

Отзыв официального оппонента

Корниенко Сергея Валерьевича

на диссертационную работу Свирина Максима Валерьевича

«Разработка методики расчета потребности в тепловой энергии на отопление жилых эксплуатируемых зданий в переходный период года», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности

2.1.3 «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение»

Актуальность выбранной темы

Создание комфортных жилищных условий является важной задачей. В межотопительный сезон возникают нарушения теплового комфорта, связанные с тем, что начало отопительного сезона устанавливаемое в соответствии с Постановлением Правительства РФ № 354, связано с достижением среднесуточной температуры 8°C в течение 5 суток, при этом окончательное решение лежит на местных органах самоуправления. В то же время в полной мере не учитываются конструктивные особенности эксплуатируемых жилых зданий и индивидуальные потребности жильцов в теплоте. Поэтому актуальной задачей является разработка научно обоснованных методик расчета потребности в тепловой энергии на отопление зданий в переходный период года, что позволяет определить начало отопительного сезона, а также технического решения, позволяющего осуществлять подачу тепловой энергии на отопление до начала отопительного периода и после его завершения.

Работа выполнена в рамках программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова, НИР «Системы мониторинга и анализа состояния инженерных систем и тепловоздушного режима эксплуатируемых зданий» (номер регистрации НИР № А-18/22 от 10 января 2022 г.), гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ Российской Федерации НШ-25.2022.4 «Разработка научно-технических основ создания передовых технологий совершенствования и конструирования систем аспирации, вентиляции, теплогазоснабжения».

Общая характеристика работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы и приложений. Ее объем составляет 179 страниц машинописного текста. Список использованной литературы состоит из 151 источника.

Цель диссертационной работы заключается в создании методики расчета потребности в тепловой энергии на отопление жилых эксплуатируемых зданий в переходный период года.

В ходе исследования соискателем проведен анализ развития систем теплоснабжения в России, включая автоматизацию процессов и изучение основных направлений в области инженерных систем в жилых зданиях. Особое внимание уделено возможностям количественной оценки уровня теплового комфорта. В рамках работы усовершенствована математическая модель для расчета параметров микроклимата, позволяющая учитывать нестационарные тепловые режимы помещений и количественно оценивать тепловой комфорт. Экспериментальное подтверждение адекватности модели демонстрирует её эффективность для прогнозирования микроклиматических условий. Разработаны новые методики для определения начала периода потребности в тепловой энергии и расчета тепловых потоков, учитывающие адаптивные запросы пользователей. Предложены варианты применения методик на практических примерах, подтверждая их применимость в реальных условиях. Предложено техническое решение для подачи тепловой энергии в периоды до начала и после окончания официального отопительного сезона, что позволяет поддерживать необходимый уровень теплового комфорта в жилых зданиях при нарушении комфортных параметров микроклимата.

Первая глава посвящена анализу текущего уровня благоустройства жилых помещений в России и теоретическим подходам к оценке удовлетворенности людей внутренним микроклиматом. Обсуждается необходимость учёта индивидуальных потребностей в централизованных системах отопления, особенно в переходные периоды года.

Вторая глава включает разработку математической модели для расчёта нестационарных теплообменных процессов в здании, позволяющей определить тепловой режим здания и провести количественную оценку уровня теплового комфорта в нем.

Третья глава посвящена анализу экспериментальных данных и подтверждению адекватности разработанной математической модели. В этой части также обсуждаются результаты измерений параметров микроклимата в помещении и оценка теплового комфорта в нем на основе этих данных.

Четвёртая глава описывает разработанные методики определения температуры начала периода потребности в тепловой энергии с учетом адаптивных запросов жильцов. Также предложены конструктивные схемы индивидуального теплового пункта для запуска системы отопления при нарушении теплового комфорта.

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

Научная новизна представленной работы заключается в уточнении математической модели расчета параметров микроклимата помещений с возможностью количественной оценки уровня теплового комфорта человека. Разработано программное обеспечение, анализирующее климатические данные для определения дат начала и окончания отопительного сезона. Получена аналитическая зависимость оценки внутренних тепловыделений от заселенности. Разработаны методика расчета температур начала потребности в тепловой энергии и методика определения потребности в тепловой энергии с учетом особенностей жильцов.

Теоретическая значимость данного исследования заключается в разработке методов математического моделирования динамических тепловых процессов в зданиях, что включает анализ теплового комфорта на основе новых закономерностей, связанных с началом потребности в тепловой энергии в

зависимости от энергоэффективности зданий, а также влияния возраста человека и бытовой активности на его состояние.

Практическая значимость исследования заключается во внедрении методик определения температур начала отопительного сезона для здания с учетом его геометрических и теплотехнических особенностей, адаптации систем отопления к индивидуальным потребностям жителей, а также создания программного продукта для анализа отопительных сезонов на основе архивных климатических данных.

Обоснованность полученных в диссертационной работе результатов обусловлена достаточно высоким уровнем аргументации принятых положений, проведенным анализом применяемых методов исследований, а также основных положений работ других авторов по теории нестационарного теплообмена, количественной оценки состояний теплового комфорта, методикам расчета уровня метаболизма человека. Достоверность работы подтверждается сходимостью математической модели с результатами измерений, актами внедрения.

Степень завершенности и качество оформления диссертации

Диссертация представлена в форме завершенного научного труда, соответствующего критериям, предъявляемым к диссертационным работам. Структура работы характеризуется взаимосвязанностью глав, обеспечивая целостность аргументации. Текстовая часть документа и графические материалы в целом соответствуют стандартам научных работ. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

Достаточность и полнота публикаций по теме диссертации

В рамках исследований автором представлено 16 публикаций, включая 3 статьи в журналах ВАК и 2 работы в базе данных Scopus. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Замечания

1. Указанный соискателем общий объем диссертационной работы не соответствует фактическому (179 страниц машинописного текста).

2. Данное на с. 50 диссертации определение продолжительности весеннего переходного периода «с момента отключения системы отопления здания до выравнивания температур наружного и внутреннего воздуха» не соответствует ГОСТ Р 55918–2020.

3. На с. 54 диссертации соискателем декларируется математическая модель, описывающая тепломассообменные процессы здания, однако на самом деле рассматривается модель теплопереноса в многослойных ограждающих конструкциях. На той же странице ошибочно утверждается о методе конечных элементов. Каков смысл фразы «...пока значения температуры не сойдутся к стабильному решению» (с. 57)? Какие меры предприняты соискателем для снижения колебаний температуры в узлах сетки при использовании симметричной схемы? Отсутствует анализ результатов расчета температурного поля в ограждающих конструкциях.

4. Формула (2.29) определяет термическое сопротивление слоя ограждающей конструкции, а не сопротивление теплопередаче. Формула (2.30) не учитывает влияние теплотехнически неоднородных участков ограждающей конструкции – краевых зон, являющихся определяющими с точки зрения тепловлажностного режима. Формула (2.35) записана некорректно. Неясно, по каким размерам – внутренним или наружным – определяется площадь ограждающей конструкции в (2.40). В уравнении (2.48) левая часть по размерности не равна правой. На рис. 2.5 удельные бытовые тепловыделения при расчетной заселенности свыше $50 \text{ м}^2/\text{чел}$ не имеют практического смысла. Записи чисел коэффициентов корреляции (с. 87), средней ошибки аппроксимации (с. 89), отклонения удельного годового расхода энергетических ресурсов на отопление и вентиляцию от базового уровня (с. 143), а также базового уровня расхода теплоты на отопление здания (с. 131) требуют округления. Термин «коэффициент сопротивления теплопередаче» некорректен (с. 124, 125, 128).

5. Выбранные соискателем участки ограждающих конструкций для измерения температуры (рис. 3.1) не являются характерными при исследовании результирующей температуры помещения. Каково распределение температуры по расчетному участку стены, как измерялись тепловые потоки, когда были проведены измерения и какова точность полученных результатов? Какова согласованность рис. 3.1 и 3.2? Температура поверхности внутренних стен не нормируется (с. 96). Рекомендуемые схемы запуска системы центрального отопления вне отопительного периода изложены в п. 4.5 диссертации достаточно скромно.

6. Отсутствует список принятых в работе условных обозначений, что затрудняет восприятие формул, содержащихся в ней в значительном количестве.

7. В работе часто используется термин «адаптивность» в контексте адаптивность микроклимата, адаптивные системы, адаптивные запросы (требования) жильцов, адаптивная подача тепловой энергии, однако в работе отсутствует его формулировка, что может привести к разночтению.

8. Предлагаемая соискателем методика определения начала периода потребности в тепловой энергии здания базируется на тепловом балансе, при этом не осуществляется проверка на нарушение условий комфортности. Таким образом, не понятно, как достигается удовлетворение второго условия комфортности по методикам из п.п. 4.2 и 4.3.

Заключение

В целом приведенные выше замечания не снижают ценности полученных результатов.

Согласно п. 9 (в действующей редакции Постановления Правительства Российской Федерации от 21.04.2016 № 335 с изм. на 18.03.2023) считаю, что диссертация Свирина М.В. на соискание ученой степени кандидата наук является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, а именно:

разработаны методики, позволяющие оптимизировать тепловой комфорт в жилых зданиях на основе учета адаптивных потребностей жильцов.

По п. 10 считаю, что диссертация написана Свириным М.В. самостоятельно, научные результаты и положения, выдвигаемые для защиты, получены соискателем в результате его собственных исследований, что свидетельствует о его личном вкладе в науку. Новизна полученных соискателем результатов обоснована тем, что в ходе исследования была разработана уточненная математическая модель для оценки параметров микроклимата помещений, которая позволяет учесть изменения внешних и внутренних факторов, влияющих на тепловой комфорт; автором предложены новые алгоритмы для расчета тепловой энергии, что позволяет точнее прогнозировать начало и окончание отопительного сезона. Сведения о практическом использовании результатов исследования подтверждены актами внедрения.

По п.п. 11–13 отмечено, что публикации соискателя дают достаточно полное представление об основных научных результатах диссертации. Свирин М.В. имеет 6 публикаций, соответствующих требованиям по п. 13: 3 публикации в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК, 2 публикации в издании, входящем в систему цитирования Scopus, 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ.

Согласно п. 14 попыток заимствования материалов или отдельных результатов без ссылок на авторов и (или) источники в рецензируемой диссертационной работе не выявлено.

С учетом вышеприведенных замечаний считаю, что диссертационная работа Свирина М.В. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную самостоятельно и соответствующую п.п. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней» утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции Правительства Российской Федерации).

Диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям Высшей аттестационной комиссией Российской

Федерации. Автор работы Свирин Максим Валерьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.1.3 «Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение».

Доктор технических наук по
специальности 05.23.03

«Теплоснабжение, вентиляция,
кондиционирование воздуха,
газоснабжение и освещение», доцент,
заведующий кафедрой архитектуры
зданий и сооружений ФГБОУ ВО
«ВолГТУ», советник РААСН



Корниенко
Сергей Валерьевич

«02» 05 2024 г.

Адрес: 400074, Россия, г. Волгоград,
ул. Академическая, д. 1, ИАиС ВолГТУ
Телефон: +7(988)491-24-59
E-mail: skorn73@mail.ru

Подпись д.т.н., доц. Корниенко С.В. удостоверяю:

Ученый секретарь
ученого совета ИАиС ВолГТУ



 Савченко А.В.
«02» 05 2024 г.