

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ САМОПОДОБНЫХ СИСТЕМ

Проф. Олемской А.И., студ. Ткаченко О. А.

На современном этапе развития науки особое значение для изучения представляют системы, в которых фазовый переход приводит к новому типу симметрии — относительно изменения их масштаба, т.е. самоподобные системы.

Самоподобие фазового пространства очевидным образом связано с его перемешиванием в ходе эволюции системы. Простейший нетривиальный пример такой системы представляет странный аттрактор, являющийся самоподобным множеством, в котором отсутствует перемешивание. В стохастических системах, подверженных действию случайной силы, свойство перемешивания может нарушаться как на макроскопическом, так и микроскопическом уровнях. В первом случае это приводит к неаддитивности энтропии, а во втором — к нарушению мультипликативности функций распределения отдельных частей системы. Поэтому исследование связи между степенью перемешивания фазового пространства и макроскопическими свойствами самоподобных систем является основным вопросом. Перемешивание фазового пространства является необходимым условием, которое обеспечивает применимость эргодической гипотезы, лежащей в основе статистической физики. В связи с этим особую актуальность приобретают исследования сложных систем, в которых фазовое пространство, сохраняя самоподобие, частично или полностью теряет свойство перемешивания.

В работе исследуются статистических свойства самоподобных систем, обладающих различным перемешиванием фазового пространства. С этой целью рассматриваются самоорганизующиеся системы, обладающие

фрактальной обратной связью, самоподобные временные ряды и стохастические системы с цветным мультипликативным шумом. Исследование первой из указанных систем, которая обладает неперемешиваемым фазовым пространством, сводится к определению условий перехода в режим странного аттрактора. Рассмотрение самоподобных временных рядов сводится к построению термодинамической модели.

В результате проведенных исследований можно сделать выводы: 1) Сложная система обладает свойством самоподобия при условии, что любое растяжение или сжатие её фазового пространства не изменяет распределение микросостояний при выборе соответствующего масштаба. Самоподобные системы, проявляющие непредсказуемое поведение, подразделяются на два класса: системы, обладающие детерминистическим хаосом, и стохастические системы. 2) Согласно теореме Рюэля—Таккенса, поведение системы может оказаться непредсказуемым даже в том случае, если она описывается детерминистическими уравнениями. Для этого необходимо, чтобы число степеней составляло не менее трёх, а сама система обладала положительной обратной связью. В таких условиях, несмотря на полную детерминированность траекторий в пространстве состояний, сколь угодно слабое отклонение от начальных условий может привести к экспоненциальному удалению от начальной траектории. 3) Непредсказуемость поведения стохастических систем обусловлена случайной силой — ланжевенковским источником, действие которого нарушает перемешивание фазового пространства. Если это свойство нарушается на макроскопическом уровне, то термодинамические величины типа энтропии теряют аддитивный характер, а функция распределения микросостояний приобретает степенную особенность.