

НЕОБХОДИМА ЛИ СТОХАСТИКА ДЛЯ БЛИЗКОЙ И ДАЛЕКОЙ ОТ РАВНОВЕСИЯ ДИНАМИКИ БОЛЬШИХ СИСТЕМ

Лыков А.А., Малышев В. А.
(МГУ им. Ломоносова)

Предположение что замкнутая физическая система сама по себе сходится к равновесию создало большую науку — эргодическую теорию динамических систем — но не дало ни одного примера системы частиц с таким свойством. Оказывается однако, что эта проблема имеет очень естественное решение — достаточно допустить контакт с внешним миром одной выделенной частицы чтобы была сходимость к равновесию. Однако, чтобы была сходимость именно к распределению Гиббса , надо наложить весьма серьезные ограничения:

1) либо вместе с простейшей диссипацией использовать белый шум в качестве силы на эту выделенную частицу, см. [1], [3]

2) либо в случайные моменты времени (процесс Пуассона) «сталкивать» частицу с проходящими извне частицами, имеющими гауссовское распределение скоростей, см. [2]. [3].

Иначе говоря, у стационарного случайного внешнего воздействия должна отсутствовать память. При выполнении этого условия доказана сходимость к равновесию для почти всех положительно определенных (чтобы частицы не разбежались) квадратичных гамильтонианов. Именно, для таких гамильтонианов (то есть для линейных гамильтоновых уравнений) сходимость к Гиббсовской мере имеет место для **всех** начальных условий. Что же касается нелинейных систем, то один из аргументов состоит в следующем: подобная сходимость тем более будет иметь место так как нелинейные системы перемешивают лучше линейных.

Можно ли вообще обойтись без случайности при выводе например уравнений механики сплошных сред. На этот вопрос масса статей до настоящего времени довала фактически отрицательный ответ. Однако, в работе [4] был дан вывод

«странного» уравнения Эйлера из чисто детерминированного движения одномерной цепочки частиц. Получилось даже соотношение между давлением и плотностью, которое обычно считалось термодинамическим. Оказалось однако что эта система описывает так называемый газ Чаплыгина (авторы об этом сначала не знали). Более того, сейчас подобный газ Чаплыгина используется физиками в исследованиях по темной материи и энергии, по расширению Вселенной и в других вопросах.

Литература

1. LYKOV A. A., MALYSHEV V. A. . *Convergence to Gibbs distribution — unveiling te mystery // Markov Processes and Related Fields* – 2013. – v. 19 - №4. – С. 301-311.
2. LYKOV A. A., MALYSHEV V. A.. *Liouville ergodicity of linear multi-particle hamiltonian syystems with one particle velocity flips. // Markov Processes and Related Fields.* – 2015. – №2. – С. 381-412.
3. LYKOV A. A., MALYSHEV V. A.. *Convergence to equilibrium for Many Particle Sstems. // In «Modern Problems in Stocstic Annalysis and Statistics».*, Springer International Publishing AG – 2017. – С. 271-302.
4. LYKOV A. A., MALYSHEV V. A.. *From the N-body problem to Euler equations. // Russian journal of Matematical Phhyysics.* – 201. v. 21 – №1. – С. 79-95.