

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по науке и инновациям
федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Воронежский государственный
технический университет»
Башкиров Алексей Викторович



09 2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет» на диссертационную работу Уварова Валерия Александровича «Создание и поддержание микроклимата в православных храмах регулируемым воздухообменом», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.3. Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

Актуальность темы диссертации. Сохранение историко-культурного наследия является одним из наиболее значимых приоритетов в государственной и общественной повестке Российской Федерации. Особую роль в этом контексте играют православные храмы, которые помимо своего духовного значения являются важными памятниками архитектуры. Многие из них имеют статус объектов культурного наследия и находятся под охраной государства. Их конструктивная целостность во многом зависит от микроклимата помещений, который влияет на сохранность стенописи, икон, деревянных и каменных элементов декора и конструкции. Изменение теплового и влажностного режима помещения может привести к выпадению конденсата на внутренних поверхностях, промерзанию строительных конструкций, и, как следствие, возникновению плесени и грибковым поражениям. Кроме того, православные храмы регулярно посещаются большим количеством людей, что предъявляет повышенные требования к обеспечению комфортных условий пребывания прихожан и духовенства. Архитектурные особенности храмов, а именно большие объемы, высокие своды и купола, наличие большого количества оконных и дверных проемов, особые условия естественного освещения и вентиляции значительно усложняют задачу обеспечения допустимых параметров микроклимата. В связи с этим, разработка и совершенствование эффективных методов регулирования воздухообмена и

создания стабильного и комфортного микроклимата становится особенно актуальной.

Целью работы является разработка методов создания и поддержания микроклимата в православных храмах регулируемым воздухообменом.

Структура и содержание работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 253 наименований, изложена на 165 страницах основного текста, содержит 42 рисунка, 18 таблиц и 3 приложения.

Во введении обоснована актуальность выбранного направления исследования, представлены цель и задачи исследования, показана научная новизна, теоретическая и практическая значимость, описаны методы и методология проведения исследования, приведены степень научной разработанности темы, положения, выносимые на защиту, степень достоверности результатов и их апробация.

В первой главе диссертации представлен анализ отечественного и зарубежного опыта в области обеспечения микроклимата в зданиях различного назначения, включая православные храмы. Автором детально рассмотрены существующие подходы к решению проблем микроклимата, а также выполнен всесторонний обзор нормативных и методических документов, регулирующих создание микроклимата. Особое внимание уделено теоретическим основам вычислительной гидродинамики (CFD), применяемым для численного моделирования воздушных и тепловых потоков в помещениях сложной геометрии.

Во второй главе диссертации автор подробно описывает процесс создания математической модели теплообмена в православных храмах. Разработаны алгоритмы численной реализации задачи, обоснован выбор исходных данных и параметров моделирования. В главе приводятся результаты серии численных экспериментов, проведенных для подтверждения достоверности модели, также подробно обсуждается влияние различных параметров расчета на точность и воспроизводимость результатов.

Третья глава посвящена практическому численному моделированию воздухообмена в существующих православных храмах Нижегородской области с использованием комплекса ANSYS Fluent. Автором тщательно описан процесс построения компьютерных моделей, включая этапы их верификации и валидации по результатам натурных измерений. Проведена оптимизация параметров вентиляционных систем, тщательно исследованы такие объекты, как храм Александра Невского, собор Рождества Пресвятой Богородицы и кафедральный собор Александра Невского.

Четвертая глава содержит описание проведенных автором экспериментальных исследований. Автор тщательно описал методики и оборудование, использованные для измерения температурных и аэродинамических параметров микроклимата в храмах, привел анализ полученных данных, включая методы статистической обработки и оценки воспроизводимости результатов экспериментов. В главе также представлено

технико-экономическое обоснование предлагаемых решений, демонстрирующее их практическую реализуемость и экономическую целесообразность.

В заключении приводятся итоги и основные результаты выполненных исследований. Выводы сформулированы четко и полностью соответствуют результатам диссертации.

Научная новизна, достоверность и обоснованность положений выводов и рекомендаций. Новыми и наиболее существенными результатами работы являются:

1. В рамках модели идеального сжимаемого вязкого теплопроводного газа предложена математическая модель течения и теплообмена при конвекции в замкнутой области православного храма с заданным тепловым режимом границы, её программно-алгоритмическая реализация;

2. Предложены достоверные компьютерные модели течения и теплообмена с использованием программного комплекса вычислительной гидро-газодинамики – ANSYS Fluent;

3. На основе разработанного вычислительного алгоритма и компьютерной модели, построенной с использованием ANSYS Fluent, предложен метод поиска оптимальных углов открытия вытяжных и приточных фрамуг, направленный на обеспечение требуемых режимов работы системы воздухообмена храмов.

При исследовании применялись современные программные комплексы и поверенные измерительные средства. Полученные данные показывают удовлетворительную сходимость, что подтверждает достоверность результатов исследований и обоснованность сформулированных рекомендаций.

Значимость полученных результатов для развития соответствующей отрасли науки заключается в разработке новых научных основ и инженерных подходов к численному моделированию воздухообмена и теплообмена в помещениях со сложной архитектурной конфигурацией, типичной для православных храмов. Автором сформулирована математическая модель, которая учитывает комплекс факторов: геометрию внутреннего пространства, тепловые нагрузки, естественные и вынужденные процессы конвекции, а также влияние граничных условий на динамику потоков. Это позволило сформировать обоснованную теоретическую базу для дальнейших расчетов и практических приложений в области строительной теплофизики и микроклиматологии.

Предложенные в работе численные методы моделирования существенно развивают и дополняют существующие инженерные подходы за счёт включения параметров, ранее редко учитываемых в расчётах для храмовых объектов: специфики теплового излучения от внутренних поверхностей, влияния высоких объёмов и купольных пространств, особенностей вентиляционного взаимодействия через фрамуги. Такие элементы особенно важны при исследовании объектов культурного и исторического значения, где недопустимо внедрение стандартных HVAC-систем, нарушающих архитектурный облик.

Также важно отметить, что автор не ограничился сугубо теоретическим моделированием, а применил разработанную концепцию для анализа и

решения реальных задач, что позволило провести валидацию модели через сопоставление с натурными измерениями. Тем самым теоретические результаты подтверждены практическими наблюдениями, что усиливает их прикладную значимость.

Практическая значимость работы проявляется в разработке технически реализуемых, экономически оправданных и легко адаптируемых решений, направленных на улучшение микроклиматических условий внутри храмов без необходимости проведения капитальных строительных изменений. В основе решений лежит регулирование углов открытия приточных и вытяжных фрамуг, что позволяет обеспечить требуемую интенсивность воздухообмена в разные сезоны и при разных уровнях заполняемости помещения. Этот подход эффективен, энергоэкономичен и может быть внедрён в уже существующие здания без вмешательства в их конструктив.

Результаты диссертации были внедрены на конкретных объектах Нижегородской области, что подтверждено соответствующими актами. Внедрение привело к снижению температурных и влажностных колебаний, повышению комфорта для прихожан и к стабилизации условий хранения икон и росписей. Предложенные методики также могут быть использованы в практике проектирования и реконструкции других объектов, включая здания музейного фонда, архивы, выставочные залы и иные помещения с особыми требованиями к микроклимату.

Рекомендации по использованию результатов диссертационного исследования. Результаты исследования могут использоваться проектными организациями и специалистами в области реставрации и реконструкции православных храмов, а также учреждениями, занимающимися эксплуатацией и обслуживанием храмовых сооружений. Предложенные автором методики расчета и оптимизации вентиляционных систем позволяют значительно улучшить микроклиматические условия, обеспечить стабильность и комфортность внутренней среды. Также предлагаемые решения могут быть использованы для разработки рекомендаций по эксплуатации храмов, направленных на предотвращение разрушения и деградации строительных и отделочных материалов. Внедрение результатов диссертации способствует значительному увеличению срока службы элементов храмовых зданий, а также улучшает условия для сохранения произведений искусства и духовного наследия, что имеет высокую значимость как для культурной сферы, так и для общества в целом.

По теме диссертационной работы опубликовано 7 работ, в том числе 4 статьи в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендованных ВАК РФ и 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Замечания по диссертационной работе:

1. Требуется пояснение, какие именно «ключевые характеристики» имеются в виду на стр. 87 диссертации при описании оптимизации компьютерной модели путем упрощения отдельных элементов расчетной области;

2. Не понятно, что имеется в виду под граничными условиями на страницах 88 и 89 (табл. 3.2);

3. Из текста диссертации не совсем понятна последовательность проведения натурного обследования воздушных течений православного храма (глава 4), этот вопрос следовало раскрыть более полно;

4. В формулировке цели диссертационного исследования следовало сделать акцент на совершенствовании методов создания и поддержания микроклимата в православных храмах, а не их разработке.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки основных положений диссертации. Теоретические и практические результаты диссертационной работы отвечают требованиям, которые предъявляются к кандидатским диссертациям.

Содержание автореферата полностью соответствует основным положениям диссертационной работы.

Диссертационные исследования Уварова В.А. соответствуют требованиям паспорта научной специальности ВАК 2.1.3. Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение:

п. 1 в частях: климатологическое обеспечение зданий; тепломассообмен систем вентиляции; исследования теплового, воздушного, влажностного режимов помещений, зданий и сооружений;

п. 4 в частях: разработка математических моделей, методов, алгоритмов и компьютерных программ, использование численных методов, с проверкой их адекватности, для расчета, конструирования и проектирования систем вентиляции зданий и сооружений, повышения их надежности и эффективности.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении учёных степеней

Диссертация Уварова Валерия Александровича на тему «Создание и поддержание микроклимата в православных храмах регулируемым воздухообменом» является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной самостоятельно, на актуальную тему, в которой решены задачи создания и поддержания микроклимата в православных храмах, за счёт организации регулируемого воздухообмена.

Диссертационная работа соответствует критериям «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции), предъявляемым к работам, представленным на соискание учёной степени кандидата технических наук, а её автор Уваров Валерий Александрович заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.1.3. Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение.

Отзыв на диссертацию и автореферат подготовлен и рассмотрен на заседании кафедры «Теплогазоснабжение и нефтегазовое дело» «09» 09 2025 г., протокол № 2. Результаты голосования «за» – 26, «против» – нет, «воздержалось» – нет.

Сведения о ведущей организации:

Полное название: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет»;

Адрес: 394006, Воронежская область, город Воронеж, улица 20-летия Октября, дом 84;

Телефон: +7(473) 271-59-05;

Официальный адрес электронной почты: rector@cchgeu.ru;

Web-сайт: <https://cchgeu.ru>.

И.о. заведующего кафедрой

«Теплогазоснабжение и нефтегазовое дело»

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный

технический университет»,

кандидат технических наук, доцент



А.И. Колосов

Подпись Колосова Александра Ивановича заверяю:

Проректор по науке и инновациям ВГТУ

доктор технических наук, доцент



А.В. Башкиров

Колосов Александр Иванович – кандидат технических наук, доцент, и.о. заведующего кафедрой «Теплогазоснабжение и нефтегазовое дело», федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет». Научная специальность, по которой защищалась диссертация: 05.23.03. «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение».

Башкиров Алексей Викторович – доктор технических наук, доцент, проректор по науке и инновациям, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет». Научная специальность, по которой защищалась диссертация: 05.12.04. «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».