**АНАЛИТИЧЕСКОЕ И ЧИСЛЕННОЕ**

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЙ ГАЗА**

**В РАЗРУШИТЕЛЬНЫХ АТМОСФЕРНЫХ ВИХРЯХ**

**(докторская диссертация)**

**И.Ю. Крутова**

Снежинский физико-технический институт НИЯУ МИФИ, Снежинск

[IYKrutova@mephi.ru](mailto:IYKrutova@mephi.ru)

**Аннотация доклада**

Диссертация посвящена разработке теоретических положений, совокупность которых можно квалифицировать как новое крупное научное достижение. А именно. Благодаря доказанным в работе теоремам и проведенным расчетам впервые для восходящих закрученных потоков, встречающихся в природе в виде торнадо, тропических циклонов и огненных вихрей, даны научно обоснованные ответы на вопросы о причинах возникновения и направлениях закрутки в рассматриваемых потоках, имеющих спиральный характер, о значениях газодинамических параметров исследуемых течений и, главное, об источнике энергии для их продолжительного функционирования.

В основу теоретического исследования положена предложенная Баутиным С.П. схема возникновения и устойчивого функционирования разрушительных атмосферных вихрей.

**Актуальность исследования**. В природе довольно часто встречается интересное явление – восходящий закрученный поток (ВЗП) воздуха. В качестве примеров таких потоков можно привести многочисленные смерчи и торнадо, регулярно наблюдаемые на юге США и в других достаточно теплых и ровных местностях. К подобным явлениям относятся и периодически возникающие тропические циклоны, а также огненные вихри, часто наблюдаемые в сезон сельскохозяйственных палов. В книгах Наливкина Д. В. и Вараксина А. Ю. и других приведены многочисленные примеры реальных торнадо и тропических циклонов, наблюдаемых на протяжении большого промежутка времени и приносящих многочисленные разрушения и человеческие жертвы. Актуальность исследования обусловлена тем, что изучение природных ВЗП может позволить не только раскрыть механизм возникновения и функционирования этих потоков. А также может привести: 1) к прогнозу возникновения торнадо и циклонов; 2) к рекомендациям по способам уничтожения подобных природных потоков; 3) к рекомендациям по практическому использованию энергии ВЗП.

**Цель исследования.** Аналитическое и численное моделирования течений идеального газа в условиях действия сил тяжести и Кориолиса с целью установления общих закономерностей и конкретных свойств течений в ВЗП.

**Научные результаты, выносимые на защиту.**

1. Постановка новых начально-краевых задач для системы уравнений газовой динамики, соответствующих газодинамическим конфигурациям рассматриваемых течений и доказательство теорем о существовании и единственности решения в классе аналитических функций. Доказательства трех новых теорем:

1.1) о трехмерном нестационарном плавном радиальном стоке;

1.2) о неодномерном течении в окрестности непроницаемой горизонтальной плоскости, возникающем при радиальном притоке;

1.3) о трехмерном нестационарном движении газа возле вертикального нагревающегося цилиндра.

2. Установление новых свойств решений с использованием начальных отрезков сходящихся рядов:

2.1) возникновение закрутки потока и направление закрутки, разное в случае торнадо и огненного вихря;

2.2) отсутствие закрутки, если в исходной начально-краевой задаче положен равным нулю, вектор угловой скорости вращения Земли, то есть в случае, когда вращение Земли вокруг своей оси в рассматриваемой задаче не учитывается;

2.3) впервые представлено обоснование ошибочности предложения об учете или не учете вращения Земли в системе уравнений газовой динамики в зависимости от значения числа Россби.

3. Впервые проведены численные расчеты газодинамических локальных и интегральных характеристик стационарных течений в придонных частях ВЗП, соответствующие данным натурных наблюдений за природными торнадо и тропическими циклонами;

4. На основе анализа численно полученных результатов по геометрическим, скоростным и энергетическим характеристикам течений впервые установлено:

4.1) с ростом интенсивности торнадо вклад кинетической энергии во вращательную часть потока от кинетической энергии вращения Земли вокруг своей оси принципиально растет;

4.2) в торнадо минимальной интенсивности (при котором начинаются разрушения) вклад кинетической энергии во вращательную часть потока от кинетической энергии вращения Земли вокруг своей оси равен 1/2;

4.3) разрушительными торнадо могут быть при существенно меньшей скорости ветра на границе стока, чем это указано в шкале Фудзиты.

5. На основе использования аналитических свойств решений и частичного разделения независимых переменных численное построение трехмерных стационарных течений сведено к решению системы обыкновенных дифференциальных уравнений (СОДУ). Эти СОДУ решаются традиционными численными методами большого порядка точности.

**Научная новизна результатов исследования.** Все перечисленные научные результаты, выносимые на защиту, на момент опубликования являлись новыми.

**Публикации.** Всего по теме диссертации соискателем лично и в соавторстве опубликовано более 70 печатных работ, в том числе **2 монографии, 2 препринта,** 22 статьи, из которых **12 из списка ВАК, 2 индексируются в базе данных Web of Science и Scopus.**