

ОБ АНАЛОГИИ МЕЖДУ ПОВЕДЕНИЕМ МАГНИТОУПОРЯДОЧЕННЫХ СИСТЕМ И РАЗВИТИЕМ ПРОЦЕССОВ ЭВОЛЮЦИИ

Фофанов Я.А., Плешаков И.В.¹

ФГБУН Институт аналитического приборостроения РАН,
190103, Россия, Санкт-Петербург, Рижский проспект 26, mail: yakinvest@yandex.ru

¹ФГБУН Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН
194021, Россия, Санкт-Петербург, Политехническая ул. 26

В докладе показано, что в намагничиваемом веществе и протекающей в организованной системе эволюцией существуют некоторые общие закономерности. Это обстоятельство может оказаться полезным при сравнении, изучении и прогнозировании сценариев развития систем различной природы (биологической, социальной и др.) и высокой степени иерархической сложности.

1. Введение

Изучение процессов, происходящих в больших организованных системах, таких как, например, социальные или биологические, сильно затруднено их сложностью, более того, во многих случаях возможность прогнозирования хода их развития практически полностью исключена, [1]. Одним из путей преодоления этой трудности может быть поиск аналогий между актуальными сложными системами и образованиями другой природы, допускающими возможность гораздо более подробного исследования. В настоящем докладе сообщается о попытке найти подобие между поведением некой магнитоупорядоченной структуры и развитием эволюционного процесса.

2. Экспериментальный подход

Массивы данных были накоплены нами в ходе регистрации поляризационно-оптических откликов (ПОО) слабо ферромагнитного материала - бората железа (FeBO_3), наблюдаемых при наложении внешнего магнитного поля. Кристаллы FeBO_3 обладают доменной структурой, перестройка которой под действием поля приводит, как известно, к изменению оптических свойств исследуемых образцов [2, 3], что в нашем случае позволило выделить малую магнитоинвариантную часть детектируемых сигналов.

При проведении экспериментов кристаллы зондировались лазерным излучением с глубокой модуляцией состояния поляризации. Принцип измерений нетрудно понять из рис. 1. Излучение лазера L проходило через модулятор M, исследуемый образец S, поляризационный анализатор PA и поступало в систему регистрации RS. После оптимального аналого-цифрового преобразования сигнал из RS вводился в компьютер, который отображал и регистрировал величину ПОО изучаемого объекта. В нижней части рис. 1 показана ориентация осей оптических элементов. Подробно используемая процедура измерений описана в работах [4, 5].

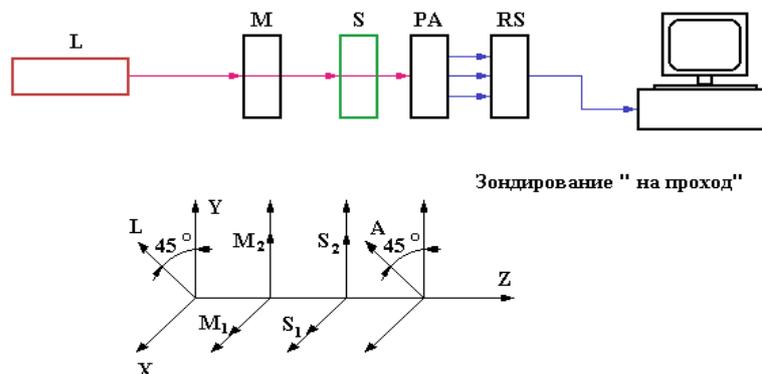


Рис.1. Экспериментальная методика

3. Данные эксперимента

На рис. 2 - 4 представлены некоторые типичные зависимости амплитуды ПОО от поля, которое рассматривается как обобщенный внешний воздействующий фактор, меняющий состояние изучаемого объекта. Показанные кривые получены при проведении многократных медленных разверток магнитного поля от некоторого отрицательного до такого же по величине положительного значения. Их отличия связаны с меняющимися от одного эксперимента к другому особенностями полевого поведения намагниченности кристалла $FeVO_3$. На рис. 2 - 4 изображены те части графиков, которые соответствуют положительным полям.

Кривыми 1 - 4 на рис. 2 показаны четыре возможных сценария развития, различие между которыми в системах-аналогах обусловлено, например, процессами дифференциации. Они начинаются в точке 0, далее хорошо заметны изменения хода процессов, происходящие в точках ветвления А, В и С. При проведении аналогии с системами клеток последние могут выступать, например, в качестве моментов деления.

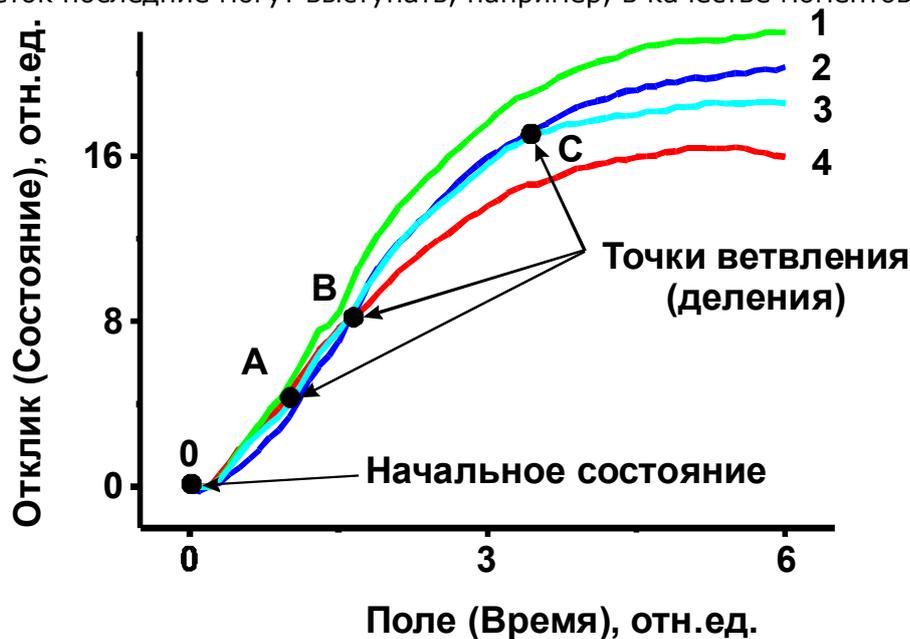


Рис.2. Возможные сценарии развития

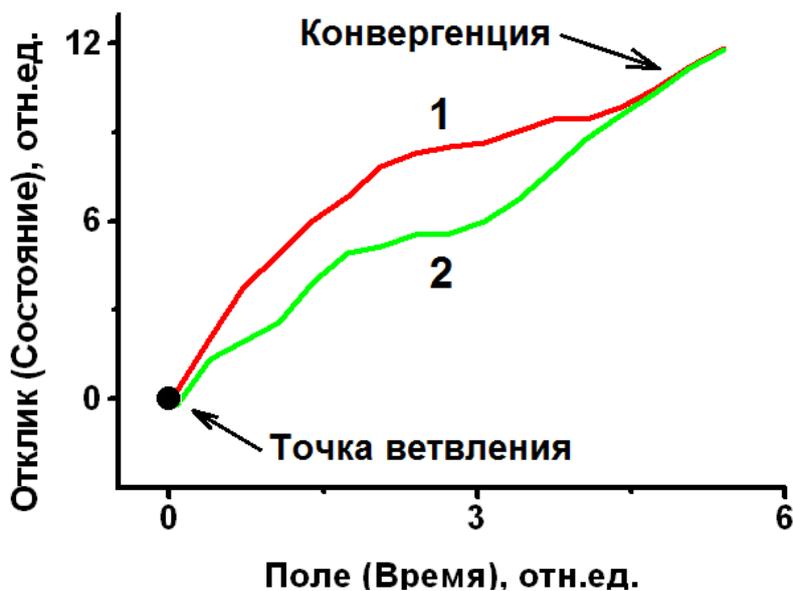


Рис.3. Конвергенция

Сценарий развития другого типа (конвергенция) иллюстрируется кривыми 1 и 2 на рис. 3. Исходной точкой может являться одна из точек ветвления, далее кривые (траектории движения изучаемой системы) разделяются, и после некоторого периода

независимого развития вновь сходятся. Такое магнитное поведение исследуемого образца можно рассматривать, в частности, как аналог происходящей в живой природе конвергенции видов.

На рис. 4 процессы, часто наблюдаемые вблизи точек ветвления, показаны в более крупном масштабе. Ясно видны периоды ускорения (скачки эволюции), сменяющиеся, как правило, замедлениями развития. В некоторых случаях этапы замедления сопровождаются характерными осцилляциями, указывающими на необходимость своеобразного поиска стабильного состояния системой-аналогом.

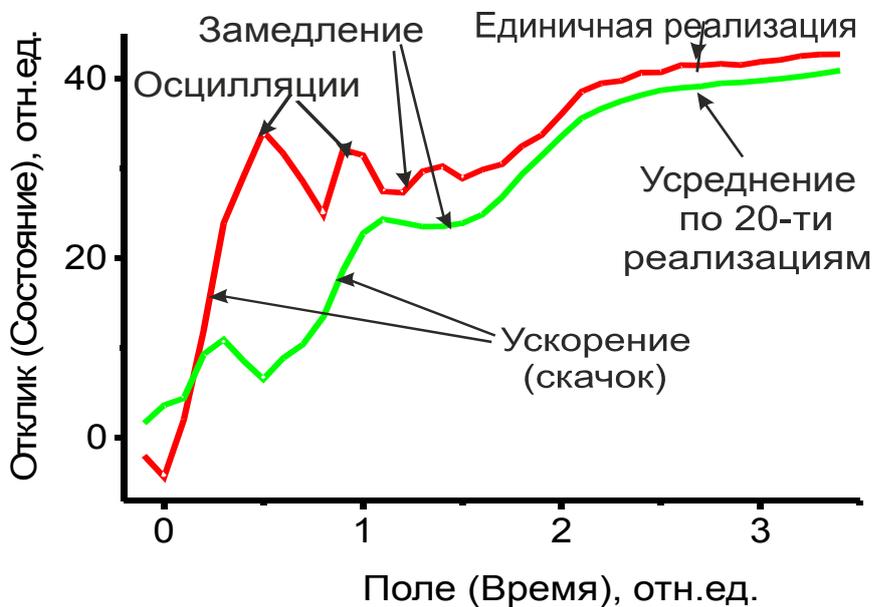


Рис.4. Процессы в точках ветвления

Помимо единичной реализации эволюции, на рис. 4 представлено также усреднение по 20-ти подобным кривым. Как видно, в усредненном процессе этапы ускорения и замедления развития остались. При этом осцилляции сгладились, что может указывать на отсутствие заметной корреляции отдельных реализаций.

4. Обсуждение

Приведенные выше результаты получены для конкретной физической системы, находящейся во вполне определенных условиях. В то же время при трактовке полученных зависимостей и сама система рассматривается как объект обобщенный, и действующее поле понимается как меняющий ее состояние обобщенный внешний воздействующий фактор, который, может быть, в частности, временем (последнее фактически соответствует экспериментальной ситуации, поскольку поле разворачивается во времени). Так как эволюция аналогов (например, социальных или биосистем) в действительности весьма продолжительна, поиск сохраняющей подобие модели, процессы в которой протекают значительно быстрее, представляет определенный интерес. В нашем случае появляется также возможность создавать некое дополнительное «ускорение времени» путем изменения скорости нарастания поля.

Общая оценка конструктивности развиваемой здесь аналогии приводит к одному из наиболее трудных и в то же время совершенно правильных вопросов о том, является ли рассматриваемая аналогия только внешней и даже искусственной, или могут существовать причины гораздо более глубокого сходства процессов, происходящих в рассмотренной нами магнитоупорядоченной системе и в системах-аналогах? При попытке разобраться в этом следует учитывать, что изучаемый нами объект, как и процесс формирования его ПОО, не столь тривиальны, как могло бы показаться на первый взгляд.

Магнитное состояние кристалла $FeBO_3$, соответствующее его заданной полной намагниченности, может быть реализовано несколькими различающимися между собой конфигурациями доменной структуры, которые определяются магнитной предысторией образца, его дефектами, вариациями экспериментальных условий и т.п. На опыте это проявляется в большом разнообразии регистрируемых ПОО (траекторий движения или сценариев развития), из которых выше приведены только некоторые наиболее часто встречающиеся. Все это весьма напоминает события, происходящие в ходе эволюции иных

систем, и может указывать не только на чисто внешнюю схожесть, но и на более глубокий характер проводимых здесь аналогий.

С другой стороны, становится все более известным, что на процессы, происходящие в живых системах, оказывает влияние целый ряд факторов, которые принято называть сверхслабыми [6]. К числу таких факторов относится и воздействие магнитных полей [7].

5. Заключение

В настоящем докладе показано существование общих закономерностей в поведении магнитоупорядоченного вещества и в процессах эволюции, протекающих в высокоорганизованных системах. В полных массивах полученных нами данных присутствуют как преобладающие тенденции, так и случайные отклонения, замедления и ускорения темпов эволюции, ветвление (дифференциация) и конвергенция (видов), и т.д.

Предлагаемые подходы могут быть полезными для сравнения, изучения и прогнозирования сценариев развития организованных систем различной природы (биологических, социальных и др.) и высокой степени иерархической сложности.

Необходимо отметить, что авторы ни в коем случае не рассматривают приведенные в докладе соображения как истину в последней инстанции. Скорее наоборот, представленные экспериментальные результаты и их интерпретация в контексте развиваемых аналогий будут являться, как мы надеемся, неким поводом для размышлений.

Литература.

1. Волькенштейн М.В. УФН. 1984. Т. 43. Вып. 3. С. 429.
2. Diehl R., Jantz W., Nolang B.I., Wettling W. // Currents Topics in Material Science, V. 11. Ed. by Kaldis E. - Elsevier Science Publisher B. V. 1984. P. 241.
3. Scott G.B. // J. Phys. D: Appl. Phys. 1974. V. 7. P. 1574.
4. Sokolov I.M., Fofanov Ya.A. // J. Opt. Soc. Am. A. 1995. V. 12. No 7. P.1579.
5. 5.Фофанов Я.А., Плешаков И.В., Кузьмин Ю.И. // Оптический журнал. 2013. Принято к печати.
6. Галль Л.Н. // Биоэнергетика. М.: АСТ; СПб.: Астрель-СПб. 2010. 349 с.
7. Труды VI Международного конгресса «Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине». Санкт-Петербург, 02.07.2012 – 06.07.2012. ISBN 5–86456–007–3.

ON THE ANALOGY BETWEEN THE BEHAVIOR OF A MAGNETICALLY ORDERED SYSTEMS AND DEVELOPMENT OF THE EVOLUTION PROCESSES

Ya.A.Fofanov, I.V.Pleshakov¹

Institute for Analytical Instrumentation, RAS, mail: yakinvest@yandex.ru; ¹Ioffe Physical-Technical Institute, RAS

Common regularities in the magnetization process of a substance and in the evolution of an organized system were demonstrated in the report. Taking into account of such a phenomenon can be useful at the comparison, study and prediction of the development scenarios for the systems of different nature (biological, social etc.) and of high degree of hierarchical complexity.