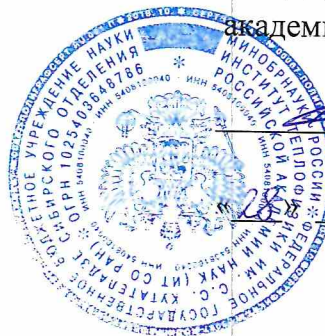


УТВЕРЖДАЮ
Директор ИТ СО РАН

академик РАН Маркович Д.М.



Маркович

28 июля

2022 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института теплофизики им. С. С. Кутателадзе
Сибирского отделения Российской академии наук (ИТ СО РАН)

Диссертация «Физическое и численное моделирование аэродинамики и тепломассообмена в условиях городской застройки» на соискание учёной степени кандидата технических наук выполнена на кафедре теплофизики Института инженерной физики и радиоэлектроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет».

В период подготовки диссертации соискатель Мешкова Виктория Дмитриевна работала на кафедре Теплофизики Института инженерной физики и радиоэлектроники (с сентября 2017 г. по настоящее время), в должности лаборанта, а также в научной лаборатории «Исследование и разработка новых высокоэффективных и экологически безопасных способов интенсификации нефтеотдачи пласта при помощи микро и наноплюидных технологий» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет» (с мая 2021 г. по настоящее время), в должности младшего научного сотрудника.

В 2015 году Мешкова Виктория Дмитриевна с отличием окончила специалитет в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Сибирский федеральный университет» по направлению 280201 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов».

В 2017 г. Мешкова Виктория Дмитриевна окончила магистратуру в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Сибирский федеральный университет» по направлению 14.04.01 «Ядерная энергетика и теплофизика».

В 2021 г. Мешкова Виктория Дмитриевна окончила очную аспирантуру в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего

образования «Сибирский федеральный университет» по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия, 01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника». Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2022 году Федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Сибирский федеральный университет».

Научный руководитель – Дектерев Александр Анатольевич, кандидат технических наук, заведующий кафедрой теплофизики Института инженерной физики и радиоэлектроники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет».

По итогам обсуждения принято следующее заключение:

Актуальность:

В настоящее время практически 3,5 млрд. человек проживает в городах, при этом наблюдается тенденция ежегодного прироста. В связи с интенсивным ростом городского населения возникает потребность в его обеспечении должным количеством жилых мест. Для решения данной задачи архитектурно-градостроительные структуры переориентировали подходы в области строительства. Для удовлетворения требований рационального природопользования, расширение жилых массивов в условиях города достигаются путем уплотнённого расположения зданий, а также за счет высотного строительства.

Параллельно с расширением мегаполисов происходит развитие промышленной и городской инфраструктуры, которая сопровождается автомобилизацией населения. В связи с этим, происходит покрытие естественной поверхности земли материалами, активно поглощающими солнечное излучение. Подходы в организации городского пространства приводят к тому, что автомобильный транспорт может передвигаться по всей территории города, что приводит к формированию устойчивых областей антропогенного воздействия на окружающую среду в зоне пребывания человека.

Уплотненное и высотное строительство влечет за собой необратимые изменения аэрационного режима территории, что совместно с учетом всех возможных источников загрязнения атмосферного воздуха способствует формированию экологически неблагоприятных условий.

Появление выше рассматриваемых механизмов не предвидели на этапе развития городов, лишь только спустя многие десятилетия современное общество стало ощущать не себе, что принятые архитектурно-градостроительные решения и принципы развития города в целом негативно сказываются на жизнедеятельность населения, что напрямую отражается на их здоровье. В совокупности, можно отметить, что формируются дискомфортные условия для человека в зоне его пребывания – в пешеходной области.

Диссертация В. Д. Мешковой посвящена разработке численного инструмента, которая позволит комплексно подходить к решениям задач прогнозирования аэрационных режимов и процессов тепломассообмена в городской среде с учетом различных особенностей внешней среды, с дальнейшей возможностью оценки уровня пешеходного комфорта, согласно оценочным биоклиматическим критериям. В связи со всем вышеизложенным, актуальность темы диссертации не подлежит сомнению.

Цель работы заключается в выполнении комплексного анализа формирования условий пешеходного комфорта городской застройки через систему биоклиматических индексов в результате взаимодействия аэродинамических и теплофизических характеристик внешней среды.

Основные задачи:

1. Аргументирование выбора биоклиматических индексов, используемых для оценки внешней среды городской застройки;
2. Создание базы данных основных метеорологических параметров окружающей среды и выполнение исследований текущего состояния уровня комфорта г. Красноярска;
3. Натурные измерения и анализ влияния вида морфотипа застройки на локальные изменения метеорологических параметров;
4. Исследование особенностей аэродинамики обтекания модельных объектов (отдельные здания, тандем зданий, модель микрорайона) с помощью современных систем оптических измерений (визуализация, PIV-метод);
5. Разработка, верификация и апробация микромасштабной численной модели атмосферы для прогнозирования пешеходного уровня комфорта, описывающая динамику атмосферы и режимы переноса загрязняющих газовых и дисперсных примесей в атмосфере города с учетом особенностей метеорологических режимов, воздействия солнечного и теплового излучения, сопряжённого теплообмена с элементами городского (здания, дороги).

Научная новизна:

1. Впервые разработана программа по сбору метеоданных с открытых информационных потоков для г. Красноярска и сформирована организационная структура (база данных), предназначенная для систематизации и обработки взаимосвязанной информации с помощью инструмента Navicat Premium.
2. Разработана комплексная методика многоэтапного расчета условий формирования пешеходного комфорта через систему температурных и сезонных биоклиматических индексов в программном комплексе Lampyre. Впервые выполнена диагностика текущего состояния комфортности внешней среды г. Красноярска через систему температурных и сезонных биоклиматических индексов;
3. Впервые проведено физическое моделирование обтекания ветровым потоком модели реального смешанного морфотипа застройки г. Красноярска и исследована трансформация ветровых зон в результате изменения направления входного потока по отношению к объекту исследования.
4. Впервые разработана, верифицирована и апробирована микромасштабная численная модель прогнозирования пешеходного уровня комфорта через систему температурных и сезонных биоклиматических индексов, а также определена степень влияния аэродинамических и теплофизических характеристик на изменения внешней среды городской застройки.

Практическая значимость заключается в том, что разработанный комплексный подход исследования и прогнозирования пешеходного уровня комфорта городской застройки с учётом множества факторов внешней среды. Отработанные экспериментально-численные исследования возможно использовать при разработке

проектной документации капитального строительства для обоснования тех или иных технологических решений, что позволит аргументировано подойти к планированию застраиваемых территорий.

Рассмотренные методологические подходы можно использовать при разработке нормативно-правовой документации в виде градостроительных норм, правил, регламентов и рекомендаций по обеспечению, должного уровня безопасного и эффективного застраивания земельных участков.

Основные результаты научно-исследовательской деятельности были внедрены в образовательную деятельность в учебных программах бакалавриата 16.03.01 «Техническая физика», магистратуры 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» и аспирантуры 01.04.14 «Теплофизика и теоретическая теплотехника». А также внедрены в практическую деятельность АО «Гражданпроект», где была выполнена апробация программного модуля «SigmaEco» на микрорайоне г. Норильска, где полученные результаты оценки влияния застройки на комфортные /дискомфортные условия в пешеходной зоне были выполнены в рамках работы «Разработка архитектурно-планировочной концепции реновации города Норильска до 2035 года».

Основные результаты вошли в научно-исследовательские отчеты по следующим проектам: РФФИ №19-31-90096; Конкурс краевого фонда науки «Целевой конкурс прикладных научных исследований, направленных на решение проблем городского развития» №2020080506564.

Теоретическая значимость работы заключается в разработке новой микромасштабной численной модели прогнозирования пешеходного уровня комфорта через систему биоклиматических критериев. Разработана комплексная методика многоэтапного расчета условий формирования пешеходного комфорта через систему температурных и сезонных индексов. На основании разработанных методов исследования диагностики внешней среды становится возможным анализировать и оценивать взаимовлияния аэродинамических теплофизических характеристик на формирование условий комфорта в современных морфотипах городской застройки.

Обоснованность и достоверность результатов, полученных в ходе выполнения научно-исследовательских работ, основана на строгом математическом обосновании применяемых численных алгоритмов, которые неоднократно были верифицированы на данных физического эксперимента и других численных тестовых задачах, предложенных другими авторами.

Личный вклад автора заключается в разработке плана исследования и постановке задач на всех этапах работы, которые выполнялись автором совместно с научным руководителем. Выполнен обзор нормативной базы критериев пешеходного комфорта; осуществлён сбор и анализ метеорологических параметров, разработана база данных, а также методика их задания в численную модель. Оценка комфортности городской среды через систему биоклиматических критериев, постановка задачи и интерпретация полученных результатов в ходе физического эксперимента под специфику темы исследования, а также верификация и апробирование численной модели выполнена непосредственно соискателем. Обсуждение полученных

результатов, подготовка публикаций по теме диссертации выполнялись совместно с научным руководителем и соавторами.

Апробация работы: Все результаты, которые выносятся на защиту, были опубликованы в рецензируемых журналах, а их доказательства неоднократно проверялись специалистами в той области, к которой эти результаты относятся. Результаты диссертации обсуждались на следующих международных и всероссийских конференциях: Всероссийская конференция студентов-физиков и молодых ученых «ВНКСФ-24», 31.03-07.05 2018 гг., г. Томск; VII Международный симпозиум «Актуальные проблемы компьютерного моделирования конструкций и сооружений», 01.07-8.07. 2018 гг., г. Новосибирск. 3. Всероссийская научная конференция с международным участием «XI Семинар ВУЗов по теплофизике и энергетике», 21.10-23.10.2019 гг., г. Санкт-Петербург; Международная конференция «Перспективы Свободный-2020», 20.04.-18.05.2020 гг., г. Красноярск; V Всероссийская конференция «Теплофизика и физическая гидродинамика» с элементами школы молодых учёных, 13.09-20.09.2020 гг., г. Ялта; Всероссийская конференция с элементами научной школы для молодых учёных «XXXVI Сибирский теплофизический семинар», 5.10-7.10.2020 гг., г. Новосибирск; VII Всероссийская конференция «Безопасность и мониторинг природных и техногенных систем», 5.10-9.10. 2020 гг., г. Кемерово; XVI Всероссийская школа-конференция молодых учёных с международным участием «Актуальные вопросы теплофизики и физической гидрогазодинамики», 24.11-27.11.2020 гг.; VI Всероссийская научная конференция «Теплофизика и физическая гидродинамика», научная молодежная школа Теплофизика и физическая гидродинамика: современные вызовы (ТФГСВ2021), 22.08-29.08.2021 гг., г. Севастополь; IV Международная научно-практическая конференция «Город, пригодный для жизни», 11.11-12.11 2021 гг., г. Красноярск.

Список основных публикаций по материалам диссертации, опубликованных в рецензируемых научных журналах:

1. Мешкова В.Д. Роль городской застройки в формирование «острова тепла» / Мешкова В.Д. Дектерев А.А. и др. // Вычислительные технологии. – 2021. – 5. – 26. – С 4-14.
2. Мешкова, В.Д. SigmaFlow как инструмент исследования ветрового комфорта в условиях городской среды / Мешкова В.Д., Дектерев А.А. и др. // Журн. Сиб. федер. ун-та. Техника и технологии. – 2022. – 15. – 4. DOI: 10.17516/1999-494X-0396. (в печати).
3. Meshkova V., Dekterev A., Filimonov S. (2020). Investigation of the airflow conditions at the city residential areas. Journal of Physics: Conference Series. 1565. 012090. 10.1088/1742-6596/1565/1/012090.
4. Meshkova V., Dekterev A. et al. (2020). Calculation of wind flows in residential areas and assessment of their impact on pedestrian comfort. Journal of Physics: Conference Series. 1677. 012020. 10.1088/1742-6596/1677/1/012020.
5. Meshkova V., Dekterev A. et al. K. (2020). SigmaFlow CFD code as a tool for predicting the wind environment around a group of buildings. Journal of Physics: Conference Series. 1675. 012119. 10.1088/1742-6596/1675/1/012119.

5. Meshkova V., Dekterev A. et al. (2021). Representativeness of monitoring station readings in the context of urban environment. Journal of Physics: Conference Series. 2057. 012132. 10.1088/1742-6596/2057/1/012132.
6. Meshkova V., Dekterev A. et al. (2022). Experimental studies of the formation of zones resulted from air flow around a system of model buildings. Journal of Physics: Conference Series. 2150. 012030. 10.1088/1742-6596/2150/1/012030.
7. Meshkova V. D., Dekterev A. A. (2021) Computational fluid dynamics as a method for studying wind comfort J. Phys.: Conf. Ser. 2119 012155.
8. Filimonov S. A., Meshkova V. D. et al. (2021) Analysis of vortex structures formed in the winter in the atmosphere of Krasnoyarsk city J. Phys.: Conf. Ser. 2088 012014.
9. Meshkova V., Dekterev A. et al. (2020). Modeling the influence of the river on the wind pattern of Krasnoyarsk. Journal of Physics: Conference Series. 1565. 012023. 10.1088/1742-6596/1565/1/012023.

Решение о рекомендации работы к защите

Диссертация «Физическое и численное моделирование аэродинамики и теплообмена в условиях городской застройки» Мешковой Виктории Дмитриевны рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.14 Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Решение принято на проведенном в режиме видеоконференции заседании семинара «Физическая гидродинамика» Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института теплофизики им. С. С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук. Председатель заседания – академик РАН Алексеенко Сергей Владимирович. На заседании присутствовало 20 чел, в том числе 1 академик РАН, 1 член-корр. РАН, 7 докторов и 10 кандидатов наук.

Результаты голосования: «за» - 20 человек, «против» - 0, «воздержалось» - 0, протокол № 5 от 20 января 2022 г.



Председатель семинара
академик РАН
Алексеенко Сергей Владимирович



Секретарь семинара
к.т.н Кабардин Иван Константинович