

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Хатунцевой Ольги Николаевны

«Развитие методов расширения фазового пространства для описания нелинейных процессов и систем в задачах механики сплошных сред и аэродинамики», представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.05 - «Механика жидкости, газа и плазмы».

Диссертационная работа О.Н. Хатунцевой посвящена разработке методов исследования нелинейных процессов и систем, основанных на расширении фазового пространства переменных, в задачах механики сплошных сред и аэродинамики.

Работа объемом в 207 стр. состоит из введения и пяти глав. Список литературы включает 125 наименований. Введение содержит обоснование актуальности проведенных автором исследований и краткое изложение содержания диссертации.

Первая глава диссертации содержит общие положения разработки метода описания процессов, претерпевающих скачкообразные переходы. Метод применим к таким физическим процессам, которые можно однозначно описать функциями везде, кроме ограниченной области, где нарушается их детерминированное поведение. Получены соотношения, связывающие координаты, значения функций и их производных на границе переходной области.

Во второй главе с помощью разработанного метода описания процессов, претерпевающих скачкообразные переходы, решается задача аналитического определения размерности односвязных фрактальных структур, образующихся в динамических процессах.

Разрабатывается метод описания процессов, протекающих в односвязных фрактальных структурах с помощью дифференциальных уравнений, в которых учитывается масштабный фактор, без привлечения

Отдел документационного
обеспечения МАИ

Вх. № 13 / 02 2020

производных по времени и пространству в дробной степени. С учетом этого метода решается задача распространения тепла от локализованного источника в бесконечное пространство, обладающее односвязной фрактальной структурой, “вложенной” в непроводящее тепло трехмерное пространство: найдено частное решение в случае произвольной зависимости коэффициента теплопроводности от масштаба рассмотрения системы и общее решение для коэффициента теплопроводности, не зависящего от масштаба рассмотрения системы.

В третьей главе разрабатывается метод описания стохастических процессов, происходящих в системах, не имеющих выделенных состояний равновесия, с помощью дифференциальных уравнений в фазовом пространстве, расширенном с помощью дополнительной «стохастической» переменной.

На примере решения задачи распространения акустических возмущений малых амплитуд в жидкости, при наличии в ней стохастических колебаний, показана возможность применения разработанного метода при описании стохастических систем на макроуровне.

В четвертой главе приведена классификация аэродинамических гистерезисных явлений, в соответствии с которой, можно выделить два основных типа: гистерезисные явления, зависящие от скорости изменения аргумента и гистерезисные явления от нее независящие. Выделен тип гистерезисных функций, имеющих «смешанные» черты двух основных типов.

Предложены теоретические методы описания гистерезисных функций первого и второго типов.

В пятой главе разработана методика, позволяющая характеризовать колебательное движение ЛА на основе анализа коэффициентов

аэродинамических производных демпфирования с использованием математической модели гистерезисных явлений.

Актуальность работы состоит в разработке новых методов описания нелинейных процессов и систем, обладающих неоднозначностью и/или неопределенностью.

Научная новизна работы заключается в едином методологическом подходе к решению задач механики, связанных с исследованием динамических систем, обладающих неоднозначностью и/или неопределенностью при реализации различных состояний, основанном на расширении фазового пространства переменных.

Полученные результаты расширяют область теоретического и практического использования решений таких задач. В частности, метод описания процессов, протекающих в односвязных фрактальных структурах, может быть использован для описания гидродинамических процессов и процессов теплопроводности, протекающих в пространствах, моделью которым могут служить односвязные фрактальные структуры: пористые грунты, композитные материалы, природные дендриты.

Методы описания аэродинамических гистерезисных функций позволяют делать быстрые качественные и количественные прогнозы для аэродинамических коэффициентов в нестационарных условиях полета космической и авиационной техники.

Методы описания стохастических процессов позволяют решать гидродинамические задачи с учетом недетерминированных процессов, а также позволяют объяснить эффекты отклонения плотности распределения реализаций от нормального «гауссовского» вида во многих стохастических процессах.

Достоверность полученных результатов подтверждена сравнением с численными и физическими экспериментами. Научные положения,

выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации обоснованы в достаточной степени.

По работе можно сделать следующие замечания:

- теоретические вопросы, затронутые в диссертации, имеют много практических приложений. Желательно было бы более широко отразить области применения разработанных методов;
- в работах автора затрагиваются проблемы, связанные с возможностью описания турбулентности на основе методов, расширения фазового пространства, предложенных в диссертации. Желательно было бы более глубоко отразить эти вопросы в самой диссертации.

Указанные замечания не снижают научной ценности диссертационной работы и полученных в ней результатов.

Работы автора широко обсуждались на конференциях и достаточно подробно освещены в публикациях автора, пятнадцать из которых в изданиях из “Перечня российских рецензируемых научных журналов” (ВАК) (пять переводных работ, входящие в международные базы данных Web of Science и Scopus).

Содержание диссертации соответствует специальности 01.02.05 «Механика жидкости, газа и плазмы».

Выводы в работе вполне отражают основные результаты исследований.

Автореферат правильно отражает содержание работы.

В диссертации отсутствует заимствованный материал без ссылок на автора и (или) источник заимствования. Диссертация обобщает самостоятельные исследования автора.

В целом представленная к защите диссертационная работа развивает новые методы исследования нелинейных процессов и систем, основанных на расширении фазового пространства переменных, в задачах механики

сплошных сред и аэродинамики. Теоретические положения работы можно квалифицировать, как крупное научное достижение.

Диссертационная работа О.Н. Хатунцевой «Развитие методов расширения фазового пространства для описания нелинейных процессов и систем в задачах механики сплошных сред и аэродинамики» выполнена на высоком научном уровне, соответствует всем требованиям ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям, включая п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор, Хатунцева Ольга Николаевна, заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.02.05 - «Механика жидкости, газа и плазмы».

Начальник Управления
конкурсных проектов по
наукам о Земле и
естественнонаучным методам
исследований в гуманитарных
науках Федерального
государственного бюджетного
учреждения «Российский фонд
фундаментальных
исследований»

Член-корреспондент РАН,
профессор, доктор физико-
математических наук

Жмур Владимир Владимирович

Адрес: 119334, Москва, Ленинский проспект, 32а, 20-21 этаж
Телефон: 8-(499)-995-16-32
E-mail: zhmur-vladimir@mail.ru

Подпись официального оппонента Жмура В.В. удостоверяю

Заместитель директора РФФИ



В.В. Семашко