

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Ни Александра Эдуардовича *"Ламинарные и турбулентные режимы термогравитационной конвекции в замкнутых областях с локальными источниками радиационного нагрева"*, представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Естественная конвекция, как наиболее распространенный механизм переноса тепла в жидких средах, исследуется достаточно интенсивно. Это обусловлено применением полученных результатов в элементах строительной застройки, при охлаждении электронного оборудования, в энергетических подсистемах ядерных реакторов. Одним из наиболее перспективных вариантов снижения затрат энергии на обеспечение тепловых режимов является переход к системам, использующим инфракрасные излучатели. Поэтому представляет значительный теоретический и практический интерес исследование процессов кондуктивно-конвективного теплопереноса в областях с радиационными источниками ввода энергии.

Таким образом, тема диссертационной работы Ни Александра Эдуардовича является важной и **актуальной, как с практической, так и с фундаментальной** точки зрения.

**Диссертационная работа** Ни Александра Эдуардовича изложена на 208 страницах, состоит из трех глав, введения, заключения, списка литературы из 160, содержит 111 рисунков и 2 таблицы.

**Во введении** автор обосновывает актуальность работы, формулирует цель и задачи исследования, научную новизну и практическая значимость работы, излагает основные положения, выносимые на защиту.

**В первой главе** приведен аналитический обзор современного состояния науки в области численного моделирования процесса конвективно-радиационного теплопереноса. На основе этого обзора показана актуальность диссертационного исследования, сформулированы основные задачи, требующие рассмотрения.

**Вторая глава** посвящена описанию вычислительной модели сопряженного теплопереноса в замкнутых прямоугольных областях с локальными источниками

радиационного нагрева, учитывающей кондукцию в ограждающих полость стенках, естественную конвекцию газа и тепловое поверхностное излучение.

**В третьей главе** представлены результаты численного моделирования процесса кондуктивно-конвективно-радиационного теплопереноса в замкнутых прямоугольных областях, нагреваемых источниками лучистой энергии, в широком диапазоне варьирования определяющих параметров.

**В заключении** диссертации сформулированы основные результаты диссертационной работы.

**Целью работы** является математическое моделирование сопряженного конвективно-кондуктивного теплообмена в замкнутых областях при наличии локальных источников радиационного нагрева.

Для достижения поставленной цели автором было проведено исследование влияния факторов нестационарности, степени черноты границ раздела «газ – стенка», характерных размеров полости, толщины и теплофизических свойств стенок, мощности источника радиационного нагрева на формирования полей температур и линий тока.

**Научная новизна** результатов диссертационной работы работа Ни Александра Эдуардовича обусловлена получением ряда новых ранее неизвестных результатов. Установлено, что в замкнутых прямоугольных областях с локальными источниками радиационной энергии конвективное число Нуссельта изменяется незначительно при варьировании числа Рэлея, а также степени черноты стенок в условиях ламинарного режима течения; при варьировании высоты подвеса инфракрасного излучателя в диапазоне от 0,5 до 0,9 среднее эффективное число Нуссельта на нижней горизонтальной границе раздела сред уменьшается на 30 %.

**К основным научным результатам, полученных лично соискателем,** относятся разработка и верификация вычислительного кода в среде программирования MatLab для результирующих потоков излучения, уравнений Навье–Стокса и теплопроводности; исследование влияния факторов нестационарности, степени черноты границ раздела «газ – стенка», характерных размеров полости, толщины и теплофизических свойств стенок, мощности источника радиационного нагрева на формирования полей температур и линий тока; установление основных закономерностей совместно протекающих процессов

кондукции, естественной конвекции и поверхностного излучения в замкнутых областях.

**Практическое значение работы** заключается в возможности использования полученных результатов при выборе режимов сушки в инфракрасных камерах, а также при проектировании систем лучистого отопления помещений.

Исследования выполнялись в рамках проектной части государственного задания № 2.1321.2014 и по гранту Президента Российской Федерации для ведущих научных школ Российской Федерации НШ-7538.2016.8.

**Достоверность** результатов обеспечивалась использованием математических моделей, основанных на выполнении фундаментальных принципов сохранения, сопоставлением полученных результатов с известными теоретическими и экспериментальными данными.

Диссертация А.Э. Ни является **научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований содержится решение научной задачи, связанной с исследованием механизмов переноса при наличии кондукции, естественной конвекции и теплового поверхностного излучения в замкнутых прямоугольных областях с локальными источниками радиационного нагрева и имеющей значение для развития механики жидкости, газа и плазмы, а также теории теплообмена.**

Положения диссертационной работы обеспечивают возможность более глубокого понимания механизмов взаимодействия процессов кондукции, ламинарной и турбулентной естественной конвекции и теплового поверхностного излучения в замкнутых полостях с локальными источниками радиационного нагрева.

**Полнота изложения** материалов диссертации достаточно высока. По теме диссертационного исследования опубликовано 27 научных работ, в том числе 2 статьи в журналах, включенных в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени кандидата

наук, 13 статей в зарубежных научных журналах, индексируемых Web of Science и Scopus, 7 публикаций в сборниках материалов международных и всероссийских научных конференций, получено 4 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации.

Следует отметить, что наряду с достоинствами рецензируемая работа имеет следующие **замечания**:

1. Выводы по первой главе следовало бы предварить фразой: «На основании анализа литературных источников установлено».
2. Автору следовало бы использовать единую терминологию для обозначения моделируемой среды. В пределах одного абзаца моделируемая среда определяется как газ, жидкость и воздух (стр. 34). И хотя неопределенность терминологии не влияет на полученные результаты, качество изложения материала ухудшается.
3. При описании геометрии моделей приведены на рис. 2.1.1 (стр. 35) указано, что модели *a* и *b* являются осесимметричными. Это не так модели *a* и *b* являются плоскими симметричными относительно вертикальной оси.
4. В параграфах 3.1 - 3.3 отсутствует полная информация о размерах и положении источника радиационного нагрева.
5. В диссертационной работе недостаточное внимание уделено исследованию турбулентного теплообмена, отсутствуют данные о распределении турбулентной кинетической энергии, турбулентных тепловых потоков и температурных пульсациях. Описание подхода, используемого для моделирования турбулентности, не позволяет в полной мере оценить полученные результаты.

Несмотря на эти замечания, диссертационная работа Ни Александра Эдуардовича представляет собой завершённое научное исследование, выполненное автором самостоятельно и на достаточно высоком уровне.

Методы исследования и полученные автором результаты свидетельствуют о высокой квалификации соискателя. Считаю, что Ни Александр Эдуардович

заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Официальный оппонент  
профессор кафедры теоретической  
механики Томского Государственного  
Архитектурно-Строительного  
Университета,



д.ф.-м.н. Матвиенко Олег Викторович

11.09.2018

Адрес: 634041, г. Томск, ул. Тверская, д.117, кв.6,

Тел.+79832382150, e-mail: [matvolegv@mail.ru](mailto:matvolegv@mail.ru)

Я, Матвиенко Олег Викторович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой Ни Александра Эдуардовича .



Подпись Матвиенко Олега Викторовича удостоверяю.

ИО Проректора по научной работе ТГАСУ



Юрьев И.Ю.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Томский государственный архитектурно-строительный университет»

634003, г. Томск, пл. Соляная, 2;

(3822) 65-32-61; [pr-tsuab@mail.ru](mailto:pr-tsuab@mail.ru); <http://www.tsuab.ru>