

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, доцента **Бодрова Михаила Валерьевича** на диссертационную работу Рымарова Андрея Георгиевича на тему «**Разработка научной концепции формирования микроклимата и качества воздушной среды при совместной и комплексной работе инженерных систем**», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.1.3. Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение (технические науки).

Актуальность темы исследования

Тема диссертационной работы Рымарова Андрея Георгиевича достаточно актуальна в связи с увеличением санитарно-гигиенических требований к качеству параметров микроклимата и составу воздушной среды в помещениях здания. Диссертационная работа посвящена исследованию взаимосвязи параметров воздушного, теплового и газового режимов здания при совместной и комплексной работе инженерных систем с целью обеспечения требуемых эксплуатационных параметров микроклимата и качества воздуха. В основе предлагаемых автором оригинальных моделей, методов и технологий лежит действие воздушного, теплового и газового режимов в здании при совместной и комплексной работе инженерных систем на основе физических процессов, обеспечивающих создание требуемых параметров микроклимата и качества воздушной среды, что позволяет формировать проектирование и технические решения инженерных систем.

В настоящее время рассматриваемые в работе тепломассообменные и газовый режимы в той или иной степени достаточно изучены, однако, взаимное влияние рассматриваемых режимов не учтено. При прогнозировании изменения параметров микроклимата и качества воздуха в помещениях здания требуется рассмотрение тепломассообменных и газового режимов, формирующих микроклимат и качество воздуха в помещениях при совместном и комплексном действии инженерных систем. Отметим, что воздушный, тепловой и газовый режимы здания широко изучались ранее, но без объединения в единую систему совместную с инженерными системами. Чтобы создать взаимосвязанную модель взаимозависимых динамических режимов автором проведено настоящее всестороннее исследование.

Таким образом, разработка научных основ формирования проектных решений по созданию и управлению микроклиматом и качеством воздушной среды при совместной и комплексной работе инженерных систем зданий на основе комплексного физико-математического моделирования динамических режимов здания является актуальной научно-технической проблемой, име-

ющей важное народнохозяйственное значение. Решение проблемы внесет значительный вклад в развитие нашей страны.

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

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций и их достоверность обеспечиваются корректным использованием сертифицированных программных комплексов, использованием фундаментальных законов гидрогазодинамики и тепломассообмена, апробированных методов вычислительной математики, подтверждается сходимостью получаемых результатов, как с известными и достоверными результатами отечественных и зарубежных ученых, так и при сравнении с результатами собственных экспериментов, проведенных с использованием поверенного оборудования и апробированных методик исследования. Расчетная часть исследования основана на грамотном и корректном использовании современных методов физического и математического моделирования, теории тепломассопереноса, а также вычислительных методов для решения проблемы, поставленной в диссертации. Представленные в работе выводы убедительно подтверждают обоснованность поставленной проблемы и корректность ее решения.

Научная новизна

Научная новизна диссертационной работы А.Г. Рымарова заключается в следующем.

1. Разработаны научные основы формирования проектных решений по созданию и управлению микроклиматом и качеством воздушной среды при моделировании динамических тепломассообменных и газового режимов в здании при совместной и комплексной работе инженерных систем.

2. Создана комплексная физико-математическая модель параметров микроклимата и качества воздуха в течение суток, сезона и года при совместной и комплексной работе инженерных систем.

3. Разработан метод физико-математического моделирования и анализа динамики тепломассообменных и газового режимов здания с учетом возмущающих воздействий при совместной и комплексной работе инженерных систем.

4. Создана вариативная комплексная физико-математическая модель микроклимата и качества воздушной среды здания при совместной и комплексной работе инженерных систем.

5. Разработаны методы формирования проектных решений по созданию и управлению микроклиматом и качеством воздушной среды при совместной и комплексной работе инженерных систем.

Считаю, что все выше перечисленное является достаточно важным аспектом при прогнозировании и создании расчетных параметров микроклимата в помещениях и имеет несомненную научную новизну.

Теоретическая значимость работы

Теоретическая значимость работы состоит в следующем.

1. Разработка комплексного подхода к проектированию инженерных систем обеспечения параметров микроклимата и качества воздушной среды в здании при различных вариантах состава и организации работы инженерных систем с учетом динамики изменения воздушного, теплового и газового режимов здания.

2. Теоретическое обеспечение алгоритмов расчета воздушного, теплового и газового режимов здания, доступных к реализации при проектировании инженерных систем.

3. Теоретическое обеспечение методики расчета газового режима заветренного объема аэродинамического следа здания.

Практическая значимость работы

1. Создание методики учета переменных потоков теплоты от составных частей системы отопления при формировании физико-математической модели параметров микроклимата и концентрации примеси в воздухе помещений здания.

2. Создание методики по расчету переменных во времени потоков примесей в воздухе помещений здания.

3. Разработка методики прогнозирования параметров микроклимата и качества воздушной среды на основе вариативности и комплексности.

Полученные результаты исследований были внедрены в ООО «ПСО-Инжиниринг» и в ООО «ВеерВент», о чем свидетельствуют соответствующие акты о внедрении научных и практических результатов диссертации.

Оценка структуры и содержания диссертации, ее завершенность

Представленная диссертационная работа Рымарова Андрея Георгиевича на тему «Разработка научной концепции формирования микроклимата и качества воздушной среды при совместной и комплексной работе инженерных систем» состоит из введения, шести глав основного текста, заключения, списка литературы и приложений, содержит 307 страниц, в том числе 111 рисунков, 8 таблиц.

Во введении приведено обоснование актуальности тематики диссертации, сформулированы цель и задачи работы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость, имеющие значение для развития данной области строи-

тельства, результаты и положения, выносимые на защиту, личный вклад автора, апробация и реализация результатов, структура и объем работы.

Первая глава диссертации посвящена обзору и анализу трудов, относящихся к теории и практики управления микроклиматом и качеством воздушной среды здания. Анализ современного состояния и перспектив процессов и результатов вариативного комплексного моделирования и прогнозирования параметров микроклимата и качества воздушной среды выявил, что развитие технологии моделирования и прогнозирования изменения параметров динамических теплообменных и газового режимов здания позволит оптимизировать энергопотребление зданием за весь его жизненный цикл.

Во второй главе рассмотрены научные основы формирования проектных решений по созданию и управлению микроклиматом и качеством воздушной среды при совместной и комплексной работе инженерных систем здания. Физико-математическая модель газового режима здания сформирована с учетом зависимости от функционирования воздушного и теплового режимов, и дает возможность анализировать проектные решения при формировании количественного состава вредных примесей в воздушной среде помещений.

В третьей главе представлено физико-математическое моделирование и анализ динамики теплообменных режимов и качества воздушной среды здания с учетом возмущающих воздействий при совместной и комплексной работе инженерных систем. Последовательность физико-математического моделирования теплового режима помещения с учетом баз данных, формирующих тепловой режим здания, дает возможность рассчитать тепловой режим помещений при учете изменения температуры в наружном воздухе, с учетом расчета нестационарной теплопередачи элементов системы отопления.

Четвертая глава посвящена вариативному и комплексному физико-математическому моделированию микроклимата и качества воздушной среды при совместной и комплексной работе инженерных систем здания. Комбинирование комплексными физико-математическими моделями воздушного, теплового и газового режимов здания, которыми дает возможность получать прогноз параметров микроклимата и качества воздушной среды каждого помещения, с учетом взаимного влияния, связи между помещениями. Физико-математическая модель газового режима здания с учетом влияния воздушного режима здания позволяет анализировать проектные решения, формирующие газовый состав воздушной среды в каждом помещении.

Пятая глава посвящена формированию и анализу проектных решений по созданию и управлению микроклиматом и качеством воздушной среды при совместной и комплексной работе инженерных систем здания. Метод формирования проектных решений по созданию и управлению микроклима-

том и качеством воздушной среды при совместном и комплексном действии инженерных систем зданий на основе физико-математических моделей и баз данных создан для проведения необходимых расчетов для анализа состояния параметров микроклимата и качества воздушной среды в помещениях. Технология вариативного комплексного моделирования и прогнозирования параметров микроклимата и качества воздушной среды при совместном и комплексном действии инженерных систем зданий позволяет реализовывать формирование проектных решений.

В шестой главе изложены практика и перспективы формирования и анализа проектных решений по созданию и управлению микроклиматом и качеством воздушной среды при совместной и комплексной работе инженерных систем здания.

В заключении представлены итоги выполненного исследования, разработаны рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы. Разработанная научно обоснованная концепция формирования микроклимата и качества воздушной среды при совместной и комплексной работе инженерных систем позволила создать методологию, методы и алгоритмы решения важной народно-хозяйственной проблемы по созданию устойчивых санитарно-гигиенических условий в помещениях здания в части, касающейся параметров микроклимата и качества воздуха, для безопасности человека с учетом энергосбережения.

Замечания по содержанию диссертационной работы

1. Рисунок 2.4 «Алгоритм физико-математического моделирования газового, воздушного и теплового режимов здания» (стр. 70). Считаю, что в исходные данные приведенной блок-схемы следовало бы включить «Технологические процессы, проходящие в здании (и/или в нескольких помещениях)», т.к. они несомненно влияют на воздушный режим здания.

2. Считаю, что осях абсцисс графиков на рис. 2.7 (стр. 73), 2.8 (стр. 74), 2.9 (стр. 74) следовало бы указать календарное время (месяц, год) проведения пятилетних измерений колебаний суточной температуры наружного воздуха.

3. В тексте диссертации не приведена блок-схема программы, разработанной на основе физико-математического моделирования тепло-воздушного здания, используемой при расчете температуры внутреннего воздуха (рисунок 3.8, стр. 110).

4. Считаю неверным отсутствие учета величины инерционности помещения в общем балансовом уравнении (3.17) для расчета изменения температуры воздуха в помещениях здания (стр. 119).

5. При прогнозировании изменения температуры воздуха в помещении во взаимосвязанной системе уравнений (4.1-4.5) отсутствует значение по-

движности воздуха, которое влияет на формирование температурных полей в помещении (стр. 129-130).

6. В тексте работы отсутствует итоговая блок-схема на разработанную автором методику вариативного комплексного прогнозирования параметров микроклимата в помещении.

7. К сожалению, в выводах по работе не представлены результаты расчета положительного экономического эффекта при обеспечении нормативного температурно-влажностного режима помещений при помощи разработанной автором методики вариативного комплексного прогнозирования параметров микроклимата в помещении.

8. Имеется ряд следующих редакционных замечаний:

8.1. Стр. 29, формула (1.3) «Потоки воздуха через ограждения изучены Р.Е.». Не приведена фамилия автора исследований.

8.2. Не везде расставлены знаки пунктуации, например, стр. 30, 31, 36.

8.3. Разные по высоте формулы, например: (1.15) стр. 34 и (1.25) стр. 43 затрудняют чтение работы.

8.4. Стр. 114. Нарушена нумерация балансовых уравнений (3.7-3.10).

Хотелось бы отметить, что отдельные указанные замечания и недостатки не снижают новизну и достоверность проведенных автором экспериментальных, натурных и теоретических исследований, а также общего положительного впечатления от рецензируемой работы.

Диссертация написана грамотным техническим языком, имеет четкую логичную структуру; автореферат полно отражает содержание диссертационной работы.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Диссертация А.Г. Рымарова выполнена на высоком научном уровне на актуальную тему, содержит теоретическую и практическую значимость и является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований изложена научная концепция формирования микроклимата и качества воздушной среды при совместной и комплексной работе инженерных систем, внедрение которой вносит значительный вклад в развитие строительной отрасли нашей страны.

Основные результаты диссертационной работы изложены в 59 печатных работах, обладающих научной ценностью, в том числе в 39 работах, опубликованных в научных журналах рекомендованных ВАК, в 8 изданиях, индексируемых в международных реферативных базах Scopus и Web of Science, получены 3 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ и 2 патента на полезную модель, что подтверждает личный вклад соискателя.

Диссертационная работа Андрея Георгиевича Рымарова на тему: «Разработка научной концепции формирования микроклимата и качества воздушной среды при совместной и комплексной работе инженерных систем» полностью соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, утвержденных Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к диссертационным работам, представленным на соискание ученой степени доктора технических наук, а ее автор **Рымаров Андрей Георгиевич заслуживает** присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.1.3 – Теплоснабжение, вентиляция, кондиционирование воздуха, газоснабжение и освещение (отрасль науки – технические).

Официальный оппонент,

доцент, доктор технических наук,
научная специальность 2.1.3 (05.23.03) – Теплоснабжение,
вентиляция, кондиционирование воздуха,
газоснабжение и освещение,
заведующий кафедрой отопления и вентиляции
Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Нижегородский государственный
архитектурно-строительный университет»
«20» июня 2023 г.



Бодров Михаил Валерьевич

Адрес: 603950, Россия, г. Нижний Новгород,
ул. Ильинская, д.65.
Тел.: 8 (831) 430-54-85, моб. +79103801189
E-mail: tes84@inbox.ru
Интернет-сайт: <http://www.nngasu.ru>

Согласен на включение персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку

Бодров Михаил Валерьевич
«20» июня 2023 г.

Подпись заведующего кафедрой отопления и вентиляции,
д.т.н. М.В. Бодрова **заверяю**
Проректор по научной работе ННГАСУ



Д.В. Монич