

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Боброва Максима Сергеевича
«Развитие термогравитационной конвекции в горизонтальном слое газа
при наличии линейно-протяженной температурной неоднородности на
подстилающей поверхности», представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 Механика
жидкости, газа и плазмы

Диссертация направлена на численное исследование когерентных структур и колебательных процессов, возникающих в свободноконвективных течениях с неоднородным распределением температуры на подстилающей поверхности. Новизна работы заключается в исследовании механизмов, приводящих к квазипериодическим осцилляциям в потоке, вызванным переходами между различными модами конвекции, а также в исследовании условий, необходимых для формирования таких осцилляций.

Данные результаты могут иметь практическую значимость при построении моделей микроклимата вблизи локализованных температурных неоднородностей, таких как реки и городской остров тепла. В работе также исследовано влияние речного течения на ночной атмосферный пограничный слой в условиях устойчивой стратификации, рассмотрен вопрос влияния течения теплой, по сравнению с окружением, реки на тепломассоперенос и распространение примесей над ней.

Исследование проводится в широком диапазоне пространственных масштабов с помощью современных численных методов. Для малых масштабов и малых чисел Рэлея используется метод прямого численного моделирования (DNS). Для крупных масштабов, соответствующих приземной части атмосферного погранслоя, используются метод крупных вихрей (LES) и подход усреднённых по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса (RANS). Используемые численные методы валидируются путем проведения исследования сеточной сходимости, сравнения с каноническими течениями, и сравнением с данными натурных наблюдений. Основные положения диссертации прошли апробацию на ряде международных и всероссийских конференций и изложены в 9 научных публикациях, из которых 7 опубликованы в рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК РФ.

В ходе ознакомления с авторефератом сформулированы следующие замечания:

1. Вторая глава посвящена прямому численному моделированию эффекта влияния линейно-симметричной температурной неоднородности на нижней стенке, добавленной в течение Релея-Бенара, на образование крупномасштабных вихревых структур и формирование низкочастотных колебаний потока. При этом в автореферате отсутствует информация о характерных масштабах турбулентности и ее диссипации и сопоставление этих масштабов с размером ячеек расчетной сетки.
2. В третьей главе автореферата есть только словесное упоминание предлагаемой модификации $k - \varepsilon$ модели турбулентности, отсутствуют соответствующие формулы. Так же, как и во второй главе ничего не сказано о методе расчета, используемых схемах аппроксимации и пр.
3. В тексте автореферата часто используется упоминание RANS модели турбулентности, хотя автор решает нестационарные задачи и правильно стоило бы

называть URANS модели. Из автореферата неясно, как обосновывается интервал усреднения по времени для URANS модели.

Указанные замечания не уменьшают ценности работы Максима Сергеевича, диссертация является законченной научно-квалификационной работой, обладает научной новизной, достоверностью, теоретической и практической значимостью.

Диссертационная работа Боброва Максима Сергеевича «Развитие термогравитационной конвекции в горизонтальном слое газа при наличии линейно-протяженной температурной неоднородности на подстилающей поверхности» является завершённым научным исследованием, выполненным на высоком профессиональном уровне. Работа удовлетворяет всем критериям, установленным п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», для соискателей учёной степени кандидата физико-математических наук.

Бобров Максим Сергеевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9. – Механика жидкости, газа и плазмы.

Я, Минаков Андрей Викторович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, их дальнейшую обработку и передачу в соответствии с требованиями Минобрнауки России.

Директор института Инженерной физики и Радиоэлектроники ФГАОУ ВО «Сибирский Федеральный университет», доктор физико-математических наук



Минаков Андрей Викторович

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет»

Адрес: Российская Федерация, 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79.

Телефон: +7 (391) 244-86-25

e-mail: office@sfu-kras.ru

