

Отзыв о бакалаврской работе Бушмаковой Марии Андреевны
«Расчет скорости колебательной релаксации с помощью методов
машинного обучения»

Решение современных задач неравновесной газовой динамики требует построения все более сложных математических моделей. Чем сильнее отклонение системы от равновесия, тем более детальное описание требуется для моделирования течения реального газа. Сильнонеравновесные течения газов встречаются в высотной аэродинамике, физике низкотемпературной плазмы, физике разрядов; все эти направления являются востребованными в современных приложениях. Наиболее детальное описание газов с внутренними степенями свободы – это приближение поуровневой кинетики, когда каждое возбужденное колебательное состояние молекулы можно условно рассматривать как отдельный химический сорт. В этом случае система уравнений гидродинамики должна решаться совместно с уравнениями физико-химической кинетики для каждого колебательного уровня молекулярных компонентов смеси. Число уравнений варьируется от нескольких десятков для бинарных смесей двухатомных газов до сотен и тысяч в случае сложных смесей многоатомных газов. Численное моделирование таких систем дифференциальных уравнений связано со значительными трудностями; наиболее затратной частью является расчет скорости релаксационных процессов – источников членов в уравнениях кинетики. В связи с этим актуальной является разработка новых подходов к решению таких систем.

М.А. Бушмаковой была поставлена сложная задача – изучить возможность применения методов машинного обучения для расчета скорости колебательной релаксации и решения системы обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) для бинарной смеси газов. Для этого требовалось проанализировать современные методы машинного обучения, найти подходящий алгоритм, получить выборку данных для обучения, провести обучение, оценить точность аппроксимации и эффективность использования выбранных алгоритмов. После анализа различных алгоритмов были выбраны два метода, пригодных для работы с нелинейными задачами: метод k -ближайших соседей и модификация метода градиентного бустинга HGB. Выборка данных была получена при решении нульмерной задачи о пространственно-однородной релаксации в среде MATLAB. Были рассмотрены две модели колебательной релаксации различной точности и вычислительной сложности, SSH и FHO. Показано, что выбранные алгоритмы обучения дают хорошую точность, однако выигрыш при решении системы ОДУ невелик. Эффективность возрастает с использованием более точных и сложных моделей колебательной релаксации и при решении двух- и трехмерных задач.

В процессе работы М.А. Бушмакова показала высокую квалификацию и полную самостоятельность, с поставленной задачей она полностью справилась, несмотря на значительные трудности.

Считаю, что бакалаврская работа М.А. Бушмаковой заслуживает оценки «отлично», а полученные новые результаты следует опубликовать.

Научный руководитель:



Е.В. Кустова

07 июня 2021