

Краткое изложение заявки
Трушечкин Антон Сергеевич

Микроскопические решения кинетических уравнений и проблема необратимости

Обоснование статистической механики является фундаментальным направлением математической физики. Одной из задач в этом направлении является установление соответствия между кинетическими уравнениями и уравнениями микроскопической динамики. Уравнения Больцмана, Больцмана–Энскога, Энскога и ряд других кинетических уравнений необратимы по времени и описывают возрастание энтропии газа. Для них справедливы так называемые *H*-теоремы. Но уравнения динамики того же газа как совокупности частиц (уравнения микроскопической динамики) обратимы по времени. Несмотря на ряд фундаментальных работ, эта проблема до сих пор не решена. Традиционный подход к этой проблеме предполагает, что уравнения микродинамики считаются точными, а кинетические уравнения должны выводиться из них как некоторые приближения.

В настоящем проекте предлагается другой подход. Известно, что необратимое кинетическое уравнение Больцмана–Энскога для газа из твёрдых шаров имеет обратимые решения в виде сумм дельта-функций (микроскопические решения), которые соответствуют траекториям отдельных частиц. В предыдущих работах мы придали строгий математический смысл этим решениям и показали, что они могут быть представлены как предельный случай классических решений этого уравнения, которые необратимы. Таким образом, обратимая микроскопическая динамика частиц представляется как предельный случай необратимой динамики газа.

В предлагаемом проекте предполагается распространить эти результаты на широкий класс кинетических уравнений. А именно, для широкого класса кинетических уравнений предполагается доказать существование обратимых микроскопических решений или их обобщений.

План исследования следующий:

- 1) Исследование существования микроскопических решений для кинетического уравнения Энскога для твёрдых шаров. Уравнение Энскога — более общее, чем рассмотренное уравнение Больцмана–Энскога, и описывает динамику плотных газов из твёрдых шаров;
- 2) Исследование существования микроскопических решений для кинетических уравнений Больцмана–Энскога и Энскога для замкнутых областей с различными условиями на границе;
- 3) Исследование вопроса о представлении уравнения Больцмана для частиц с достаточно общим потенциалом взаимодействия как предельного случая некоторого обобщения уравнения Больцмана–Энскога, которое бы обладало микроскопическими решениями.
- 4) Получение кинетического уравнения, описывающего динамику образования нанокластеров в пересыщенной среде. Исследование возможности обобщения понятия микроскопического решения к нему. Исследования существования микроскопических решений. Существование микроскопических решений может выступать в качестве критерия того, что написанное кинетическое уравнение, описывающее газ на макроскопическом уровне, находится в согласии с микроскопической динамикой отдельных частиц газа;
- 5) Обобщение понятия микроскопического решения на случай квантовых кинетических уравнений и исследование вопроса о существовании этих решений;
- 6) Обобщение ранее доказанного квантового аналога теоремы Козлова о диффузии для случая произвольных начальных квадратично интегрируемых функций. Также планируется аналитически исследовать свойства поведения этих функций во времени, которые видны из численных экспериментов.