

Отзыв

на автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора физико-математических наук Родионова А.В. «Разработка методов и программ для численного моделирования неравновесных сверхзвуковых течений в приложении к аэрокосмическим и астрофизическим задачам» ведущего научного сотрудника «Научно-Исследовательского Московского комплекса ЦАГИ» доктора физико-математических наук Усачова Александра Евгеньевича

Представленная диссертационная работа Родионова А.В. посвящена важным проблемам приложения методов численного моделирования для исследования течений с физико-химическими процессами, возникающих при разработке, создании и эксплуатации аэрокосмической техники. Среди таких задач можно выделить проблему моделирования струй, истекающих из ракетных двигателей в атмосферу на различных этапах полета летательного аппарата. Другой сферой приложения методов численного моделирования неравновесных течений, представленных в работе, является астрофизика, где одним из наиболее привлекательных объектов изучения являются кометы. На современном этапе развития непилотируемой космонавтики стало возможным проведение исследовательских миссий, нацеленных на получение детальной информации о составе, морфологии и динамике газопылевой активности комет. Подготовка и проведение таких миссий требуют решения ряда актуальных задач, к числу которых принадлежит проблема моделирования атмосферы реальной кометы.

Научная новизна работы заключается в разработке и применении методов повышения точности и эффективности численного моделирования течений с физико-химическими процессами. Особо можно выделить: оригинальный метод повышения точности схемы Годунова на базе элементов схемы Колгана и вычислительной процедуры типа предиктор-корректор; методику маршевого расчета сверхзвуковых струй, истекающих в спутный дозвуковой поток, которая обобщена на случай образования локальной дозвуковой зоны в ядре потока; комплексную математическую модель течения продуктов сгорания, истекающих из типовых ракетных двигателей на жидком и твердом топливах; развитие математической модели ближней атмосферы кометы, включающей в себя несколько моделей производства газопылевого потока с поверхности и учитывающая многофазную неравновесность и фотодиссоциацию; новое представление схемы КАБАРЕ, относящееся к классу схем типа MUSCL; новый вариант разрывного метода Галеркина, обладающего свойством суперсходимости и другие.

Необходимо отметить практическую ценность работы, результаты которой нашли широкое признание среди отечественных специалистов и используется в различных учебных и научно-исследовательских институтах, таких как ЦАГИ им. Н.Е. Жуковского, ЦИАМ им. П.И. Баранова, ЦНИИМАШ, РФЯЦ-ВНИИЭФ, МАИ им. С. Орджоникидзе. Разработанные методики и модели реализованы в комплексе программ RZC, нашедшего

активное применение в научно-исследовательских работах по изучению атмосферы кометы Чурюмова-Герасименко в рамках проекта Розетта.

В качестве замечания к диссертации, которое возникло при чтении автореферата, можно высказать следующее: во второй главе показан пример расчета обтекания затупленного тела с использованием стандартной $k-\epsilon$ модели турбулентности, в котором происходит нефизическая интенсификация турбулентности. В современных исследованиях стандартная $k-\epsilon$ модель турбулентности практически не используется, вводятся различные поправки, которые устраняют эту проблему.

В целом работа представляет собой законченное научное исследование, выполненное на хорошем научном уровне. Диссертационная работа отвечает требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор заслуживает присвоения ему ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

15.03.2020

А.Е. Усачов

Усачов Александр Евгеньевич,
доктор физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник
«Научно-Исследовательского Московского комплекса ЦАГИ»
107005, г. Москва, ул. Радио17,
т.(495)916-90-91 (44-07), usachov_al@mail.ru

Я, Усачов Александр Евгеньевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Родионова Александра Владимировича, и их дальнейшую обработку.

А.Е. Усачов

Подпись Ведущего научного сотрудника «Научно-Исследовательского Московского комплекса ЦАГИ» Александра Евгеньевича. Усачова удостоверяю,

И.О. Зам. Генерального директора ФГУП «ЦАГИ»
Начальника «Научно-Исследовательского
Московского комплекса ЦАГИ»,



В.Ю. Гранич