

В диссертационный совет 24.2.276.02
Белгородского государственного
технологического университета
им. В.Г. Шухова

Отзыв

официального оппонента на диссертационную работу Уварова Валерия Александровича на тему «Создание и поддержание микроклимата в православных храмах регулируемым воздухообменом», представленной к защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.1.3. «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение».

Актуальность темы диссертационного исследования

Православные храмы, являясь важными объектами историко-культурного наследия России, требуют особого подхода в вопросах сохранения. Одной из основных причин повреждений внутренней отделки, фресок, икон и других художественных произведений, находящихся в храме, является неудовлетворительное состояние внутреннего микроклимата. Обеспечение оптимального микроклимата становится сложной задачей из-за специфической архитектуры храмов, включающей большие объёмы и высокие потолки. Внедрение современных методов регулирования воздухообмена является важнейшим направлением для защиты таких сооружений, что подчеркивает актуальность представленного исследования.

Общая характеристика работы

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

Во введении диссертации Уваров В.А. представил обоснование выбора темы, её актуальности, цели и задачи исследования, а также подробно описал степень изученности темы и основные направления, в которых будет проводиться исследование. Отдельно были обозначены положения научной новизны и практическая значимость полученных результатов.

Первая глава посвящена подробному аналитическому обзору существующих методов обеспечения микроклимата в зданиях, особое внимание уделено специфике православных храмов. Автором детально проанализированы нормативные документы, научные публикации и результаты исследований отечественных и зарубежных авторов, что позволило выявить недостатки и определить направления усовершенствования существующих решений.

Во второй главе автором была разработана математическая модель теплообмена и воздушных потоков в православных храмах. Проведена подробная разработка алгоритмов численного моделирования, обоснованы выбор численных методов и программного обеспечения, использованного в исследовании. Представлены результаты тестирования модели и анализ их точности и устойчивости.

Третья глава содержит результаты численного моделирования, выполненного с применением программного комплекса ANSYS Fluent. Автором проведено тщательное изучение конкретных объектов – храмов Нижегородской области. Были рассмотрены различные варианты систем воздухообмена, проведена оптимизация их параметров, и выполнена валидация расчетов на основе сравнения с экспериментальными данными.

В четвертой главе представлены результаты экспериментальных исследований. Автором подробно описаны используемые методики измерений и обработки данных. Представлен статистический анализ полученных результатов, подтверждающий точность и воспроизводимость проведенных экспериментов. Также проведено технико-экономическое обоснование предложенных решений.

В заключении сформулированы основные итоги и выводы, сделанные по результатам исследования, и указаны перспективы дальнейшего развития темы.

Диссертационная работа Уваров В. А., изложена на 164 страницах текста, состоит из введения, четырех глав, заключения, включает 42 рисунка, 18 таблиц, библиографический список из 253 наименований и 3 приложений.

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

Диссертационная работа Уварова В.А. демонстрирует высокую степень научной обоснованности и строгости в формулировке положений, выводов и рекомендаций. Все положения, представленные в работе, базируются на четко сформулированных теоретических предпосылках, которые были реализованы в виде комплексной математической модели. Автор грамотно применяет методы вычислительной гидродинамики и теплофизики, включая современные подходы к моделированию процессов переноса массы и энергии в замкнутых объемах сложной формы.

Ценность представляют численные эксперименты, выполненные с применением лицензированного программного обеспечения ANSYS Fluent, признанного в международной научно-технической практике. Автор провел серию расчетов с варьированием граничных условий, архитектурных особенностей и параметров вентиляционных устройств, что позволило получить достоверные закономерности влияния конструктивных и эксплуатационных параметров на формирование микроклимата в храмовых помещениях. Проведенные натурные исследования и измерения температурных и воздушных параметров подтвердили результаты численного моделирования. Полученные данные сопоставлены с литературными источниками, что еще раз подчеркивает корректность теоретических подходов и точность выбранных методик.

Таким образом, все выводы и рекомендации диссертации получили подтверждение на теоретическом, численном и экспериментальном уровнях. Это свидетельствует о высокой степени достоверности исследования и его соответствия современному уровню научных знаний в области теплофизики и строительной климатологии.

Научная новизна проведенного исследования проявляется в разработке комплексной математической модели, описывающей процессы течения воздуха и

теплообмена в условиях замкнутых объемов православных храмов, которые отличаются особой архитектурной спецификой. Модель учитывает реологические свойства среды – вязкость, сжимаемость и теплопроводность, – и способна адаптироваться под различные конструктивные конфигурации храмовых пространств. Это делает ее универсальной и применимой к широкому кругу задач.

Существенным вкладом стало создание и апробация высокоточных компьютерных моделей с использованием программного комплекса ANSYS Fluent, прошедших процедуру верификации по результатам полевых измерений. Данная верификация свидетельствует о высоком уровне достоверности представленных результатов моделирования.

Дополнительной составляющей новизны является предложенная методика оптимизации вентиляционного режима, предполагающая определение наилучших углов открытия фрамуг. Такой подход не только позволяет обеспечить комфортные климатические условия внутри храма, но и направлен на предотвращение разрушения внутренней отделки, фресок и икон, тем самым способствуя сохранению культурного наследия.

Научная значимость заключается в том, что в ней на системной основе рассмотрены процессы воздухообмена и теплообмена в помещениях, обладающих нетривиальной архитектурой и особыми объемно-планировочными характеристиками. Автором предложен оригинальный подход к моделированию микроклиматических процессов в культовых зданиях, где классические схемы вентиляции либо неэффективны, либо физически неприменимы. Использование сложных численных моделей, адаптированных под реалии храмовых пространств, позволяет проводить инженерный анализ с учётом тепловых взаимодействий, конвективных явлений и воздействия естественной вентиляции.

Благодаря разработанным методикам становится возможным не просто рассчитать параметры микроклимата, но и понять механизмы его формирования в течение времени, при различных погодных условиях и при разной степени загруженности внутреннего пространства храма.

Работа Уварова В.А. имеет однозначную **практическую** значимость, найденное им сочетание углов раскрытия фрамуг приводит к обеспечению необходимого воздухообмена, воздухораспределения и как следствие – нормативных параметров микроклимата. Предложенные им технические решения не требуют дорогостоящих реконструкций, а основаны на корректной настройке режимов существующих воздухообменных устройств – фрамуг, проёмов и иных элементов естественной вентиляции. Это позволяет оперативно адаптировать методику под конкретные условия эксплуатации объекта без необходимости изменения архитектурного облика здания.

Следует отметить, что разработанный в работе подход применен на реальных объектах: автор провёл моделирование, адаптацию расчетов и настройку систем воздухообмена в ряде храмов Нижегородской области. Эффективность предложенных мер была подтверждена улучшением параметров внутренней среды: снижением колебаний относительной влажности, уменьшением

температурной стратификации и повышением общего термического комфорта. В результате удалось значительно улучшить условия как для пребывания людей, так и для сохранности икон, фресок и прочих элементов церковного искусства.

Достаточность и полнота публикаций по теме диссертации

Результаты диссертационного исследования апробированы на различных конференциях, по теме диссертационной работы опубликовано: 7 научных работах, в том числе 4 статьи в журналах, входящих в перечень научных изданий, рекомендованных ВАК РФ, получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Аннотация соответствует тексту диссертации.

Замечания по диссертации и аннотации

1. Насколько актуально и в чем преимущество разработки собственного приложения, по сравнению с использованием существующих комплексов CFD?
2. Какое количество ячеек (порядок) и каков их размер (min, max), значение параметра y^+ при решении с использованием собственного приложения и при помощи Ansys Fluent?
3. Какие граничные условия по турбулентным параметрам для входных и выходных границ использовались при решении с использованием собственного приложения и при помощи Ansys Fluent?
4. Каким образом обосновано использование результатов решения на двумерной модели, для существенно трехмерных зданий храмов?
5. Термин «линия тока» корректно использовать только для двумерных течений, здесь (рис. 3.5, 3.6 и аналогичные для других храмов) можно было бы использовать траектории, визуализация течения и т.п.
6. Не ясно как использовалась визуализация течений и поля температур здесь (рис. 3.5, 3.6 и аналогичные для других храмов), нет анализа по результатам их построений.

Заключение

Приведенные выше замечания не снижают общей положительной оценки и ценности полученных соискателем Уваровым В. А. результатов.

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, выполненной самостоятельно, соответствующей пунктам 2, 3, 4, 5 паспорта научной специальности 2.1.3 «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение», выполненной самостоятельно, в которой решены задачи создания и поддержания требуемых параметров микроклимата в православных храмах путём регулируемого воздухообмена.

Диссертационная работа Уварова В. А. на тему «Создание и поддержание микроклимата в православных храмах регулируемым воздухообменом» соответствует требованиям, предъявляемым п. 9-11, 13 и 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ №842 от 24 сентября 2013 г, а её автор Уваров Валерий Александрович

заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.3. «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение».

Доктор технических наук
(специальность 05.23.03
«Теплоснабжение, вентиляция,
кондиционирование воздуха,
газоснабжение и освещение»),
доцент, заведующий кафедрой
«Информационные системы и
технологии в строительстве» ФГБОУ
ВО «Казанский государственный
архитектурно-строительный
университет»



Зиганшин Арслан
Маликович

Адрес: 420043, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Зеленая, 1
Тел.: +7 (843) 510-4-702, Тел.: +79274141620 ; e-mail: amziganshin@kgasu.ru

Личную подпись Зиганшина А.М. заверяю.

Проректор по научно-
исследовательской деятельности
ФГБОУ ВО «Казанский
государственный архитектурно-
строительный университет»,
кандидат технических наук, доцент



Вдовин Евгений
Анатольевич

« 1 » сентября 2025г.

Адрес: 420043, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Зеленая, 1
ФГБОУ ВО «Казанский государственный архитектурно-строительный
университет» (КГАСУ)
Тел.: +7 (843) 510-46-01, факс: +7 (843) 238-79-72, e-mail: kgasu@kgasu.ru