесняющей вентиляции.

Установлена возможность регулирования параметров микроклимата в объеме помещений с массовым пребыванием людей в зависимости от количества присутствующих зрителей.

**Научная значимость** диссертационной работы может быть охарактеризована положительно.

Разработаны научные основы создания компьютерных моделей для анализа проектных решений по организации воздухообмена и воздухораспределения в зданиях различного назначения; построены компьютерные модели задач ОВиК для определения пространственно-временного распределения параметров микроклимата на стадии разработки проектных решений.

Создана классификация разработанных моделей, ориентированная на решение практических задач.

Предложен, запатентован и реализован на практике (в СПбГАСУ) новый метод охлаждения помещений.

Разработана методология применения компьютерного моделирования воздушного режима помещений уникальных объектов; выявлены особенности формирования смешанно-конвективных течений для различных схем воздухораспределения; предложены рекомендации по их рациональной организации.

Для снижения энергопотребления объектов и снижения типоразмеров оборудования обоснована целесообразность работы вентиляционного оборудования в нестационарном режиме для помещений с массовым пребыванием людей.

Диссертация Денисихиной Д.М. является завершенным научным исследованием, в которой разработаны адекватные компьютерные модели для организации воздухообмена и воздухораспределения в уникальных зданиях различного назначения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие строительной отрасли страны, имеющей значение для развития отрасли знаний по специальности 2.1.3. В работе последовательно изложен подход к достижению поставленной цели исследования, который в полном объеме дает представление о результатах положений, выносимых на защиту.

Диссертация написана технически грамотным языком, содержательна, обладает внутренним единством и свидетельствует о личном вкладе автора в науку.

Качество оформления диссертации соответствует нормативным положениям и требованиям, предъявляемым к работам на соискание ученой степени доктора технических наук.

***Соответствие содержания автореферата  
основным идеям и выводам диссертации***

Автореферат отражает содержание диссертации. В автореферате отражены все основные проблемно-тематические блоки исследования – актуальность, цели

и задачи, новизна исследования, теоретическая и практическая значимость, методология и методы исследования, степень достоверности, апробация результатов, реализация результатов работы, выводы. Структурно автореферат диссертационного исследования выстроен лаконично и обоснованно.

Основные результаты исследований по теме диссертации отражены в 38 работах, в числе которых 16 статей, опубликованные в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ и 2 статьи проиндексированы в международной базе данных Scopus, получен патент РФ на изобретение.

### *Вопросы и замечания по диссертации*

1. В диссертации используется современный вычислительный комплекс решения задач гидроаэродинамики и соискатель демонстрирует высокую квалификацию по использованию и обоснованию применения, встроенных в этот комплекс математических моделей, для задач вентиляции. Предполагается ли в дальнейших исследованиях разрабатывать собственные математические модели, программные продукты или это не нужно для исследователей по специальности 2.1.3?

2. Из работы не совсем понятно, что соискатель понимает под разработкой математических моделей? Какой вклад соискателя в разработку, приведенных в главах 2 и 3 математических моделей?

3. В разделах 4.2, 4.4 целесообразно было бы оценить сходимость или расхождение экспериментально измеренных и расчетных величин при помощи критериев Стьюдента и Фишера. Это относится и к разделу 4.3 при сравнении расчетов в рамках LES подхода и различных полуэмпирических моделей турбулентности.

4. Не описано, какие объекты имеются в виду в выводах 2-3 к главе 6.

5. В заключении диссертации, а не только в автореферате, необходимо было сформулировать не только общие выводы (итоги) диссертационного исследования, но и рекомендации по проектированию эффективных систем

ОВиК, а также перспективы дальнейшей разработки темы. Целесообразно было бы сформулировать проблему или совокупность решенных теоретических и экспериментальных исследований.

6. Следовало бы более подробно в главе 5 описать как, производилось сравнение различных схем воздухораспределения на основе анализа линий тока, построенных от плоскости выхода приточных струй (рисунки 5.2 – 5.4) и распределения параметров микроклимата: скорости (рисунки 5.5 – 5.7), температуры (рисунки 5.8 – 5.10), влагосодержания (рисунки 5.11 – 5.13), углекислого газа (рисунки 5.14 – 5.16), относительной влажности (рисунки 5.17 – 5.19).

### *Заключение*

Указанные замечания не снижают общего положительного впечатления от диссертационной работы, теоретической и практической значимости выполненных исследований. Диссертационная работа является самостоятельно выполненной, законченной научно-квалификационной работой. Полученные автором результаты достоверны, а выводы обоснованы. Считаю, что на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения и сформулированы практические выводы по разработке при помощи современных программных комплексов вычислительной гидроаэродинамики адекватных компьютерных моделей воздухообмена и воздухораспределения в уникальных зданиях различного назначения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие строительной отрасли страны, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в области специальности 2.1.3 «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение».

Диссертационная работа соответствует требованиям, изложенным в п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, Денисихина Дарья Михайловна заслуживает присуждения ученой степени доктора

технических наук по специальностям 2.1.3 – «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение».

Официальный оппонент:

доктор технических наук по научной специальности 05.23.03 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение, профессор кафедры теплогазоснабжения и вентиляции Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» (ФГБОУ ВО БГТУ им. В.Г. Шухова), профессор по специальности «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение»



Аверкова Ольга Александровна

308012, г. Белгород, ул. Костюкова, д.46, БГТУ им. В.Г. Шухова,  
Инженерно-строительный институт (ИСИ)  
Кафедра теплогазоснабжения и вентиляции  
тел. +7 (4722) 55-94-38.  
E-mail: olga\_19572004@mail.ru.

Подпись Аверковой О.А. заверяю.

Проректор по научной и инновационной деятельности Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» (ФГБОУ ВО БГТУ им. В.Г. Шухова)», д.п.н., профессор

« 7 » мая 2025г.



Давыденко Татьяна Михайловна