

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Юй Чжаокая на тему "Колебания жидкости в двухсвязных полостях в условиях микрогравитации", представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 1.1.7. "Теоретическая механика, динамика машин" и 1.1.9. "Механика жидкости, газа и плазмы"

**Актуальность** диссертации обусловлена тем, что в ней предложены численные алгоритмы решения задач гидромеханики невесомости, возникающие в современном ракетостроении, а также дан подход к стандартизации этих алгоритмов. В диссертации рассмотрены актуальные для технических приложений модели поведения подвижного жидкого топлива в баках, имеющих вид двусвязных областей, в том числе коаксиально-цилиндрической и тороидальной формы.

Во **введении** сформулированы цель и задачи исследования, приведены положения, определяющие научную новизну и практическую ценность полученных результатов. В **главе 1** дан обзор литературы по исследованию поведения жидкости в условиях микрогравитации. В **главе 2** рассмотрена нелинейная задача о положении равновесия капиллярной жидкости в осесимметричной двусвязной полости. Разработана программа отыскания форм равновесной свободной поверхности жидкости в коаксиально-цилиндрических и тороидальных сосудах. В **главе 3** построены численные алгоритмы отыскания собственных частот и собственных форм поверхности при малых колебаниях идеальной несжимаемой жидкости в условиях микрогравитации. В **главе 4** представлен и исследован механический аналог малых движений жидкости в условиях микрогравитации. Даны оценки скорости диссипации энергии вблизи линии трехфазного контакта колеблющейся маловязкой жидкости в зависимости от числа капиллярности и числа Бонда.

**Методы исследований.** При решении поставленных задач применены вариационный метод, метод Рунге-Кутты 4-го порядка, метод разделения переменных, метод Ритца и метод конечных элементов. При исследовании положения равновесия и малых колебаний жидкости использованы вариационный и энергетический подходы.

**Достоверность и сходимост**ь полученных результатов обеспечивается:

- 1) использованием в работе известных вариационных принципов механики и энергетического подхода как способов решения задач гидромеханики;
- 2) реализацией разработанного алгоритма на программном комплексе MATLAB с проверкой достоверности и сходимости на ряде тестовых задач;

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

«28 06 2023»

3) удовлетворительным согласованием результатов отдельных частей работы с известными данными других авторов, как аналитическими и численными, так и экспериментальными.

В качестве **замечаний** можно отменить следующие:

- ✓ Основное внимание в работе уделено стационарным и спектральным постановкам, однако интерес также представляют эволюционные задачи и разработка методов расчета движения жидкости при микрогравитации в зависимости от времени. На этом стоило бы сделать акцент в дальнейших исследованиях.
- ✓ Сходимость разработанных в диссертации численных алгоритмов следовало бы обосновать более детально.

Сделанные замечания не влияют на общую положительную оценку работы.

Диссертационная работа является законченным научным исследованием и имеет практическую значимость. Диссертация удовлетворяет требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям и её автор, Юй Чжаокай, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальностям 1.1.7. Теоретическая механика, динамика машин и 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы.

к.ф.-м.н., старший научный сотрудник  
Вычислительного центра им. А.А.Дородницына РАН  
Федерального исследовательского центра  
«Информатика и управление» Российской академии наук,

Пикулин Сергей Владимирович  
E-mail: [spikulin@gmail.com](mailto:spikulin@gmail.com)

Подпись Пикулина Сергея Владимировича заверяю:

Начальник отдела кадров

«16» 06

Л.А. Петрова

2013 г.



Федеральное государственное учреждение "Федеральный исследовательский центр  
«Информатика и управление» Российской академии наук"

Адрес: 119333, Москва, Вавилова, д.44, кор.2.

Телефон: +7 (499) 135-62-60. Факс: +7 (495) 930-45-05

Электронная почта: [frccsc@frccsc.ru](mailto:frccsc@frccsc.ru)