

# НЕРАВНОВЕСНАЯ ЭНТРОПИЯ ПРИ КИНЕТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ СВОЙСТВ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ

**Аристов В.В.**

Вычислительный центр им. А. А. Дородницына РАН,  
119333, Москва, ул. Вавилова, 40, [aristovvl@yandex.ru](mailto:aristovvl@yandex.ru)

Статистическая энтропия, получаемая на основе кинетической теории, является соответствующей вероятностной характеристикой состояния с любой степенью неравновесности. В [1] и с некоторыми обобщениями в [2] были получены результаты, подтверждающие выполнение Н-теоремы, выступающей как эквивалент второго начала термодинамики, для открытой системы. В одномерных задачах о неоднородной релаксации поток энтропии нарастает (что соответствует Н-теореме), при этом в некоторых случаях сама энтропия может уменьшаться на выходе открытой системы. В [3] рассматриваются течения для среды с химическими реакциями и для двумерной ситуации. В настоящей работе анализируются возможности применения данного аппарата для уравнения Больцмана и других кинетических уравнений в случае неравновесных проточных систем, которые в принципе могут моделировать свойства биологических систем. Решается ряд задач в одномерном и двумерном случаях с заданием неравновесных граничных условий. Применяются численные методы для кинетических уравнений, а также некоторые аналитические подходы, поскольку в задачах есть малый параметр. Проводится вычисление разности между локальной неравновесной и равновесными энтропиями для всех точек рассматриваемых систем. Указанная величина способна описывать сложность биоструктур, трактуемых как неравновесные открытые проточные системы.

Работа выполнена при поддержке Российского Научного Фонда (РНФ), Проект 14-11-00870.

## Литература

1. Aristov V.V. Spatial relaxation processes and the possible decreasing of entropy // Raref. Gas Dynam. Oxford University Press. 1995. Vol.1, p.43-49.
2. В.В.Аристов. Применение методов прямого решения уравнения Больцмана для моделирования и исследования неравновесных течений // Энциклопедия низкотемпературной плазмы. Ред. В.Е.Фортов. Серия Б. Том VII-1. Математическое моделирование в низкотемпературной плазме. М.: ЯНУС-К. 2008. Ч.3. с. 44-58.
3. V.V. Aristov, A.A.Frolova, S.A. Zabelok. Nonequilibrium kinetic processes with chemical reactions and complex structures in open systems // Europhys. Letters. 2014. Vol. 106, 20002-p1 - 20002-p6.