

## ОТЗЫВ

официального оппонента д.ф.-м.н. Джураева А.М., на диссертационную работу Токторбаева А. М. на тему «Разрешимость задачи Коши для уравнений реагирующей смеси газов», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.02 – «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление»

**Актуальность темы.** Один из разделов дифференциальных уравнений составляют краевые задачи газовой динамики, являющиеся актуальными в связи с многочисленными приложениями, оригинальностью постановок задач и методов их решения. С теоретической точки зрения уравнения механики сплошной среды издавна привлекают внимание особенностями постановок задач и своеобразием методов их решения.

Стремительное развитие численных методов на основе применения ЭВМ является в настоящее время одним из основных стимулов к изучению моделей механики.

Процессы, происходящие в движущихся жидкостях, математически описываются уравнениями Навье-Стокса. Такие уравнения как известно, нелинейны и оптимальным способом их решения в настоящее время является численные методы. Разработка численных методов для уравнений Навье-Стокса имеет большую прикладную и теоретическую ценность. Для построения эффективных численных алгоритмов необходимо провести строгий математический анализ разрешимости краевых задач.

Изучению уравнений Навье-Стокса посвящены работы многих авторов. Обзор исследований по вопросам корректности краевых задач для уравнений вязкого газа приведен в монографии С. Н. Антонцева «Краевые задачи механики неоднородных жидкостей». Начало изучению краевых задач положила работа Дж. Серрина, в которой были сформулированы основные постановки краевых задач и доказаны теоремы единственности в классе гладких решений. Дж. Нэшу принадлежит первая теорема существования классического решения задачи Коши «в малом» по времени. Несколько иными методами его результат был повторен и обобщен в работах Н. Итая, А.И. Вольперта и С.И. Худяева. Для смешанных краевых задач локальные теоремы существования и единственности установлены В.А. Солонниковым, А. Тани.

Общие вопросы электрогазодинамики рассмотрены в монографиях И.П. Верещегина, В.И. Левитова, Г.З. Мирзабекяна, М.М. Пашина, А.Б. Ватажина, В.И. Грабовского, В.А. Лихтера, В.И. Шульгина, Ю.С. Бортникова, Н.Б. Рубашова.

Разрешимость одномерных уравнений, описывающих ЭГД – течение при отсутствии магнитного поля были рассмотрены Н.Т. Файзулиной при баротропном движении для общего случая, когда в среде находятся либо положительные ионы, либо отрицательные и в случае вязкого теплопроводного газа. Стабилизация решений нестационарной задачи ЭГД в случае вязкого теплопроводного газа изучалась Н.Т. Копыловой.

**Структура и объем диссертации.** Работа состоит из трех глав, семи разделов, введения, заключения, списка литературы, содержащего 112 наименований. Нумерация разделов – двузначная, нумерация формул, определений, лемм и теорем – трехзначная. Количество страниц – 134.

Диссертация оформлена в соответствии с требованиями ВАК КР.

**В первой главе** – содержится обзор работ, близких по тематике к теме диссертации.

**Во второй главе** посвящена решению уравнений нестационарного одномерного течения в неограниченной области многокомпонентной смеси газов, между которыми протекает химическая реакция и.

**В третьей главе** исследуются уравнения нестационарного одномерного движения в неограниченной области вязкого теплопроводного газа с учетом магнитного и электрического полей. С помощью априорных оценок доказывается однозначная разрешимость в «целом» по времени начально-краевых задач, описывающих ЭГД. Рассматриваются случаи, когда коэффициент теплопроводности постоянен, а также зависит от плотности или температуры. Кроме тех, изучается краевая задача с неоднородными граничными данными для температуры.

**Цель работы.** Целью диссертации является доказательство существования и единственности обобщенных решений краевых задач и задач Коши для уравнений одномерных нестационарных движений в неограниченной области реагирующей смеси сжимаемых и вязких газов в разных модельных ситуациях.

**Научная новизна** - Доказана однозначная разрешимость «в целом» по времени задачи Коши, описывающей одномерное нестационарное течение в неограниченной области двухкомпонентной смеси газов, между которыми протекает химическая реакция, когда искомые функции имеют разные пределы на бесконечности

-Доказаны существование и единственность обобщенного решения краевых задач для вырождающихся и не вырождающихся уравнений движения в неограниченной области с контактным разрывом и с учетом пористости среды.

-Доказана однозначная разрешимость «в целом» по времени краевых задач для одномерных нестационарных движений в неограниченной области сжимаемых и вязких газов с учетом магнитного и электрического полей.

-Доказана однозначная разрешимость «в целом» по времени задачи в ограниченной и неограниченной областях, с непроницаемыми и проницаемыми (протекание вязкого газа сквозь ограниченную область) границами, с постоянным и переменным коэффициентами теплопроводности и неоднородной (по температуре) граничной задачи.

**Достоверность и обоснованность** полученных результатов обеспечиваются корректной постановкой задачи, применением строгих математических методов, полными математическими доказательствами.

Доказательство теорем проводится по следующей схеме: а) выводятся глобальные априорные оценки, положительные постоянные  $C, C_i, N_i, K_i$  в

которых зависят только от данных задачи и величины  $T$ ,  $0 < T < \infty$  интервала времени, но не зависят от промежутка существования локального решения; б) доказывается локальная теорема существования; в) на основе полученных глобальных априорных оценок локальное решение продолжается на весь промежуток времени  $[0, T]$ ,  $0 < T < \infty$ ; г) доказывается единственность решения.

**Теоретическая и практическая значимость.** Работа носит теоретический характер. Изучены задачи, которые возникают непосредственно из приложений. Дана постановка и исследованы важные задачи механики сплошной среды, приводящие к новым широким классам систем дифференциальных уравнений в частных производных. Результаты диссертации могут найти применение в теории краевых задач для нелинейных уравнений, могут быть использованы при исследовании качественных свойств решений уравнений газовой динамики и гидродинамики, а также для обоснования алгоритмов численного исследования течений вязкого газа.

**Основные результаты диссертации** По теме диссертации опубликованы 14 статей и 1 тезиса докладов научных конференций. Из них 10 статьи опубликованы за пределами Кыргызской Республики в научных изданиях: Труды VI совещ. Рос.–Каз. раб. гр. по выч. и инф. техн. – Алматы. 2009, Rep. of the third cong. of the world math. Society of Turkic coun. - Almaty. 2009, Вестник Казахск. нац. ун-та. - 2011, Вестник Евразийск. нац. ун-та. Астана. - 2011. -№ 2 (81), Привол. науч. вест. – 2016, Инновации в науке. – СибАК, Third Intern. Conf. on Analysis and Applied Math. - Almaty, 2016, Проб. современной науки и образования. – Иваново, РФ, 2017- № 8 (90), Наука и образование: новое время - Чебоксары, РФ, 2017 -№ 5, Актуальные проблемы современнее науки - Спутник+, М. РФ, 2017 -№ 6 индексируемых системой РИНЦ. Последние публикации изданы за 12 месяцев до представления диссертации в диссертационный совет.

Результаты диссертации апробированы на международных конгрессах и конференциях, и на региональных семинарах.

#### **Замечания по диссертационной работе**

Диссертация написана на кыргызском языке и изложение научной работы с учетом адаптированной терминологии является вкладом в развитие научного стиля кыргызской филологической науки. Вместе с тем имеются отдельные предложения, написанные по русскому стилю, например: Вместо «Гронуолланын леммасы боюнча мына буларды алабыз:  $\theta \equiv 0, \rho \equiv 0, c \equiv 0$ .» можно было написать «Гронуолланын леммасы боюнча  $\theta \equiv 0, \rho \equiv 0, c \equiv 0$  алабыз.».

Отмеченное выше замечание не снижает высокую научную ценность диссертационной работы.

**Заключение по диссертационной работе.** Исследование обладает внутренним логическим единством полученных результатов и представляет собой законченную научную работу. Автореферат соответствует содержанию диссертации, отражает поставленные в ней цели, задачи исследова-

ния и полученные результаты. Диссертационная работа отвечает критериям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемых к кандидатским диссертациям и оформлена в соответствии с требованиями ВАК КР. В диссертационной работе Токторбаева А.М. ««Разрешимость задачи Коши для уравнений реагирующей смеси газов» решены задачи, имеющие существенные значения для физико-математической науки, что соответствует требованиям ВАК КР, а автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.01.02 – «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление».

**Официальный оппонент,  
д-р физ.-мат. наук**



**Джураев А.М.**

*Подпись Джураева А.М. заверяю*

*рег. № 36  
16-06-2018*