

536.758(049.3)

СИНЕРГЕТИКА

Synergetics. Far from Equilibrium: Proceedings of the Conference; Far from Equilibrium: Instabilities and Structures. Bordeaux, France, September 27—29, 1978.— Berlin; Heidelberg; New York; Springer-Verlag, 1979.—175 p.

Рецензируемая книга представляет собой сборник статей и докладов ученых различных стран по новой развивающейся науке — синергетике. Основой для этого сборника послужили доклады, которые представили ученые различных стран на конференции в Бордо (Франция) с 27 по 29 сентября 1978 г. Эта конференция является уже не первой встречей ученых по этому новому научному направлению. Ранее подобные конференции проходили в Елмау (1972 г.), Лондоне (1974 г.), Ериче (1974 г.), Дортмунде (1976), Елмае (1977), Токио (1978).

Синергетика пытается выявить общие закономерности процессов самоорганизации в открытых системах, которые в ряде случаев приводят к возникновению в таких системах новых структур. Что особенно важно, структуры могут возникать в системах, находящихся в существенно неравновесных условиях. К числу таких явлений относятся когерентное излучение лазера, образование упорядоченных ячеек в нагреваемой жидкости (проблема Бенара), возникновение спиральных галактик, образование и рост белковых клеток и т. д. Поэтому круг систем, которые исследует синергетика, довольно широк; сюда относятся различные физические, химические, биологические системы; причем следует отметить, что образование структур в системах, далеких от равновесия, часто происходит в результате появления различного рода неустойчивостей в таких системах, которые обусловлены действием различных флуктуаций. Все это отражено в названии этого сборника «Вдали от равновесия: неустойчивости и структуры».

В этом сборнике, наряду с описанием различного рода экспериментов, в которых изучаются процессы самоорганизации, делаются попытки построения различных теоретических моделей, которые применяются к объяснению и выявлению общих физических закономерностей этих явлений.

Сборник начинается с обзорной статьи П. Глендсдорфа, одного из создателей необратимой термодинамики, в которой им сжато изложены основные этапы развития термодинамики необратимых процессов.

Большое внимание в этой статье уделяется обсуждению таких важных вопросов термодинамики необратимых процессов, как предел применимости закона Гиббса к неравновесным состояниям, концепция локального равновесия, применение термодинамических и кинетических критериев устойчивости к стационарным состояниям в неравновесных системах, связь этих критериев с теорией устойчивости Ляпунова, возникновение неустойчивых состояний благодаря проявлению нелинейных эффектов, анализ различных бифуркаций, и т. д. Все эти вопросы тесно связаны с построением теории диссипативных структур, которая занимает важное место в синергетике.

Интересный доклад в этом сборнике представил Х. Хакен, который является автором одной из первых монографий по синергетике¹.

В статье на примере такой физической системы, как лазер, изучается природа неравновесных фазовых переходов, которые протекают в системе, далекой от термодинамического равновесия. При этом попутно автор анализирует возникновение различных неустойчивостей, которые могут иметь место в такой системе.

На новые интересные особенности перехода жидкости к турбулентному движению в условиях, когда возникает неустойчивость Бенара, указали в своей статье М. Дюбуа и П. Берже. Ими экспериментально измерялось поле скоростей конвективного движения жидкости при больших числах Прандтля в режиме, при котором числа Рейлея увеличиваются.

С теорией переходных явлений вблизи точек неустойчивости, ролью нелинейных флуктуаций в теории неустойчивости и в образовании макроскопических структур знакомит оригинальная статья М. Сузуки, в которой им в рамках простой нелинейной модели делается попытка выявить общие закономерности протекания переходных явлений вблизи точек неустойчивости.

В качестве приложения эта теория применяется для объяснения образования переходного лазерного излучения и для исследования процессов самоорганизации в некоторых химических реакциях.

Очень интересная проблема затрагивается в статье Г. Бертрана. Приведенные им экспериментальные факты указывают на то, что в результате гетерогенного кинетического процесса газ — твердое тело, который является существенно неравновесным процессом, в приповерхностном слое твердого тела при определенных условиях могут возникать качественно новые морфологии структурных образований. Все это говорит о том, что при исследовании реакций газ — твердое тело необходимо учитывать возможность появления неустойчивых состояний, которые могут привести к новым качественным изменениям приповерхностного слоя.

С многообразием нелинейных эффектов, которые приводят к интересным явлениям в физике, биологии, геологии, химии, ознакомил участников этой конференции в своем обзорном докладе П. Ортолефа.

В отличие от одного из последних сборников по синергетике², в этом сборнике большая часть статей посвящена исследованию процессов самоорганизации в химических системах. В этих статьях экспериментально и теоретически изучаются некоторые нелинейные эффекты в реакции Белоусова — Жаботинского, приводятся различные бифуркационные диаграммы моделей химических реакций, анализируются наиболее общие механизмы, которые ответственны за возникновение химических осцилляций в таких системах; при этом некоторые интересные эксперименты иллюстрируются количественными расчетами. Важную роль в процессах самоорганизации играют внешние воздействия или «шумы», а также различные флуктуации в системе. Изучению этого вопроса также посвящено несколько статей. Так, в одной из них с помощью простейшей модели исследуется возможность осуществления фазовых переходов в результате действия таких внешних воздействий. В другой статье экспериментально подтверждается важная роль внешних воздействий или «шумов», которые в ряде случаев могут приводить к появлению различных переходов между определенными устойчивыми состояниями в химических системах. Эти исследования представляют для понимания процессов, происходящих в биохимических системах, несомненный интерес.

На возможность использования стохастических методов в моделировании химических систем указал в своей статье П. Анжюс.

Две статьи в этом сборнике посвящены выяснению природы мембранного потенциала и возможности его измерения в реальных условиях.

В одной из статей сборника изучаются процессы, происходящие в области поверхности раздела масло — жидкость. В частности, здесь исследуются такие вопросы, как влияние осциллирующих химических реакций и связанных с ними неустойчивостей на поверхностное натяжение межфазной границы, выясняется также роль

межфазной турбулентности в процессе перемешивания реагирующих веществ в зоне поверхности раздела.

Проблема электрокристаллизации и пассивации металлов посвящена статья И. Эшелбона и др., в которой с помощью исследования нелинейных уравнений для баланса массы реагентов и потока электронов через поверхность раздела металл-электродит удастся показать существование множества устойчивых состояний в системе, а также возможность возникновения определенной самоорганизации в этой системе.

Довольно большое внимание в этом сборнике уделяется изучению различных осциллирующих химических реакций. Так, в одной из статей подробно изучаются тепловые свойства этих реакций. При этом основной упор делается на выявление термикинетических отличий в этих осцилляциях.

Краткий обзор свойств нелинейных уравнений, используемых в химической кинетике, представил О. Е. Рёслер. Так, в зависимости от количества переменных, с помощью которых описывается та или иная химическая система, а также от конкретного вида нелинейных уравнений, решение этих уравнений может приводить к появлению в этих системах хаоса, предельных циклов, химической турбулентности, а также к существованию странного химического аттрактора.

На необходимость введения единой систематизации используемых определений при описании того или иного процесса самоорганизации указал в своей статье А. Пако.

Настоящий сборник заканчивается заключительной статьей Г. Николаса, в которой дается критическое обсуждение различных концепций и методов, которые широко используются при изучении процессов самоорганизации, указываются ближайшие перспективы синергетики и перечисляются те проблемы, которые требуют своего решения в будущем. По его мнению, исследование неравновесных фазовых переходов и диссипативных структур принесет в будущем неоценимую пользу в моделировании сложных физических и биологических систем, находящихся вдали от равновесия. Особенно большую роль синергетика может сыграть в выяснении процессов полимеризации, создании биополимеров, а также углублении нашего понимания законов эволюции живой природы на Земле.

Новый сборник по синергетике представляет собой, несомненно, интересное издание. Представленные в этом сборнике статьи и доклады расширяют и углубляют наши знания о процессах самоорганизации в различных системах. Эта книга будет полезной для ученых, занимающихся исследованием неравновесных систем, в которых в той или иной степени могут проявляться эффекты самоорганизации.

А. И. Рязанов

ЛИТЕРАТУРА

1. Haken H. Synergetics: An Introduction. Nonequilibrium Phase Transitions in Physics, Chemistry and Biology.— Berlin; Heidelberg; New York; Springer-Verlag, 1977.
2. Synergetics: Proceedings of the International Workshop on Synergetics at Schloss Elmaier, Bavaria, May 2—7, 1977.— Berlin; Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 1977.