

01

Об аномальных явлениях

© Г.Е. Скворцов

С.-Петербургский государственный университет

Поступило в Редакцию 11 декабря 1998 г.

На основе законов большой неравновесности и закономерностей структурных переходов, указанных недавно автором, обсуждаются аномальные явления. Даются их основные свойства, производится классификация, предлагается простая модель описания аномального явления, указывается несколько семейств возможных явлений.

Аномальные явления (АЯ), возникающие в природе, осуществляемые в опытах, используемые в технологиях, вызывают большой интерес, который обусловлен необычностью, противоречием имеющемуся опыту, а также желанием разгадать природу явления и использовать его с большим эффектом.

Шаровая молния (ШМ), будучи достаточно известным АЯ, остается во многом загадочной, несмотря на долговременные попытки выявить ее природу и воспроизвести в лаборатории аналогичный феномен [1–3]. На ее примере видно, сколь сложно исследовать АЯ и раскрыть его механизм.

К настоящему времени обнаружено довольно много АЯ в лабораторных условиях, однако целенаправленный поиск и обсуждение общих свойств АЯ не представлялись возможными.

Недавно выявлена система законов большой неравновесности: границы качества, аномальности, чередования аномальности [4–6], а также установлены закономерности структурных переходов (СП) [7,8], которые позволяют приступить к обсуждению АЯ для различных систем как общего феномена. Появляется возможность направленного поиска, обнаружения и изучения АЯ на закономерной основе.

В данной работе описываются классы АЯ. Более детально рассматривается явление аномальной релаксации (АР). Указываются семейства возможных АЯ, среди которых доступные для обнаружения и использования.

1. Очертим многообразие АЯ, о которых достаточно известно.

Прежде всего, это ШМ и ее многочисленные имитации [1,2].

Большое семейство АЯ составляют явления и эффекты аномальной релаксации. АР представляет собой процесс, в ходе которого сверхравновесно возбуждаются внутренние степени частиц и после трансформации дезактивируются в виде целого ряда аномальных эффектов (АЭ). К их числу относится и лазерный эффект.

Довольно полно АР изучена для ударных волн (УВ) в газах [9] и УВ с активацией посредством тлеющего разряда [10,11].

В ряду АЯ, обсуждение которых с использованием законов неравновесности плодотворно: эрозионный разряд [12–14], плазмоионный способ электролиза воды [15–16], холодный ядерный синтез, ВТСП.

Применение законов оказывается полезным и для достаточно изученных АЯ, например аномальной фотопроводимости [17], а также для АЯ, получивших статус открытия (ОТ) [18]. Среди них: нейтронное излучение плазмы (ОТ 3, Курчатов И.В. и др.), образование высокотемпературной плазмы в ВЧ разряде (ОТ 87, Капица П.Л.), эффект самофокусировки (ОТ 67, Аскаръян Г.А.), многофокусность волнового пучка (ОТ 147, Прохоров А.М. и др.), возникновение водородонасыщенных зон (ОТ 313, Шаповалов В.Н., Карпов В.Ю.), закономерность взаимодействия рентгеновских лучей с атомами (ОТ 297, Лукирский А.П., Зимина Т.М.), явление больших обратимых деформаций (ОТ 239, Курдюмов Г.В., Хандрос Л.Г.), явление модифицирования катализаторов (ОТ 306, Рогинский С.З. и др.), биоэлектрокатализ (ОТ 311, Березин И.В. и др.), закон саморегуляции в клеточном возбуждении (ОТ 17, Насонов Д.Н.), явление межклеточных дистантных ЭМ взаимодействий (ОТ 122, Казначеев В.П. и др.).

Полезным оказывается применение законов неравновесности к различным образом организованным циклам второго рода преобразования энергии (Серогодский А.В., Скорняков Г.В.).

2. Многообразие АЯ, несмотря на индивидуальность каждого, удается классифицировать естественным образом, используя законы [4–8]. Укажем общие свойства АЯ и существенные признаки классов АЯ.

2.1. АЯ возникают в случае состояний и режимов большой неравновесности; при малых возмущениях квазиравновесных систем АЯ невозможны.

В соответствии со значениями, характером и числом факторов неравновесности — мер действия, многообразие АЯ подразделяется на классы.

К первому классу относятся однофакторные эффекты резонансного характера, которые выявляют аномальность исходной структуры. При этом активные меры действия G_a малы, а резонансный критерий принимает значения вблизи единицы $res \approx 1$.

Такого рода эффектами являются: аномальная фотопроводимость, ряд открытий (ОТ 165, 175, 191, 225) [18], аномалии кинетических коэффициентов [5], эффект универсального кванта СП (12.5 К) [19].

2.2. В силу закона границы качества АЯ возникают пороговым образом.

По отношению к порогу выделяется второй класс АЯ, для которого при его однофакторности характерно наличие резких порогов начала и конца $G_a \approx 1$, а также инверсной стадии. При этом аномальная структура, в отличие от АЯ первого класса, возникает в ходе процесса. Типичные АЯ второго класса: эффекты отрицательной дифференциальной восприимчивости (диффузии, проводимости, вязкости и т.д.), самофокусировка ЭМ пучков, шнурование плазмы, первая стадия АР в УВ. К этому классу следует отнести эффект химических колебаний, а также многие явления, рассматриваемые синергетикой.

2.3. Возникновение АЯ второго и следующих классов обусловлено СП с выраженной инверсно-аномальной стадией.

Третий класс АЯ характеризуется осуществлением двух-трех последовательных СП. При этом в процессе возрастания воздействия включаются внутренние факторы, и АЯ в стадии второго и третьего СП обнаруживает увеличение многообразия АЭ.

Типичным АЯ третьего класса является АР второй и третьей стадии. К этому классу относится эрозионный разряд, а также плазмоионный электролиз воды.

2.4. Как правило, неожиданные, труднопредсказуемые результаты получаются при осуществлении двух (тем более, трех) СП одновременно под действием двух (трех) независимых факторов.

Такого рода АЯ относятся к четвертому классу. Указать множество возможных АЯ этого класса, комбинируя разные факторы, несложно. Однако предсказать их результаты удастся с малой вероятностью.

Имеются случаи, когда при нескольких факторах и СП результат АЯ оказывается достаточно предсказуемым. Например, биоэлектрокатализ, при котором эффективнейший биокатализатор–фермент, будучи встроен в цепь электрохимической реакции, увеличивает ее скорость в миллионы раз. Это АЯ устраняет барьер между живыми системами

и электротехническими. Природные АЯ (смерч, ШМ, НЛО и др.), как правило, возникают в результате нескольких существенных факторов и при этом одновременно и последовательно осуществляются несколько СП. Вследствие этого предсказание их появления, природы и результирующих эффектов с достаточной определенностью невозможно. Они составляют суперкласс.

2.5. Все АЯ при увеличении воздействий, согласно закону чередования аномальности, осуществляются "интервально", т. е. в относительно небольших интервалах мер действия, которые перемежаются интервалами нормального хода процесса.

Закон чередования аномальности является целесообразным уточнением закона чередования неравновесности [4,6]. Он предписывает чередование свойств и поведения величин в зависимости от фактора действия, времени и пространства, как это имеет место для АР в УВ [4,6], для страт и временных колебаний в химических реакциях.

2.6. Общим свойством АЯ является наличие аномальной структуры (своей для каждого объекта АЯ); большему классу АЯ соответствует более аномальная структура вплоть до экзотической.

Как известно [4,5], структуру образуют структурно-кинетические элементы (ЭСК) и связи между ними. Аномальным эффектам соответствуют аномальные ЭСК: электромагнитные турбины, электронные ловушки, экситон-примесные комплексы, динамические домены, водородонасыщенные зоны, экзотические кластеры моделей ШМ [3] и др.

Принимая во внимание характеристики переходной структуры СП [7], укажем общие свойства аномальных ЭСК и их связей.

Как правило, это — комплексы с усиленными связями между ними, активированные, метастабильные, способные поглощать внешнюю энергию и при насыщении дезактивироваться. Структура объектов АЯ вследствие метастабильности весьма изменчива даже при небольших воздействиях. Вообще же многообразие структур при сильной неравновесности чрезвычайно велико; живая материя и известный нам многоуровневый физический мир, будучи неравновесного происхождения, лишь в малой степени реализуют это многообразие.

Среди указанных свойств АЯ следует выделить способность интенсивно поглощать и концентрировать энергию. Это свойство ввиду его универсальности, по сути, является закономерностью концентрации энергии.

3. Продемонстрируем некоторые общие свойства АЯ на примере достаточно типичного явления АР.

Резкий порог АР при возрастании воздействия определяется энергетическими соотношениями резонансного и амплитудного типа

$$\varepsilon_i + e = \alpha \varepsilon_a, \quad \alpha \approx 1, \quad (1)$$

$$n_1 \left(\frac{\gamma_1}{2} kT_1 + \frac{n_i}{n_1} \varepsilon_i + e \right) \geq n_2 \left(\frac{\gamma_2}{2} kT_2 + \frac{n_a}{n_2} \varepsilon_a \right), \quad (2)$$

ε_i , e , ε_a — энергии начального возбуждения, внешнего воздействия на ЭСК и активации; $n_{1,2}$, n_i , n_a — численные плотности частиц до и после воздействия, предварительно возбужденных и активированных ЭСК; $\gamma_{1,2}$ — числа степеней свободы, $T_{1,2}$ — начальная и конечная температуры.

Достижению порога соответствует регулярный СП. В случае УВ он проявляется как раздвоение фронта (в газах [9], при тлеющем разряде [11], в металлах [20]).

Небольшое увеличение воздействия за порогом e_c переводит систему в режим аномальности. Такому режиму свойственны сильная неоднородность плотности и других величин (страты, шнурование, микровзрывы, керн), аномалии спектров излучения (от ИК до рентгена), увеличение вязкости и другие эффекты высокой активности вещества. Например, эффект заметного приращения энергии сверх затраченной при плазмоионном электролизе воды [15,16], непрожигание кальки керном, прожигающим металл [12] и др.

При увеличении воздействия сверх порога e_c на ширину резонанса аномальный режим сменяется регулярным, что представляется удивительным, если не знать закона чередования аномальности. При дальнейшем увеличении воздействия до выполнения условий (1), (2) для второго структурного уровня осуществляется пороговым образом переход к второму аномальному режиму и т. д. [4,6].

Для АР в газах характерны такие ЭСК: возбужденные молекулы M^* , биомолекулярные ионы M_2^+ , M_2^{+*} и более сложные комплексы [21].

4. Обсудим вкратце феноменологическую модель воспроизводимого в опытах АЯ первого–третьего класса. Такого, например, как долгоживущее плазменное образование Протасевича [21].

Учитывая законы неравновесности, закономерности СП и основные свойства АЯ, отразим их посредством выражения определяющих величин вида

$$\Phi(g, y) = \sum_{n,m=0}^{n+m \leq 3} b_{nm} g^n y^m / \sum_{n,m=0}^{n+m \leq 3} c_{nm} g^n y^m. \quad (3)$$

Здесь g , y — факторы действия, b_{nm} и c_{nm} — коэффициенты, определяемые из общих требований и опытных данных. Один из факторов действия может быть время, как в случае химических реакций, другой может представлять полевое воздействие (возможное радикальное изменение результата реакции к разряду АЯ).

Выражение (3) для одного фактора (при $y = 0$) рассматривалось в [7,8]. Соответствующая зависимость может иметь четыре экстремума, что соответствует двум последовательным СП. В случае близости максимумов яма между ними будет отражать наличие метастабильной стадии АЯ.

При действии двух факторов выражение (3) может иметь шестнадцать экстремумов, что отражает весьма сложную и многозначную картину осуществления АЯ и вариантность его результатов. Это означает также значительное увеличение числа сопутствующих АЯ аномальных эффектов. Отмеченные признаки соответствуют наблюдаемым особенностям АЯ в опытах и природе, что стимулирует применение (3) для описания АЯ.

5. Укажем несколько семейств возможных АЯ.

Прежде отметим, что, как вытекает из общих свойств АЯ, множество возможных АЯ значительно многочисленней множества нормальных эффектов, а область режимов возникновения АЯ намного меньше, т.е. АЯ осуществляются значительно реже нормальных. Первый класс составляют АЯ, обусловленные резонансным воздействием на ЭСК. Они проявляются при достаточной интенсивности воздействия в виде резкого изменения (скачка или пика) кинетических коэффициентов. Такие эффекты обсуждались в [5]. Так, например, при воздействии на газ излучением с частотой, равной половине энергии диссоциации, и интенсивностью, достаточной для возбуждения четверти молекул, будут наблюдаться аномалии вязкости, электро- и теплопроводности.

Семейство явлений и эффектов АР для случая УВ в газах было предсказано автором на основе закона границы качества, обнаружено и изучено [9], распространено на случай тлеющего разряда [11,10]. Целый ряд предсказаний, подтвержденных опытом, свидетельствует о прогностической силе критерия автора (1,2) [22]; с его помощью, несомненно, будут обнаружены новые эффекты АР.

Целесообразно выделить множество АЯ концентрации энергии. Наиболее полно изучено семейство явлений самофокусировки (Аскарьян Г.А., Прохоров А.М. и др.). Того же рода эффект шнуrowания.

Среди многих возможных укажем самофокусировку луча в твердом диэлектрике, которую можно обнаружить в виде очень тонкого канала, образованного лучом значительно большего диаметра.

На основе законов неравновесности можно предсказывать весьма экзотические АЯ и давать их качественное описание. Например, можно рассматривать семейство СП масса \rightleftharpoons поле для различных полей.

Список литературы

- [1] Стаханов И.П. О физической природе шаровой молнии. М., 1996. 262 с.
- [2] Шаровая молния в лаборатории. Сб. М., 1994. 256 с.
- [3] Синкевич О.А. // Сб. цит. I. С. 238–260.
- [4] Скворцов Г.Е. // Письма в ЖТФ. 1990. Т. 16. В. 17. С. 15–18.
- [5] Скворцов Г.Е. // Письма в ЖТФ. 1997. Т. 23. В. 6. С. 85; В. 7. С. 23.
- [6] Скворцов Г.Е. // Письма в ЖТФ. 1997. Т. 23. В. 10. С. 17–21.
- [7] Скворцов Г.Е. // Письма в ЖТФ. 1998. Т. 24. В. 3. С. 80; 1999 Т. 25.
- [8] Скворцов Г.Е. // Письма в ЖТФ. 1998. Т. 24. В. 19. С. 7–12.
- [9] Мишин Г.И., Бедин А.П., Ющенко Н.И., Скворцов Г.Е., Рязин А.П. // ЖТФ. 1981. Т. 51. В. 11. С. 2315.
- [10] Климов А.И., Гридин А.Ю., Мишин Г.И. // Сб. Цит. 2. С. 175–183.
- [11] Климов А.И. Сб. трудов. III совещание по физике и газодинамике ударных волн. Владивосток, 1989. Ч. 1. С. 230–233.
- [12] Авраменко Р.Ф., Николаева В.И., Поскачьева Л.П. // Сб. Цит. 2. С. 15–56.
- [13] Бычков В.Л., Гридин А.Ю., Климов А.И. // Сб. Цит. 2. С. 66–72.
- [14] Емелин С.Е., Семенов В.С., Эйхвальд А.И., Хассани А.К. // Сб. Цит. 2. С. 87–95.
- [15] Беклемешев Ю.А. Внедрение эффективных технологий обработки воды. Краснодар, 1988.
- [16] Ляхов Б.Ф. // ЖФХ. 1998. Т. 72. В. 4. С. 765.
- [17] Корсунский М.И. Аномальная фотопроводимость. М., 1972. 192 с.
- [18] Конюшая Ю.П. Открытия советских ученых. М., 1988. Ч. 1. 477 с.; Ч. 2. 232 с.
- [19] Системы особых температурных точек твердых тел. Сб. М., 1986. 270 с.
- [20] Иванов А.Г., Новиков С.А., Сеницын В.А. Прочность и ударные волны. Сб. Саров, 1996. с. 64.
- [21] Протасевич Е.Т. Холодная неравновесная плазма. Томск, 1997. 241 с.
- [22] Скворцов Г.Е. // Письма в ЖТФ. 1983. Т. 9. В. 12. С. 744.