

**Отзыв о бакалаврской работе Лагутина Семёна Михайловича
«Разработка модулей программного комплекса КАРРА для исследования
физико-химических свойств газов»**

Моделирование течений реагирующих смесей газов в условиях сильных отклонений от равновесия необходимо при описании движения летательного аппарата на больших скоростях и высотах, при исследовании физики атмосферы, в задачах низкотемпературной плазмы и экологии. Современные приложения требуют построения детальных математических моделей, учитывающих все многообразие физико-химических процессов в газовых смесях, а также влияние этих процессов на перенос массы, импульса и энергии. Такая модель (модель поуровневой кинетики) была построена ранее научным коллективом кафедры гидроаэромеханики и частично реализована в программном комплексе КАРРА для исследования физико-химических свойств газов, разработанном в рамках исследовательского проекта, поддержанного СПбГУ. Комплекс не имеет аналогов в современной литературе, поскольку позволяет вычислять поуровневые коэффициенты скорости химических реакций и коэффициенты переноса (вязкости, теплопроводности, диффузии) для каждого возбужденного колебательного состояния молекул смеси. Однако использование программного продукта КАРРА для решения реальных задач осложняется по нескольким причинам. Во-первых, комплекс не подразумевает решения систем дифференциальных уравнений, описывающих течение газа, а лишь позволяет расчёт вспомогательных величин в этих системах – коэффициентов скорости процессов и коэффициентов переноса. Во-вторых, КАРРА не имеет пользовательского интерфейса, что мешает использованию библиотеки в научных исследованиях и в учебном процессе.

С.М. Лагутину было предложено разработать пользовательский интерфейс для библиотеки КАРРА и модуль, включающий решатель для системы обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ), описывающих неравновесное течение в приближении невязкого нетеплопроводного газа. Стоит отметить, что данная система уравнений является жёсткой, что затрудняет ее решение стандартными методами. Поэтому был выбран метод Гира для решения жёстких ОДУ. Разработанный модуль был протестирован на решении задачи о пространственно-однородной релаксации; проведено сравнение с результатами, полученными с помощью кода, реализованного в среде MATLAB, оценена точность решения и время решения задачи. Показана работоспособность программного обеспечения и его достаточная вычислительная эффективность.

В процессе работы С.М. Лагутин показал высокую квалификацию, самостоятельность, интерес к работе, с поставленной задачей он в целом справился. Результаты могли быть представлены в несколько лучшей форме, если бы работа над оформлением ВКР началась чуть раньше.

Тем не менее, считаю, что бакалаврская работа С.М. Лагутина заслуживает оценки «отлично», а полученные результаты после небольшой доработки можно использовать в учебных и научных целях.

Научный руководитель:



Е.В. Кустова

07 июня 2021