

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный педагогический университет»
Институт математики, информатики и информационных технологий
Кафедра информатики, информационных технологий и методики обучения
информатике

ПРОБЛЕМА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В ТЕОРИИ ХАОСА

*Выпускная квалификационная работа
по направлению подготовки 02.03.02 –*

Фундаментальная информатика и информационные технологии

Исполнитель: студент группы Б-41
ИМИ и ИТ
Фролов Н. Н.

Руководитель: к.ф.-м.н.,
профессор кафедры
ИИТ и МОИ
Подчиненов И. Е.

Работа допущена к защите
« ____ » _____ 2016 г.
Зав. кафедрой _____

Екатеринбург – 2016

Реферат

Цель исследования настоящей работы – показать, как в совершенно различных областях (биологии, социальных системах, компьютерных сетях) хаотические процессы приводят к возникновению организованных структур, несущих в себе информацию.

Для достижения этой цели решались задачи:

- Систематизировать собранные теоретические материалы, относящиеся к самоорганизации систем.
- Выявить зависимости энтропии и хаоса в аспекте информации.
- Исследовать процессы превращения хаоса в организованные системы, несущие информацию.

В результате рассмотрена природа хаоса, его роль в процессах самоорганизации в природе и обществе, детерминированность хаоса, его связь с энтропией и информацией.

Дано описание информации как меры порядка с одной стороны и как меры хаоса с другой. Такой дуализм существует не только в реальном мире, но и в электронно-цифровом. Раскрыта взаимосвязь структур детерминированности и энтропии, процессы превращения хаоса в информацию. Рассмотрены подходы к изучению информации и хаоса с точки зрения открытых физических систем. Даны примеры использования хаотических алгоритмов для поиска и защиты информации и различных других областей науки и практики.

Разработан информационный сайт по тематике информация и хаос.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ПОРЯДОК, ХАОС И ИНФОРМАЦИЯ	6
1.1. ХАОС В ПРОЦЕССАХ САМООРГАНИЗАЦИИ ПРИРОДЫ И ОБЩЕСТВА.....	10
1.2. ХАОС И ИНФОРМАЦИЯ В СОЦИАЛЬНОМ ПРОГНОЗИРОВАНИИ	11
1.3. ДИНАМИКА И ИНФОРМАЦИЯ В ФИЗИКЕ	13
1.4. ДЕТЕРМИНИРОВАННОСТЬ И ХАОС.....	16
1.5. УПРАВЛЯЕМ ЛИ ХАОС?.....	18
1.6. ОТ ХАОСА - К УПОРЯДОЧЕННОСТИ.....	19
1.7. ХАОС ПОРОЖДАЕТ ИНФОРМАЦИЮ.....	21
1.8. ХАОТИЧЕСКИЕ КОМПЬЮТЕРЫ.....	22
1.9. СВЯЗЬ С ПОМОЩЬЮ ХАОСА.....	23
1.10. ХАОС И КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ	25
1.11. ЭНТРОПИЯ	27
1.12. ТЕОРИИ ПОРЯДКА И ХАОСА.....	31
1.13. ПОРЯДОК И БЕСПОРЯДОК	37
ГЛАВА 2. ПРИМЕНЕНИЕ ХАОСА В НАУКЕ И ПРАКТИКЕ	46
2.1. ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРАКТИКЕ	46
2.2. НЕПРАВИЛЬНЫЕ ВЗГЛЯДЫ НА ТЕОРИЮ ХАОСА.....	48
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	50
ЛИТЕРАТУРА	51

Введение

С возникновением информатики, как естественной, фундаментальной, системообразующей науки, понятию информации дано бесчисленное количество определений. Сопоставлять и анализировать эти понятия бессмысленно, поскольку понимание информации зависит от ее восприятия человеком, и от того в какой сфере деятельности он трудится. Можно стоять на идеалистических позициях и думать, что информация возникает только в нашем сознании после принятия сигнала и его обработки. Другая точка зрения – информация есть реальная субстанция вне зависимости от того используем мы ее или нет. Но в этом случае возникает вопрос: откуда информация берется и где она хранится? Благодаря Эйнштейну мы знаем, что любое материальное тело обладает запасом энергии mc^2 . Не свойственно ли это информации? Скажем, исследователь изучает незнакомую частицу: определяет ее состав, структуру, спектральные свойства и т.д. То есть, он добывает информацию об этой частице и чем детальней он ее изучает, тем больше получает информации и тем больше снимается неопределенность в ее свойствах. Возникает следующий вопрос: если накопление энергии в материальном объекте происходит за счет увеличения массы, как будет расти объем информации в системе?

Ответ на поставленный вопрос, несомненно, представляет интерес, что и обуславливает **актуальность** настоящей работы.

Предмет исследования в работе – порождение информации.

Объектом исследования дипломной работы являются хаотические системы и законы самоорганизации.

Цель исследования – показать, как в совершенно различных областях (биологии, социальных системах, компьютерных сетях) хаотические процессы приводят к возникновению организованных структур, несущих в себе информацию.

Задачи исследования:

- Систематизировать собранные теоретические материалы, относящиеся к самоорганизации систем.
- Выявить зависимости энтропии и хаоса в аспекте информации.
- Исследовать процессы превращения хаоса в организованные системы, несущие информацию.
- Разработать сайт-сборник статей по тематике информации и хаоса.

Формулировка технического задания для сайта «Информация и хаос»

Составлено на основе ГОСТ 34.602-89 «Техническое задание на создание автоматизированной системы»

1. Общие сведения.
 - 1.1. УрГПУ
 - 1.2. Сайт «Информация и хаос»
 - 1.3. Информационный источник (сайт), посвященный тематике, раскрывающей суть информации и ее взаимодействия с хаосом в различных сферах и физических явлениях жизни
 - 1.4. Плановые сроки начала и окончания работ - 11 января по 06 марта 2016 года.
2. Характеристика области применения продукта.
 - 2.1. Процессы и структуры, в которых предполагается использование продукта разработки.
 - 2.2. Характеристика персонала (количество, квалификация, степень готовности)
3. Требования к продукту разработки.
 - 3.1. Требования к продукту в целом.
 - 3.2. Аппаратные требования.
 - 3.3. Указание системного программного обеспечения (операционные системы, браузеры, программные платформы и т.п.).
 - 3.4. Указание программного обеспечения, используемого для реализации.
 - 3.5. Для сетевых систем – особенности реализации серверной и клиентской частей.
 - 3.6. Форматы входных и выходных данных
 - 3.7. Источники данных и порядок их ввода в систему (программу), порядок вывода, хранения.
 - 3.8. Порядок взаимодействия с другими системами, возможности обмена информацией.
 - 3.9. Меры защиты информации.
4. Требования к пользовательскому интерфейсу.
 - 4.1. Общая характеристика пользовательского интерфейса.
 - 4.2. Размещение информации на экране, дизайн экрана.
 - 4.3. Особенности ввода информации пользователем, представление выходных данных.
5. Требования к документированию.
 - 5.1. Перечень сопроводительной документации.
 - 5.2. Требования к содержанию отдельных документов.
6. Порядок сдачи-приемки продукта.

Глава 1. Порядок, хаос и информация

Хаос (др.-греч. χάος от χαίνω — раскрываюсь, разверзаюсь) - в греческой мифологии безграничная первобытная масса, из которой образовалось после все существующее. В переносном смысле - беспорядок, неразбериха.

Исходя из энтропийного¹ понятия информации, хаос это не недостаток информации, а неисчислимо количество информации. Описание воды сквозь микросостояния каждой частицы потребует неисчислимого объема уравнений и времени. Наше понимание не имеет возможность обработать данное число информации и следовательно эту ситуацию мы называем хаосом. Бесспорно, понятие хаоса субъективно. То, что для некоторого зрителя есть хаос, то для другого - порядок. При условии один слушатель оркестра воспринимает симфонию и упорядоченность музыки, то иной все это воспринимает как шум (беспорядок).

В работе И. Пригожина «Порядок из хаоса» [25.] также не дается конкретного понятия, что есть порядок и что есть хаос. Например, ламинарный² поток жидкости Пригожин оценивает как беспорядок. Если же присутствует увеличение скорости потока, создаются турбулентные завихрения, то он расценивает это событие как упорядоченность в ходе самоорганизации. Штеренберг [34.] справедливо критикует данную трактовку событий

¹ Энтропия (от др.-греч. ἐντροπία — поворот, превращение) — широко используемый в естественных и точных науках термин. Впервые введен в рамках термодинамики как функция состояния термодинамической системы, определяющая меру необратимого рассеивания энергии. В статистической физике энтропия является мерой вероятности осуществления какого-либо макроскопического состояния. Кроме физики, термин широко употребляется в математике: теории информации и математической статистике. Энтропия имеет возможность интерпретироваться как мера неопределенности (неупорядоченности) некоторой системы (например, какого-либо опыта (испытания), который имеет возможность иметь разные исходы, а значит, и количество информации)

² Ламинарное течение (лат. lāmīna — «пластинка») — течение, при котором жидкость или газ перемещается слоями без перемешивания и пульсаций (то есть беспорядочных быстрых изменений скорости и давления).

Пригожиным, основываясь на том, что турбулентное состояние описать через множество микросостояний еще затруднительнее, чем ламинарный поток. Микросостояний, (т.е. информации) в турбулентном потоке очевидно больше, чем в ламинарном. А чем больше информации, тем затруднительнее осознаваемость объекта мышлением человека. Получается, что порядок - это всего лишь умопостигаемое состояние объекта. В ламинарном потоке направления движения каждой частицы человеческий ум отследить не имеет возможности, поэтому это хаос. Но создание крупных умопостигаемых завихрений потока вполне осознаваемо человеком, поэтому это уже возникновение организованности, то есть порядок. Сознание отбрасывает «избыток информации» и оперирует с той частью, которую способно «воспринять». Это показывает перспективность способа оценки количества бит информации по субъективно выбранным информационным пакетам. Исходя из этого, осознать - значит вычленив систему из хаоса.

Э. Лоренц в 1963 г. [38.] дал структуру глобальных метеопроцессов, считавшихся хаотическими и объяснял ее нелинейными уравнениями. А там, где есть математика, всегда имеется определенный порядок. Винер объяснял, что поток электронов (шум) несет больше информации, чем любой посторонний сигнал. Турбулентность потока в наблюдениях И. Пригожина – это создание новой информации, но уже осознаваемой человеком. Поэтому И. Пригожин интуитивно в турбулентном потоке увидел упорядоченность. Упорядоченность – понятие, относящееся к целям наблюдателя (субъективность). Строитель видит порядок кирпичей в кирпичной кладке дома. Архитектора интересует порядок расположения помещений в доме. Градостроитель усматривает порядок в расположении домов и районов, при этом его не интересует, как уложен кирпич в стене.

То, что хаос – это понятие субъективное, можно показать еще одним примером, взятом из [15.]. Представим себе, что в каждой клетке шахматной доски стоит небольшой человек. У каждого человека есть задание - за

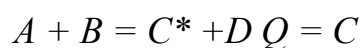
максимально короткий срок побывать в каждой клетке. Люди неразличимы друг от друга. Траектории людей стороннему наблюдателю будут казаться хаотическими, поскольку каждый из них будет по-своему выбирать путь движения. При условии же, что каждому участнику перестроений предложить заранее придуманный путь посещения всех клеток, и они начнут двигаться каждый по своему алгоритму, то стороннему наблюдателю это очень упорядоченное движение все равно будет казаться хаотическим в силу невозможности отследить большое количество направлений одновременно. Если окрасить людей в разные цвета и проследивать движение только одного (опять ограничение разнообразия), то при достаточно медленном движении можно отследить его путь и убедиться, что человек ходит по строго повторяемому пути, т.е. узреть порядок. Как только темп движения увеличится, та же ситуация будет оценена как хаос.

Таким образом, беспорядок это непостижимое для разума количество данных. Порядок – интеллигибельное, ограниченное число данных. Очевидно, атрибутивный взгляд на беспорядок различается с мнением функционалистов. В соответствии с Шенноном, информацией считается только то, что занимает наблюдающего и передается по каналу взаимосвязи. Беспорядок согласно Шеннону – это недостаток необходимой, нужной информации. Есть мнение, что это минимум информации, хоть и признак примитивного порядка. У Шеннона совершается подмена определений максимума информативности и максимума правдивости сигнала. У него подлинность идентична информативности.

То, что даже в хаосе перемещения частиц газа можно при желании узреть порядок, свидетельствует известная функция распределения частиц по скоростям, выведенная Максвеллом. Оказывается, перемещения частиц газа это не полный хаос, а порядок распределения частиц по скоростям перемещения. При определённой температуре можно расдумать, сколько будет частиц «холодных», сколько «горячих» и сколько «тёплых». Несмотря на свободу

«воли» перемещения, в «этой толпе» частицы строго ранжированы по кинетическим энергиям. Это не пример самоорганизации, но узреть его можно только с помощью специальных процедур (экспериментов). По причине существования этой порядочности в высших слоях атмосферы Земли плотность воздуха ниже, чем на поверхности. Наверх «улетают» только «горячие», быстрые частицы. У Земли остаются только медленные (холодные). Также как «быстрая ракета» имеет возможность стать спутником Земли, а медленная, описав траекторию, упадёт.

Если бы не существовало распределения Максвелла, то многие реакции в газах не смогли бы происходить. Поясним это примером. Допустим, произошло столкновение частиц А и В, что произвело частицу С.



При взаимодействии А и В возникает соединение С*, при этом выделяется энергия DQ. Соединение С* находится в возбуждённом, перегретом состоянии. Если это состояние просуществует в течение некоторого времени, то есть вероятность, что связь имеет возможность разрушиться на А и В и частицы С не получится. В смеси частиц существуют и «холодные» частицы, которые могут принять избыток энергии DQ от С*, что уменьшит ее возбуждение и позволит появиться устойчивой частице С. Таким образом, газовая смесь это и нагреватель и холодильник вместе взятые в строго дозированных соотношениях.

Представим еще один пример из техники радиосвязи. На антенну приемника передаются сигналы от радиостанций. После сложения колебаний радиоволн создается информационный шум (хаос). Резонансный фильтр приемника имеет возможность выделить из эфирного шума полезный сигнал. Настраивая приемник, можно услышать много полезных радиопередач. Получается, что хаос это сумма полезной информации. Можно не настраивать радиоприемник, а вести прием одновременно на тысячи радиоприемников, тогда каждый слушатель подтвердит, что он принимал полезную информацию.

Возвращаясь к предыдущему примеру с людьми, можно показать, что несколько наблюдателей за процессом их порядочного перемещения подтвердили бы строгую последовательность перемещения, если бы каждый отслеживал путь только одного человека.

Можно сделать вывод, что мнение о характере протекания процесса (порядок или хаос) зависит от способа и цели наблюдения. Строй солдат, идущий в ногу, всегда вызывает ощущение порядка. При условии строй идет «не в ногу», то это тоже порядок, но другого ранга. Когда строй развернется в «цепь» и солдаты пойдут в атаку на заданную цель, и цель будет уничтожена, то разве можно сказать, что цель была достигнута в результате хаотического движения. Перед солдатами была поставлена задача, они ее решили, то есть в целом совершилось упорядоченное действие, но для стороннего наблюдателя все могло представиться как случайный процесс самоорганизации из хаоса.

Можно предположить, что самоорганизация - это суммированный результат сложения многих упорядоченных (организованных) действий, приведший к состоянию умпостигаемому для наблюдателя. Очевидно, что в мире имеется множество организованных систем, еще не постигнутых нашим умом.

1.1. Хаос в процессах самоорганизации природы и общества

Перечислим (согласно [23.]) те особенности хаоса, которые влияют на процессы самоорганизации:

- Хаос как способ выхода на тенденцию самоструктуризации открытой нелинейной среды
- Балансирование на краю хаоса как способ поддержания сложной организации (самоорганизованная критичность)
- Хаос как фактор приспособления к изменчивым условиям окружающей среды

- Переход от порядка к хаосу, от симметрии к асимметрии, и обратно, как способ рождения эстетического разнообразия
- Хаос, точнее доля внутреннего хаоса, как необходимое дополнение к внешнему управлению, контролю, планированию, как способ управлением сложной системой
- Хаос, как единство через разнообразие: хаотичность, разбросанность, разнообразие элементов, как условие существования сложной нелинейной системы
- Хаос как стимул, толчок эволюции, спонтанность, как жизненный порыв

1.2. Хаос и информация в социальном прогнозировании

Хаос есть ситуация утраты метаболизма системы и среды: либо среда изменилась настолько, что система перестала реагировать на внешние воздействия, либо изменилась система и реагирует на среду другим способом. Эту ситуацию можно определить как утрату информационной изоморфности³ системы и среды. Здесь важно еще раз обратиться к понятию «информация». В контексте проблем управления системами встречаются данные выражения, как «неполнота информации», «ложная информация», «искажение информации» и т. п. Эти выражения неточны по своей сути и не позволяют адекватно понять проблемную управленческую информацию. Эти выражения порождают вопросы, на которые в принципе нет ответов: какой информации не хватает, что является истинной информацией, что искажено и т. д. напомним, что, с точки

³ Изоморфизм (от др.-греч. ἴσος — «равный, одинаковый, подобный» и μορφή — «форма») — это очень общее понятие, которое употребляется в различных разделах математики. В общих чертах его можно описать так: пусть даны две алгебраические структуры (группы, кольца, линейные пространства и т. п.). Обратимое отображение (биекция) между ними называется изоморфизмом, если оно сохраняет эту структуру. При условии между такими структурами имеется изоморфизм, то они называются изоморфными.

зрения теории аутопойезиса⁴ У. Матурана, «не имеется „переданной информации“ эта метафора в корне неверна. Ясно, что даже в повседневной жизни ситуация с коммуникацией иная: каждый говорит то, что говорит, или слышит, что слышит, в соответствии со своей собственной структурной детерминацией. Феномен коммуникации зависит не от того, что передается, а от того, что происходит с тем, кто принимает передаваемое, а это — нечто, весьма отличное от «передаваемой информации».

В контексте синергетического⁵ понимания коммуникации как процесса взаимной координации поведения аутопойетических систем так называемое «рассогласование информации» или «информационный хаос» будет вернее определить иначе и представить в виде двух возможных вариантов:

1) «ненужность» информации для изменившейся системы - система не реагирует на обычные сигналы среды, потому что они не отвечают новому паттерну системы, так сказать, «не интересны» для новой системы;

2) «непонятность» информации - система «не знает» как реагировать на внешние воздействия, или, выражаясь иначе, «не видит смысла» в определенных действиях, которые не соответствуют новому паттерну системы.

На уровне социального взаимодействия в повседневной жизни первый случай можно выразить идиомой: «я ему про Ерему, а он мне про Фому»; во втором случае партнер по взаимодействию имеет возможность сказать фразы: «Не знаю, что тебе и ответить», «Зачем мне это?», данные ситуации, которые вернее называть коммуникативными, а не информационными, возникают по

⁴ Аутопозис (др.-греч. αὐτός ауто- — сам, ποιήσις — сотворение, производство) — термин, введенный в начале 1970-х годов чилийскими учеными У. Матураной и Ф. Варелой, означающий самопостроение, самовоспроизводство живых существ, в том числе человека, которые отличаются тем, что их организация порождает в качестве продукта их самих без разделения на производителя и продукт.

⁵ Синергетика (от др.-греч. συν- — приставка со значением совместности и ἔργον «деятельность»), или теория сложных систем — междисциплинарное направление науки, изучающее общие закономерности явлений и процессов в сложных неравновесных системах (физических, химических, биологических, экологических, социальных и других) на основе присущих им принципов самоорганизации.

разным причинам, которые еще предстоит изучить, чтобы построить систему их классификации.

В литературе встречается такая диагностика, как нарушение «структуры и механизмов системы, ответственных за восприятие, переработку, запоминание и воспроизводство информации, ее продвижение по каналам связи». Разумеется, если имеет место физическое разрушение системы или ее части, то реакция будет иной, или даже ее не будет вовсе. Но это - очевидная ситуация. Для управленческого воздействия важнее узреть другое — изменение самой структуры восприятия, паттерна восприятия. В этом случае и возникает для управленца задача понять, изменилась ли система, насколько она стала посторонней. Так, например, взаимоотношения между родителями и детьми становятся иными по мере взросления детей, что не всегда понимают родители, видя перед собой все того же «ребенка». Другой причиной утраты управления является «избыточная консервативность управляющей подсистемы, что объективно связано с отставанием ее перестройки от общих в системе процессов самоорганизации. В случае кризисной коммуникативной (а не информационной) ситуации возможны разные варианты поведения изменившейся системы [23.]:

- 1) система „закрывается“ от необычно возмущающих ее сигналов и, соответственно, останавливается в развитии;
- 2) компоненты системы, утратившие информативные связи, „самоопределяются“ в независимости от общесистемных целей;
- 3) система формирует новую подсистему управления

1.3. Динамика и информация в физике

Основные сегменты физики, как известно, построены на принципах динамики. Все начинается с механики материальной точки и с законов Ньютона, которые вводят основные динамические величины: массу, скорость, импульс и силу. Теоретическая механика только лишь оформляет простые законы

механики в наиболее пышные одежды дифференциальных уравнений и вариационных основ. На базе простых законов перемещения материальной точки возводятся наиболее трудные уравнения перемещения непрерывных сред: газов, жидкостей и упругих тел. Тут в первый раз формируются постоянные функции координат и времени, исполняющие роль полей, хотя фактически полями принято полагать поля в вакууме, к примеру электромагнитное поле. Уравнения для полей — это также уравнения динамики. Термодинамика лишь поначалу видится феноменологической наукой, а на самом деле она имеет вероятность быть построена на базе статистической физики, представляющей собой только необыкновенную тип динамики. Тот факт, что физика основывается на принципах динамики, имеет место быть и в главных физических единицах измерения (к примеру, сантиметр, грамм, секунда), которые вначале вводятся в механике материальной точки, а потом переносятся в посторонние, наиболее трудные сегменты физики.

Что-то, совсем никак не походящее на динамику, возникает в квантовой доктрине при интерпретации квадрата волновой функции как соответственной вероятности. Вероятность тут выходит на 1-ый план как значимый элемент теории. До сих времен никак не прекращаются споры о значении волновой функции и обрисовываемой ею эволюции вероятностей надзора за той либо другой физиологической величиной. Вдогон за А. Эйнштейном хотелось бы думать, будто квантовая вероятность соответствует незавершенности описания микрообъекта и будто имеет вероятность быть наиболее четкая теория, которая обрисует случайность наблюдаемых величин на базе динамики конкретных скрытых характеристик. Все же в последние годы было убедительно показано, что локального реализма (т.е. локальных скрытых характеристик) нет. Следственно, квантовая вероятность, как это подчеркивалось Н. Бором, имеет наиболее глубокий нрав, она дает волновой функции типичные черты, имеющие информативный характер.

Математически четкое определение величины информации возникло совместно с рождением кибернетики — науки об управлении и автоматизации динамических процессов. А конкретно, ежели некая телесная величина имеет вероятность заранее воспринимать некоторое количество значений, то наблюдение одного из данных значений сходу усиливает информацию о данной физиологической величине. При условии, будто у автомата наличествует достаточное численность энергии, то после получения инфы он имеет вероятность поменять смысл физиологической величины в подходящую сторону.

Сигнал о смысле наблюдаемой величины имеет возможность быть сколь угодно мал. Знак управления еще может быть совсем мал, ежели он сервируется на достаточно мощный побудитель.

Исходя из данного, для управления принципиальна никак не величина сигнала, а его выкройка, т.е. смысловое содержание. Позволительно заявить, что при содействии автоматов главен не столько размен энергией, сколько размен знаками (т.е. сигналами).

Однако данные утверждения относятся не только к ненатурально сделанным автоматам, но и к природным телесным системам, находящимся на границе стойкости. Небольшие сигналы, действующие на эти системы, имеют все шансы приводить к значимым результатам. Речь практически идет о раскрытых телесных системах, чрез которые имеют все шансы течь огромные потоки энергии. Эти системы, будучи шибко неравновесными, обнаруживают сложное динамическое поведение. Их традиционно так и именуют — сложные физические системы.

Для описания трудных физических систем оба нюанса — динамический и информативный — имеют все шансы играть идиентично главную роль. Мы приходим к дилемме общего действия на систему сил и информации в критериях сильного отличия от термодинамического баланса. Как оказалось, будто игра нелинейных динамических действий в таковых системах совсем

нередко приводит к самоорганизации, когда и динамическое, и информационное содержания процесса оказываются согласованными с большой точностью и складываются в единичный "организм".

1.4. Детерминированность и хаос

Детерминированность⁶ некоторой системы характеризуется однозначной причинно-следственной взаимосвязью. То есть, понимая исходные условия и закон перемещения системы, разрешено буквально предречь ее будущее. Конкретно это понятие о перемещении во Вселенной типично для традиционной, ньютоновской динамики. Беспорядок же, напротив, предполагает неупорядоченный, случайный процесс, когда ход событий невозможно ни предречь, ни воспроизвести. Что же дает собой детерминированный хаос? Казалось бы, неосуществимое соединение 2-ух других мнений?

Представим обычный эксперимент. Шарик, подвешенный на нитке, отклоняют от вертикали и отпускают. Появляются колебания. При условии, что шарик отклонили незначительно, его перемещение описывается линейными уравнениями. Если отклонение сделать довольно огромным - уравнения станут уже нелинейными. Что при этом поменяется? В первом случае гармоника колебаний (и, соответственно, период) никак не находится в зависимости от ступени исходного отклонения. Во втором - таковая подневольность имеет место. Полный аналог механического маятника как колебательной системы - осциллирующий контур, либо "гальванический маятник". В простом случае он состоит из катушки индуктивности, конденсатора (емкости) и резистора (противодействия). При условии все 3 отмеченных элемента линейны, то

⁶ Детерминированность (от лат. *determinans* — определяющий) — определяемость. Детерминированность имеет возможность подразумевать определяемость на общем уровне или для конкретного алгоритма. Под детерминированностью процессов в мире понимается однозначная предопределенность.

шатания в контуре эквивалентны шатаниям линейного маятника. Однако ежели, к примеру, вместимость нелинейна, период шатаний станет находиться в зависимости от их амплитуды.

Динамика колебательного контура определяется 2-мя переменными, к примеру током в контуре и напряжением на емкости. Если отделять данные величины вдоль осей X и Y , то каждому состоянию системы станет подходить конкретная точка на полученной координатной плоскости. Эту плоскость именуют фазовой. (Поэтому, ежели динамическая система ориентируется п переменными, то заместо двумерной фазовой плоскости ей разрешено определить в соотношении n -мерное фазовое пространство .)

Теперь начнем воздействовать на наши маятники наружным периодическим сигналом. Реакция линейной и нелинейной систем станет разной. В первом случае равномерно установятся постоянные периодические колебания с той же частотой, что и гармоника принуждающего сигнала. На фазовой плоскости этому перемещению подходит закрытая кривая, именуемая аттрактором (от английского глагола *to attract* - привлекать), - множество траекторий, описывающих установившийся процесс. В случае нелинейного маятника имеют все шансы появиться трудные, непериодические колебания, когда линия движения на фазовой плоскости никак не заиклится за сколь угодно длительное время. При данном поведении детерминированной системы станет внешне напоминать совсем беспорядочный процесс - это и есть действие динамического, либо детерминированного, беспорядка. Образ хаоса в фазовом месте - хаотический аттрактор - имеет совсем сложную текстуру: это фрактал. В мощь необычности параметров его именуют также странным аттрактором.

Отчего же система, развивающаяся по полностью определенным законам, ведет себя беспорядочно? Воздействие сторонних источников шума, а еще квантовая вероятность в предоставленном случае ни при чем. Беспорядок порождается своей динамикой нелинейной системы - ее свойством экспоненциально быстро разводить сколь угодно недалёкие направления. В

итоге выкройка траекторий совсем шибко зависит от исходных условий. Поясним, что это означает, на образце нелинейного колебательного силуэта, пребывающего перед действием наружного периодического сигнала. Внесем в нашу систему маленькое возмущение - изменим исходный заряд конденсатора. Тогда шатания в возмущенном и невозмущенном силуэтах, первоначально фактически синхронные, совсем быстро встанут совершенно различными. Так как в настоящем физиологическом опыте установить исходные условия разрешено только с окончательной точностью, предречь поведение беспорядочных систем на долгое время нереально.

1.5. Управляем ли хаос?

На 1-ый взор натура беспорядка ликвидирует вероятность править им. В реальности все напротив: неустойчивость траекторий беспорядочных систем делает их очень восприимчивыми к управлению.

Пускай, к примеру, потребуется перевести систему из 1-го состояния в иное (перегнать линию движения из одной точки фазового места в иную). Требуемый результат имеет вероятность быть полученным в течение данного времени маршрутом одного либо серии малозаметных, незначимых возмущений характеристик системы. Любое из них только чуть-чуть изменит линию движения, однако чрез некое время скопление и экспоненциальное укрепление небольших возмущений приведут к значимой коррекции перемещения. При этом линия движения остается на том же хаотическом аттракторе. Исходя из данного, системы с беспорядком показывают одновременно и неплохую регулируемость, и дивную легкость: чутко реагируя на наружные действия, они сохраняют вид перемещения.

Как считают многие эксперты, конкретно композиция данных 2-ух параметров работает предпосылкой того, что хаотическая динамика характерна для поведения почти всех систем живых организмов. К примеру, хаотический нрав ритма сердца позволяет ему эластично отвечать на модифицирование

телесных и психологических нагрузок, подстраиваясь под их. Понятно, что регуляризация сердечного ритма приводит через некое время к летальному исходу. Одна из причин содержится в том, что сердцу может не хватить "механической крепости" для того, чтобы скомпенсировать наружные возмущения. На самом деле ситуация более непростая. Упорядочение работы сердца служит указателем понижения хаотичности и в остальных, связанных с ним системах. Регулярность свидетельствует об убавлении сопротивляемости организма нечаянным действиям наружной среды, когда он уже никак не способен правильно проследить изменения и достаточно эластично на их отозваться.

Разумеется, что схожей пластичностью и управляемостью обязаны владеть всевозможные трудные системы, функционирующие в изменчивой среде. В этом задаток их сохранности и удачной эволюции.

1.6. От хаоса - к упорядоченности

Как же гарантируется единство и живучесть живых организмов и остальных трудных систем, ежели отдельные их доли водят себя беспорядочно?

Как оказалось, кроме беспорядка в трудных нелинейных системах может быть и противоположное действо, которое разрешено было бы именовать антихаосом. В том случае, ежели беспорядочные подсистемы соединены друг с другом, имеет вероятность произойти их неожиданное упорядочение ("кристаллизация"), в итоге что они примут черты одного цельного. Простой вариант такового упорядочения - хаотическая синхронизация, когда все связанные друг с другом подсистемы движутся хотя и беспорядочно, однако идиентично, одновременно. Процессы беспорядочной синхронизации имеют все шансы проистекать не только в организме животных и человека, однако и в наиболее больших структурах - биоценозах, публичных организациях, странах, автотранспортных системах и др.

Чем определяется вероятность синхронизации? Во-первых, поведением всякой отдельной подсистемы: чем она хаотичнее, "самостоятельнее", тем затруднительнее вынудить ее "сообразовываться" с другими элементами комплекса. Во-вторых, суммарной мощностью взаимосвязи меж подсистемами: ее повышение усмиряет направленность к "самостоятельности" и имеет вероятность, в принципе, привести к упорядочению. При данном принципиально, чтоб взаимосвязи были массовыми, то есть присутствовали не только меж соседними, однако и меж отстоящими далеко друг от друга веществами.

В настоящих системах, включающих огромное количество подсистем, ассоциация исполняется за счет материальных либо информационных потоков. Чем они лучше, тем более шансов, что составляющие станут вести себя гармонично, и напротив. К примеру, в государстве роль связывающих потоков играют автотранспорт, почтовая контора, телефонная ассоциация и др. Потому поднятие тарифов на данные сервисы в том случае, когда оно приводит к убавлению соответственных потоков, ослабляет единство страны и содействует его разрушению.

Из теории беспорядочной синхронизации надлежит, что слаженную работу отдельных долей трудной системы имеет вероятность гарантировать один из ее частей, именуемый пейсмейкером, либо "ритмоводителем". Будучи связан односторонним образом со всеми составляющими системы, он "управляет" их ходом, навязывая собственный ритм. Если при этом сделать так, что отдельные подсистемы никак не станут соединены друг с другом, а лишь с пейсмейкером, - получим вариант максимально централизованной системы. В государстве, к примеру, роль "ритмоводителя" исполняет центральная администрация и ...средства глобальной информации, деятельные на всей либо значимой доли местности страны. Сейчас это в индивидуальности относится к электронным средствам глобальной информации, так как сообразно мобильности и всеобщему информационному сгустку они существенно

превосходят другие. Подсознательно разумея это, центральная администрация пытается удерживать СМИ под контролем, а еще ограничивает воздействие всякого из них в отдельности. В противном случае править государством станет уже никак не она.

Тут мы коснулись совсем принципиального вопроса. Так как средняя сила взаимосвязей считается суммарным параметром, в который вступают как материальные взаимосвязи, так и информационные, то наверное означает, что понижение одних из них может быть компенсировано усилением остальных. Простой пример - подмена настоящих продуктов на бумажные либо в том числе и электронные средства. В данном случае поставщику, по сущности, вместо материального продукта поступает информация об изменении на его счете - и таковой обмен его полностью устраивает. Схожим же образом маршрутом биржевых операций ежедневно приобретаются либо теряются непомерные суммы, которые, в окончательном счете, кто-то обязан восполнить настоящими продуктами либо предложениями.

1.7. Хаос порождает информацию

Мы уже установили, что поведение беспорядочных систем никак не может быть предсказано на огромные интервалы времени. По мере удаления от исходных условий состояние направленности делается все наиболее и наиболее смутным. С точки зрения теории информации это значит, что система сама порождает информацию, при этом скорость данного процесса тем больше, чем больше ступень хаотичности. Отсюда, согласно доктрине беспорядочной синхронизации, осмотренной раньше, надлежит увлекательный вывод: чем лучше система создает информацию, тем затруднительнее ее синхронизировать, вынудить вести себя как-то по другому.

Это правило, вероятно, правосудно для всех систем, производящих информацию. К примеру, ежели некоторый созидательный коллектив генерирует достаточное количество мыслей и деятельно действует над

методами их реализации, ему затруднительнее навязать какую-то линию поведения, неадекватную для его собственным взглядов. И напротив, ежели при наличии тех же материальных потоков и ресурсов коллектив ведет себя инертно в информационном значении, никак не творит мыслей либо никак не проводит их в жизнь - другими словами, надлежит принципу "...тепло и сыро", - тогда его совсем просто подчинить.

1.8. Хаотические компьютеры

Что нам никак не хватает в передовых компьютерах? Если активный организм для существования в изменчивой среде обязан владеть элементами беспорядочного поведения, то можно предложить, что и искусственные системы, способные правильно взаимодействовать с меняющимся окружением, обязаны быть в той либо другой ступени хаотичными. Инновационные компьютеры такими никак не считаются. Они предполагают собой закрытые системы с очень большим, однако окончательным количеством состояний. Может быть, в будущем на базе динамического беспорядка сделают компьютеры нового вида - раскрытые с термодинамической точки зрения системы, способные приспособиться к условиям наружной среды.

Все ведь теснее сейчас беспорядочные методы имеют все шансы удачно использоваться в компьютерных разработках для сохранения, розыска и охраны информации. При решении конкретных задач они оказываются наиболее действенными сообразно сопоставлению с классическими методами. Это относится, в частности, к работе с мультимедийными данными. В отличие от слов и программ мультимедийная информация требует другого метода организации памяти. Греза пользователей - вероятность розыска мелодии, видеосюжета либо подходящих фото не по их атрибутам (наименованию директории и файла, дате сотворения и т. д.), а сообразно содержанию либо ассоциации, чтобы, к примеру, сообразно фрагменту мелодии разрешено было отыскать и воспроизвести музыкальное творение. Как оказалось, таковой

сочетательный розыск разрешено выполнить с поддержкою технологий на базе детерминированного беспорядка. Каким образом?

Мы теснее обговаривали генерацию инфы беспорядочными системами. Ныне зададимся вопросом: а возможно ли определить в соотношении направленности определенные данные, записанные в облике конкретной последовательностей знаков? Тогда часть траекторий системы пребывала бы во взаимно однозначном согласовании с нашими информационными последовательностями. А так как любая линия движения - наверное заключение уравнений перемещения системы при конкретных исходных критериях, то и всякую очередность знаков разрешено было бы вернуть путем решения данных уравнений, установив в качестве исходных критерий маленький ее отрывок. Исходя из данного, возникла бы вероятность ассоциативного розыска информации, то есть розыска сообразно содержанию.

1.9. Связь с помощью хаоса

В основной массе передовых систем взаимосвязи в качестве носителя информации употребляются гармонические колебания. Информативный сигнал в передатчике модулирует данные колебания сообразно амплитуде, частоте либо фазе, а в приемнике информация отличается с поддержкою обратной операции - демодуляции. Наложение информации на носитель осуществляется или за счет модуляции теснее сформированных гармонических колебаний, или маршрутом управления параметрами генератора в процессе его работы.

Подобным образом разрешено создавать модуляцию беспорядочного сигнала. Все же способности тут существенно просторнее. Гармонические сигналы имеют только 3 контролируемые свойства (амплитуда, фаза и гармоника). В случае беспорядочных колебаний в том числе и маленькие варианты в значении параметра 1-го из частей источника беспорядка приводят к переменам характера колебаний, которые имеют все шансы быть надежно зафиксированы устройствами. Это значит, что у источников беспорядка с

изменяемыми параметрами частот потенциально наличествует великий комплект схем ввода информационного сигнала в хаотический носитель (схем модуляции). Не считая такого, беспорядок сознательно владеет широким диапазоном частот, то имеется, отимеется к широкополосным сигналам, энтузиазм к коим в радиотехнике обычно связан с их большей информационной емкостью сообразно сопоставлению с узкополосными колебаниями. Широкая полоска частот позволяет несущей прирастить скорость передачи информации, а еще нарастить живучесть системы к возмущающим причинам. Широкополосные и сверхширокополосные системы взаимосвязи, базирующиеся на беспорядке, имеют вероятные достоинства пред классическими системами с широким диапазоном сообразно таковым характеризующим характеристикам, как простота аппаратной реализации, энергетическая отдача и скорость передачи информации. Беспорядочные сигналы имеют все шансы еще работать для конспирации передаваемой по системе взаимосвязи информации без применения расширения диапазона, то есть при совпадении полосы частот информационного и передаваемого сигналов.

Совокупность перечисленных причин стимулировала функциональные изучения беспорядочных коммуникационных систем. В настоящее время теснее предложено некоторое количество раскладов к расширению диапазона информационных сигналов, построению обычных по архитектуре передатчиков и приемников.

Одна из крайних идей в этом направлении - так нарекаемые прямохаотические схемы взаимосвязи. В прямохаотической схеме взаимосвязи информация вводится в хаотический сигнал, генерируемый конкретно в радио-либо СВЧ-спектре длин волн. Информацию вводят или маршрутом модуляции характеристик передатчика, или из-за счет ее наложения на хаотический носитель уже опосля его генерации. Поэтому, извлечение информационного сигнала из беспорядочного также осуществляют в области больших либо

сверхвысоких частот. Оценки демонстрируют, что широкополосные и сверхширокополосные прямохаотические системы связи готовы снабдить скорости передачи инфы от десятков мбит в секунду до нескольких гигабит в секунду.

1.10. Хаос и компьютерные сети

В коммуникационных схемах беспорядок имеет вероятность употребляться как носитель информации, как динамический процесс, обеспечивающий преобразование информации к новоиспеченному виду, и, в конце концов, как композиция того и иного. Приспособление, преобразующее с поддержкою беспорядка знак в передатчике из 1-го вида в сторонний, именуется хаотическим кодером. С его поддержкою разрешено видоизменять информацию таковым образом, что она окажется недостижимой постороннему наблюдающему, однако в то время станет просто возвращена к начальному виду особой динамической системой - хаотическим декодером, окружающим на приемной стороне коммуникационной системы.

В каких действиях имеет возможность употребляться хаотическое шифрование?

Во-первых, с его поддержкою позволительно принципиально по-новому организовать сплошное информационное пространство, создавая в нем огромные открытые категории пользователей - подпространства. В рамках всякой категории вводится собственный "язык" общения - единичные для всех соучастников правила, протоколы и посторонние признаки предоставленной "информационной подкультуры". Для жаждущих освоить этот "язык" и стать членом общества есть условно обыкновенные средства доступа. В то же время для посторонних наблюдателей участие в схожем размене станет затруднено. Исходя из данного, хаотическое шифрование имеет вероятность служить средством структуризации "населения" всеобщего информационного пространства.

Во-вторых, схожим же образом разрешено осуществить многопользовательский доступ к информации. Присутствие массовой сети Интернет и магистральных информационных потоков (Highways) подразумевает наличие единых протоколов, обеспечивающих изучение информации сообразно единичным каналам. Все же в рамках конкретных групп соучастников (к примеру, в рамках корпоративных сетей) наличествует острая надобность доставки инфы определенным покупателям, в отсутствии разрешения доступа "посторонним" соучастникам. Способы беспорядочного кодирования считаются комфортным средством организации таковых виртуальных корпоративных сетей. Не считая такого, они имеют все шансы употребляться и конкретно для снабжения конкретного значения конфиденциальности информации, переходя в область классической криптографии.

В конце концов, еще 1 функция беспорядочного кодировки очень актуальна в взаимосвязи с развитием электронной коммерции и обострением проблемы авторских прав в Интернете. В индивидуальности это касается реализации чрез сеть мультимедийных продуктов (музыки, видео, цифровой фотографии и др.). На базе детерминированного беспорядка можно снабдить таковой метод охраны авторских прав и прав на интеллектуальную собственность, как понижение качества информационного продукта при едином доступе. К примеру, музыкальные треки, закодированные с поддержкою беспорядка, станут распространяться в сети без каких-либо ограничений, так будто любой пользователь сможет пользоваться ими. Все же при прослушивании без особого декодера свойство звука станет невысоким. В чем значение такового расклада? Распространяемая информация остается раскрытой и никак не подпадает под лимитирования, прикладываемые использованием криптографических способов охраны. Не считая такого, возможный клиент имеет вероятность ознакомиться с продуктом, а уже позже решить, стоит ли получать его качественную версию.

Надлежит подметить, что перечисленные выше функции беспорядочного кодировки далеко не исчерпывают вероятные способности его внедрения в передовых информационных разработках. В ходе предстоящего исследования и становления данной проблематики, сообразно всей видимости, имеют все шансы раскрыться новейшие границы и многообещающие области применения.

Исходя из этого, внедрение динамического беспорядка и фракталов в информационных разработках не экзотика, как могло показаться еще несколько лет назад, а естественный путь для исследования новейших раскладов к творению систем, отлично работающих в изменчивой находящейся вокруг среде.

1.11. Энтропия

Представим, что в замкнутом пространстве сосредоточен газ. Поведение его частиц подчиняется случаю, они беспорядочно сталкиваются, движутся во всех возможных направлениях то с одной, то с посторонней скоростью. Молекулы движутся согласно законам броуновского движения.

Исследуя пыльцу растений, ботаник Роберт Браун в 1828 г. обнаружил, что она делится в воде на огромное количество маленьких частиц, находящихся в постоянном перемещении сходственно пчелиному рою.

Закономерности броуновского перемещения работают наглядным доказательством базовых положений молекулярно-кинетической доктрине.

Видимые лишь перед микроскопом взвешенные частички движутся самостоятельно друг от друга и описывают сложные извилистые направления. Броуновское движение никак не ослабевает со временем и не находится в зависимости от химических параметров среды, оно возрастает с подъемом температуры среды и с убавлением ее вязкости и объемов частиц.

В 1905-1906 годах методичное разъяснение броуновского перемещения было дано Эйнштейном на базе молекулярно-кинетической доктрине, сообразно коему частички воды либо газа пребывают в неизменном тепловом

перемещении, при этом импульсы разных частиц неодинаковы сообразно величине и течению. При условии плоскость частички, помещенной в эту среду, мала, как это имеет место для броуновской частички, то удары, испытываемые частицей, никак не станут точно компенсироваться. Потому в итоге "бомбардировки" частицами броуновская частица прибывает в непоследовательное перемещение, изменяя значение и направленность собственной скорости приблизительно 10^{14} раз в секунду.

Это постоянное тепловое перемещение постоянно перетасовывает частицы, размешивает их. Имеет возможность ли случиться то, что частички из нижней доли емкости, в которой располагаться газ, перейдут в верхнюю часть в какой-либо эпизод времени. Заострим внимание: система закрытая, никак не имеющая наружных действий. Таковой процесс не неосуществим, он совсем невозможен. А это означает, будто ежели бы это действие было в том числе и в млрд раз наименее возможно, нежели непоследовательное перемещение частиц, то как скоро-то настал бы таковой эпизод перехода частиц из нижней доли емкости в верхнюю.

Навряд ли стоит делать отличие меж словами "очень неопишваемое" и "неосуществимое". Так как количество, которое прописано, невероятно громадно; ежели его разделить на количество атомов не только на земном шаре, однако и во всей солнечной системе, то оно все равно остается не малым.

Какое же станет состояние частиц газа в схожих критериях? Более вероятное. А более вероятным станет состояние, осуществимое большим количеством способов, т. е. непоследовательное расположение частиц, при котором наличествует приблизительно однообразное их количество, передвигающихся неоднозначно. Хоть какое отклонение от такового беспорядка, т. е. от равномерного и хаотического размешивания частиц сообразно местам и сообразно скоростям, соединено с убавлением вероятности, либо, кратче, дает собой неопишваемое явление.

Напротив, действия, связанные с перемешиванием, с творением кавардака из распорядка, увеличивают возможность состояния. Данные явления и станут предопределять природный ход событий. Закон о невозможности вечного двигателя другого рода, закон о влечении всех тел к равновесному состоянию, приобретает родное разъяснение. Отчего автоматическое перемещение переходит в тепловое перемещение? Правда поэтому, будто автоматическое перемещение упорядочено, а тепловое непоследовательно. Переход от распорядка к беспорядку увеличивает возможность состояния.

Значение, описывающую ступень распорядка и связанную обычный формулой с количеством методик сотворения состояния, физики окрестили энтропией.

Для верного осмысливания действия энтропии нужно сделать свой выбор в конкретных понятиях. Для наглядности рассмотрим термодинамическую систему, которая характеризуется равновесным давлением (p), обусловленным действием находящихся вокруг (наружных) тел (систем), массой системы (m), ее размером (V) и температурой (T).

1. При условии положение термодинамической системы никак не изменяется с течением времени при схожей температуре во всех ее долях, то говорят, будто система находится в равновесном состоянии.

2. Модифицирование состояния системы, связанное с конфигурацией ее характеристик, именуется процессом, который считается последовательностью одинаковых либо разных состояний системы, обрисовываемых конкретной функцией.

Энтропия считается одним из характеристик описания функции состояния системы и обозначается S .

Энтропия есть таковая функция состояния системы, дифференциал которой связан с простым тепловым результатом в обратном процессе соответствием

$$dQ = TdS.$$

Это определение энтропии считается взыскательно научным и достаточно трудно в математическом разъяснении. Потому наличествует надобность в наиболее ясной трактовке сути энтропии, распорядка, беспорядка и хаоса. Еще нужно подметить, что все законы можно распространить не только на термодинамическую, однако и на всякую иную систему веществ либо материальных объектов.

Закон природы говорит: все природные процессы протекают так, что возможность состояния увеличивается. Иными словами, тот же закон природы формулируется как закон возрастания энтропии.

Закон возрастания энтропии важный закон природы, предопределяющий направленность действий. Из него выливается, в частности, и неосуществимость возведения вечного двигателя второго рода, либо, что то же самое, предложение, что предоставленные сами себе тела устремляются к балансу. Закон возрастания энтропии считается тем же вторым истоком термодинамики, иная только формулировка, однако содержание то же. А самое главное в том, что мы отдали второму закону термодинамики трактовку на языке частиц.

В неком смысле соединение данных 2-ух законов под одну шапку не вполне удачно. Закон сохранения энергии закон безусловный. Что же касается закона возрастания энтропии, то, как надлежит из произнесенного выше, он используем только к достаточно великому собранию частиц, а для отдельных частиц его элементарно нереально сконструировать.

Вопросы, связанные с энтропией в сложных системах, и закон стремления таковых систем к состоянию баланса, предоставляют вероятность беспристрастно принимать протекающие в природе процессы и предопределять способности вмешательства в данные процессы.

1.12. Теории порядка и хаоса

В данной главе от закрытых систем прибываем к обсуждению систем раскрытых, которые обмениваются с находящейся вокруг средой веществом и энергией. Изучение раскрытых систем возможно на базе термодинамики необратимых действий: в их энтропия владеет вероятностью появляться и переноситься. С молекулярно-кинетической точки зрения в изолированных системах расположению баланса дает ответ положение наибольшего беспорядка.

На пути трудной системы к балансу, коия характеризуется максимумом энтропии, имеют все шансы появиться обстоятельства, никак не дозволяющие его добиться. В качестве таких выступают граничные условия, которые имеют все шансы существовать неизменными либо изменяться. Если они постоянны, к примеру, поддерживают конкретную разницу температур на границах, то переменные состояния устремляются асимптотически к независящим от времени величинам, достигая квазистационарного либо стационарного состояния. Стационарные состояния в раскрытых системах австрийский (впоследствии канадский) биолог-теоретик Людвиг дворянин Берталанфи (1901-1972) именовал текущим равновесием.

Действиям, нарушающим равновесия, в системе противоборствует внутренняя релаксация. В случае разреженных газов это процессы столкновений. Если возмущающие процессы наименее интенсивны, нежели релаксационные, то говорят о локальном балансе, т. е. оно наличествует в маленьком размере. При этом совсем не обязательно, чтоб в остальных долях системы положение было недалеко к балансу. К примеру, газ располагаться меж плоскостями с температурами 100 и 0 °С. Процесс теплопроводности очень медлительный, газ находится в неравновесном состоянии, а в каком месте-то в системе станет небольшая область, окружающая в локальном балансе. Данная мысль была высказана Пригожиным и дозволила обрисовывать

в данной области состояния равновесными параметрами, к примеру, температурой.

Для маленьких значений градиентов и линейных зависимостей меж потоками и термодинамическими силами Пригожиным в 1947 году была сформулирована аксиома о минимальном количестве производства энтропии в стационарном состоянии. Если граничные условия никак не разрешают системе придти в стойкое равновесие, где внутреннее создание энтропии одинаково нулю, она придет в положение с наименьшим производством энтропии.

Живучесть стационарных состояний с минимальным производством энтропии связана с принципом, сформулированным в 1884 году Ле Шателье и обобщенным в 1887 году с точки зрения термодинамики германским физиком Карлом Брауном (1850-1918). Ле Шателье разъяснял: "При условии в системе, окружающей в балансе, поменять один из причин баланса, к примеру, прирастить влияние, то случится реакция, сопровождаемая убавлением размера, и напротив. При условии ведь эти реакции проистекают в отсутствии конфигурации размера, модифицирование наружного давления никак не станет воздействовать на равновесие". Принцип Ле Шателье-Брауна в современном изложении значит, будто система, выведенная наружным действием из состояния с наименьшим созданием энтропии, провоцирует формирование действий, нацеленных на понижение наружного действия.

Принцип локального баланса и аксиома о минимуме производства энтропии в стационарных состояниях были положены в базу прогрессивной термодинамики необратимых действий, а их создатель Пригожин стал победителем Нобелевской премии сообразно химии из-за 1977 год.

Внутреннее создание энтропии за единицу времени в единице объема в раскрытых системах наречено Пригожиным функцией диссипации, а системы, в каких функция диссипации отлична от нулевой отметки, наречены диссипативными. В таковых системах энергия упорядоченного перемещения переходит в энергию неупорядоченного перемещения и, в окончательном счете,

в тепло. Фактически все системы считаются таковыми, так как трение и остальные силы противодействия приводят к диссипации энергии.

Суммарное убавление энтропии за счет размена потоками с наружной средой, при конкретных критериях, имеет вероятность превысить ее внутреннее создание. Возникает неустойчивость неупорядоченного однородного состояния, появляются и имеют все шансы возрасти до макроскопического значения крупномасштабные флуктуации. При этом из беспорядка имеют все шансы появиться структуры, которые начнут прогрессивно переходить во все наиболее упорядоченные. Образование данных текстур проистекает никак не из-за наружного действия, а за счет внутренней перестройки системы, потому это действие получило название самоорганизации. Пригожин именовал упорядоченные образования, появляющиеся в диссипативных системах в ходе неравновесных необратимых действий, диссипативными структурами. Так как "диссипация" проистекает от латинского слова *dissipatio* (форсировать, дисперсировать), то молвят, будто данные текстуры летучие и появляются при рассеянии вольной энергии. В раскрытых системах разрешено поменять потоки энергии и препарата и тем самым регулировать образование диссипативных текстур.

Для описания процессов самоорганизации уже невозможно воспользоваться представлениями линейной термодинамики необратимых процессов. Процессы самоорганизации описываются нелинейными уравнениями для макроскопических функций. Оказывается, что перед деянием крупномасштабных флуктуаций появляются коллективные формы перемещения, именуемые модами, меж коими появляется соперничество, проистекает подбор более стабильных из них, что и приводит к неожиданному происхождению макроскопических текстур.

Хаотическое состояние содержит в себе неопределенность, вероятность и случайность, которые описываются при помощи понятий информации и энтропии. После исследования "случайности" Хакен переходит к обсуждению

"надобности" и получает детерминированные уравнения перемещения. При этом наиболее основным оказывается отбор равновесных мод и изучение их стойкости. Нечаянное явление вызывает неустойчивость, а неустойчивость работает толчком для происхождения новейших конфигураций (мод). Зародышем самоорганизации служит "вероятность"; ориентированность появляется через флуктуации, живучесть через неустойчивость. В предисловии к собственной книге "Синергетика" Хакен пишет: "Я именовал новую дисциплину "синергетикой" не лишь потому, что в ней изучается общее деяние почти всех частей систем, однако и потому, что для нахождения единых основ, правящих самоорганизацией, нужно кооперирование почти всех разных дисциплин".

Традиционным образцом происхождения текстуры считается конвективная клетка Бенара. В 1900 году возникла заметка Х. Бенара с фото появившейся текстуры, которая подсказывала пчелиные соты. Он наблюдал ее в ртути, налитой в просторный тонкий сосуд, подогреваемый исподнизу (сковорода на плите). Слой ртути (либо другой вязкой жидкости) после того, как градиент температуры достиг некоего критического значения, распался на однообразные шестигранные призмы с конкретным соответствием меж стороной и высотой. В центральной доли таковой призмы жидкость поднималась кверху, а сообразно граням спускалась. Сообразно плоскости жидкость растекалась от центра к краям, а в придонном слое к центру. Начиная с критического значения различия температур, появились устойчивые текстуры, вышеназванные ячейками Бенара.

Остальные образцы самоорганизующихся систем: переход к турбулентности в течении газа либо воды, хим реакции вида Белоусова-Жаботинского, переход лазера в режим генерации.

Эволюцию динамических систем во времени удобно разбирать с поддержкою фазового места теоретического пространства с количеством измерений, одинаковым числу переменных, описывающих положение системы.

Образцом владеет вероятность работать место, имеющее в качестве собственных координат координаты и скорости всех частиц системы. Для линейного слаженного осциллятора (1 ступень свободы) размерность фазового места одинакова 2 (эфемерида и прыть колеблющейся частички). Это фазовое место есть плоскость, эволюция системы соответствует постоянному изменению координаты и скорости, и точка, имитирующая положение системы, перемещается сообразно фазовой направленности. Фазовые направленности такового маятника (линейного слаженного осциллятора), который колеблется в отсутствии затухания, представляют собой эллипсы.

В случае затухания фазовые направленности при всех исходных значениях заканчиваются в одной точке, которая соответствует бездействию в расположении баланса. Данная точка, либо аттрактор, как бы притягивает к себе со порой все фазовые направленности (англ. to attract "привлекать") и считается обобщением мнения баланса, состоянием, которое притягивает системы. Маятник из-за трения поначалу замедляет колебания, а потом останавливается. На диаграмме его состояний (фазовой диаграмме) сообразно одной оси откладывают угол отклонения маятника от вертикали, а по другой скорость изменения данного угла. Выходит фазисный портрет в виде точки, передвигающейся вокруг начала отсчета. Начало отсчета и станет аттрактором, поскольку как бы притягивает точку, представляющую перемещение маятника сообразно фазовой диаграмме. В этом элементарном аттракторе нет ничего необычного.

В наиболее трудных перемещениях, к примеру, маятника часов с багажом на цепочке, груз играет роль приспособления, подкачивающего энергию к маятнику, и маятник никак не замедляет колебаний. Различным маятникам подходят аттракторы, которые именуют предельными циклами. Пульсирование сердца также рисуется максимальным циклом - установившимся режимом. В случае беспорядочного перемещения фазовые направленности

перемешиваются, появляется область фазового пространства, переполненная беспорядочными траекториями, именуемая странным аттрактором.

Характеристики аттракторов задаются комплектом траекторий в пространстве n переменных состояний, зависящих от времени как от параметра. В обыкновенном аттракторе данные направленности обыкновенные, среди них имеются закрытые, именуемые предельными циклами. В необычном аттракторе направленности запутанные, не похожи ни на точки, ни на кривые, ни на плоскости; их представляют мультислойными поверхностями. Аномалия состоит в том, что, попав в область необычного аттрактора, точка (подобранное наобум решение) станет "блуждать" там, и лишь через большой промежуток времени приблизится к какой-то его точке. При этом поведение системы, соответствующее таковой точке, станет сильно зависеть от исходных условий.

Важным свойством странных аттракторов считается фрактальность. Фракталы это объекты, проявляющие сообразно мерке роста все наибольшее количество деталей. Их начали деятельно изучать с творением массивных ЭВМ. Известно, что прямые и окружности объекты простой геометрии природе не характерны. Структура вещества чаще принимает сложно ветвящиеся формы, напоминающие обтрепанные края ткани. Образцов схожих текстур немало: это и коллоиды⁷, и отложения металла при электролизе, и клеточные популяции.

Приведем тут данную знаменитым физиком-теоретиком Л. П. Кадановым наглядную иллюстрацию перехода к беспорядку.

Пускай на изолированном полуострове выводятся летом насекомые количеством x и откладывают яйца. Потомство их покажется на последующее лето количеством $x+1$. Подъем популяции насекомых описывается главным членом в правой доли уравнения $x+1=Cx(1-x)$, а убыль вторым.

⁷ Коллоидные системы, коллоиды (др.-греч. κόλλα — клей + εἶδος — вид; «клеевидные») — дисперсные системы, промежуточные между истинными растворами и грубодисперсными системами.

При $C < 1$ популяция при повышении j вымирает и пропадает. В области таковым образом, наличествует спектр значений параметра C , как скоро поведение системы упорядочено и периодически; проистекает методичное дублирование периода. Эти решения имеют пространство для широкого класса систем хим, электро, гидродинамических, автоматических и т. д.

При $C = 3,57$ период теснее устремляется к бесконечности, перемещение делается апериодическим, поведение системы хаотическим, проистекает перекрытие разных решений.

При медлительном изменении параметра имеется качественно новое явление стягивания утраты стойкости. В 1985 году было показано, что это качество имеет место во всех системах с медлительно меняющимся параметром.

После прохождения параметра через бифуркационное⁸ значение, соответствующее рождению цикла, либо мягкому происхождению автоколебаний, система остается в окрестности неуравновешенного состояния некоторое время, за которое параметр изменяется на окончательную величину. После этого система скачком переходит в автоколебательный режим (уже ставший жестким). Есть и посторонние сценарии перехода к беспорядку. Исследования сценариев связаны с разбором параметров странных аттракторов, к коим (как и к обыденным) притягиваются точки (состояния системы) в многомерном фазовом месте. Введение понятия аттрактора считается несомненной заслугой катастроф, как и пропаганда знаний о их бифуркациях. В данный момент к этим терминам пристрастились и обретают их во всех областях познаний.

1.13. Порядок и беспорядок

⁸ Точка бифуркации — критическое состояние системы, при котором система становится неустойчивой и возникает неопределенность: станет ли состояние системы хаотическим или она перейдет на новый, более дифференцированный и высокий уровень упорядоченности. Термин из теории самоорганизации.

1.13.1 Вероятность и беспорядок.

Если меж частицами фактически никак не работают силы сцепления, то появляется идеальный беспорядок в их месторасположении. Чтоб освободиться от сил сцепления меж частичками, тело нужно подогреть, растворить и испарить. Сложнее освободиться от наружных сил, прежде всего от силы тяжести. Все же в узком по вертикали слое газа воздействие силы тяжести никак не отразится. Молекулы такого слоя газа размещены в абсолютном беспорядке.

Попытаемся ответить на вопрос: отчего непоследовательное размещение частиц с равномерной плотностью появляется тогда, когда частицы передвигаются случайным образом?

Несложно взять в толк, что ежели речь идет о частичках газа (а их в одном кубическом сантиметре наличествует наиболее млрд), то количество методик, коими разрешено выполнить макроскопически равномерное расположение частиц сообразно размеру, станет невероятно громадно.

В то же время количество методик, коими разрешено выполнить макроскопически неравномерное, наиболее либо наименее упорядоченное расположение частиц, станет существенно не в такой мере, и кроме того тем меньше, чем более отличия от равномерного совершенно хаотического распределения. В случае с огромным количеством частиц отличие меж равномерным и неравномерным распределениями станет еще сильнее.

Из нашего числового образца следует, что ежели размещение частиц определяется случаем, то наиболее "часто встречаемым", более просто осуществимым, более потенциальным появится расположение частиц с совершенной изотропией и с макроскопически равномерной плотностью, т. е. совершенно непоследовательное расположение.

При тех внешних критериях, в каких располагаться газ, более потенциальным считается кавардак, т. е. это положение, которое может быть осуществлено наибольшим количеством методик.

1.13.2 Стремление к беспорядку.

Наконец, ежели частицы "предоставлены самим себе", ежели на частицы никак не действуют препятствующие их тепловому перемещению силы, то более потенциальным считается непоследовательное расположение частиц.

Означает ли это, что самопроизвольные отличия от беспорядка невозможны? Надлежит ли отсюда, что наличествует "рвение" к беспорядку? Правда, надлежит.

Чтоб это стало ясным, поставим 2 вопроса. 1-ый из них таков: разрешено ли заморозить воду нагреванием? Естественно, невозможно, даст ответ любой из нас. Однако отчего? На 1-ый взор вопрос видится вздорным, но лишь поначалу. Так как в любом личном явлении мы отыскиваем проявления единых законов природы, коим подчиняется находящийся вокруг нас физический мир.

Задумаемся о молекулярном механизме передачи тепла. Понятно, что в наиболее нагретом теле частички движутся наиболее быстро, нежели в прохладном. В соприкосновении тел с разной температурой чаще всего наиболее медлительные частички 1-го тела станут сталкиваться с наиболее стремительными частичками иного тела. И вот как оказалось, что через некое время итогом данных конфликтов станет выравнивание средних скоростей частиц в соприкасающихся телах.

Опишем ныне молекулярное состояние этих соприкасающихся тел до и после выравнивания температур. При условии, что в ящике лежат белоснежные и темные шары, то непоследовательным станет это расположение шаров, при котором вероятности вытащить белый либо темный шар станут схожими в любом месте ящика. Однако мы уже знаем, что распорядок и кавардак имеют все шансы осуществляться в отношении хоть какого показателя (к примеру,

магнитный распорядок). Потому разрешено говорить и о распорядке либо беспорядке в значениях средних скоростей частиц. Непоследовательным считается данное состояние, когда средние скорости частиц во всех точках места схожи.

Исходя из этого, два находящиеся в соприкосновении нагретых до различных температур тела с молекулярной точки зрения никак не предполагают собой хаотического распределения частиц.

Мы приходим к выводу, что переход тепла от тела наименее нагретого к телу наиболее подогретому это переход от беспорядка к распорядку. Однако так как непоследовательное состояние обладает большей вероятностью. Значит, переход от беспорядка к распорядку станет переходом от наиболее потенциального к наименее потенциальному состоянию. Потому традиционно эти процессы никак не наблюдаются.

2-ой вопрос станет таковым же ясным, как и 1-ый. Имеет возможность ли маховое колесо раскрутиться "само по себе"? Естественно, нет. Чтоб завертеть колесо, необходима энергия. Предположим, будто колесо раскручивается, а в помещении, где находится "машина", падает температура. Так как в данном случае механическая энергия вертящегося колеса берется не из ничего, а появляется за счет тепла. С точки зрения закона сохранения энергии и в данном явлении нет ничто нелепого.

Неосуществимость получения механической энергии за счет остывания среды совсем не явна. Очень многие изобретатели истратили время на пробы сотворения мотора, работающего за счет остывания воды океанов. Все же невозможно выстроить таковой двигатель. Невозможно за счет 1-го только остывания наружной среды заставить вертеться маховые колеса, привести в движение станки. Невозможно потому, что процесс самопроизвольного перехода тепла в механическую энергию невозможен.

Снизить температуру среды это означает убавить энергию беспорядочного, хаотического перемещения частиц среды в энергию полностью упорядоченного перемещения атомов сплава.

Опять же, переход хаотического месторасположения частиц в упорядоченное как оказалось неосуществим.

Наконец, тепловое перемещение частиц ориентировано к беспорядку в месторасположении частиц, к беспорядку в направленности их скоростей.

В ящик насыпан мешок темных зерен, а потом мешок белых зерен. Возьмем лопату и стартанем размешивать семена. Семена станут размешиваться, так же как частички тепловым движением. Скоро семена смешаются, и, взяв наудачу горсть семян, мы обнаружим в их приблизительно одинаковые численности белых и темных. Распорядок перешел в кавардак. Насколько бы ни длилось размешивание, мы ни разу не достигнем рассортировки семян. Напротив, наиболее либо наименее равномерное расположение семян станет стабильным состоянием. В отношении частиц это положение именуется тепловым балансом. В состоянии теплового баланса скорости частиц газа распределены в согласовании с законом Максвелла и никак не имеют предпочтительных направлений.

Рвение к беспорядку в расположении частиц разъясняет почти все явления, рассматриваемые выше, и прежде всего процессы диффузии.

Что принуждает частицы кусочка сахара, брошенного в стакан чая, передвигаться кверху (а ведь частицы сахара тяжелее частицы воды) и равномерно размешиваться с водой? Стремление к беспорядку. Что принуждает атомы цинка просачиваться в медь, когда пластинки данных 2-ух металлов прижаты друг к другу? Рвение к беспорядку.

Не беря во внимание данного закона природы, мы не сможем ничего понять в явлениях фазовых переходов, в явлениях устойчивости фаз. Если частицы вещества могут сотворить некоторое количество расположений, то при иных одинаковых критериях имеет преимущество то расположение, которое

отчуждает вероятность "развернуться" тепловому перемещению, подсобляет выполнить рвение к более вольному, т. е. более непоследовательному движению.

1.13.3 Борьба порядка и беспорядка

Как мы знаем, более потенциальным распределением частиц считается беспорядок, как в отношении месторасположения, так и в отношении направленности скоростей.

Что же касается величин скоростей, то тут беспорядок выражается в максимальной свободе перемещения. В случае газа данная максимальная свобода перемещения приводит к распределению Максвелла. Однако ежели в игру ввязываются силы, действующие на частицы, то картина изменяется.

Деяние сил направлено на установление распорядка. Если атомы (частицы) пребывают в тепловом движении и на них работают силы, то более потенциальным распределением частиц уже никак не явится беспорядок, а расположение скоростей уже никак не станет «максвелловским».

Борьбу порядка с беспорядком можно изучить на обилии образцов. Практически весь материал, описанный раньше, показывает этот принципиальный закон природы своеобразное уравнивание 2-ух влечений: к распорядку, т. е. к более потенциальному распределению, отличительному для частиц, окружающих в тепловом перемещении.

Совсем обычным и отличительным образцом считается расположение частиц в вертикальном столбе воздуха.

Если бы теплового перемещения не было, то рвение балансу принудило бы все частички притиснуться к земной плоскости.

А что имеется на самом деле? Отлично известно, что давление, а означает, и плотность воздуха убавляются с вышиной. На протяжении 5-6 км плотность воздуха падает в два раза.

Данный броский пример указывает компромисс между двумя рвениями. При наличии силы тяжести более потенциальным уже не является полный беспорядок, т. е. абсолютная равномерность плотности.

В 1 критериях газообразное (непоследовательное) расположение частиц встретится почасте только, в остальных вариантах воспитание близкого распорядка владеет превосходством, и в 3 формируется далекий распорядок в месторасположении частиц.

При больших температурах частички обладают великими скоростями. Силы взаимодействия между частичками не оказывают при данном видимого воздействия на обоюдное размещение частиц. Сообразно мерке снижения температуры средние скорости частиц падают и начинается, в конце концов, таковой момент, когда силы сцепления начинают составлять атомы (частицы) в капли. Более потенциальным при новейших критериях как оказалось близкий распорядок во обоюдном расположении частиц.

При предстоящем снижении температуры имеет возможность настать таковой эпизод, когда колебания атомов настолько замедлятся, что атомы образуют правильную решетку. Этим условиям соответствует далекий распорядок в месторасположении частиц.

Каким образом могут 2 разные фазы вещества пребывать в балансе друг с другом?

Осмотрим, к примеру, кристалл и яркий пар. Состояние кристалла стабильно. Для отрыва частички от кристалла и перевода ее в парообразное положение потребуется работа. Казалось бы, состояние пара наименее стабильно. Тем не менее, две фазы пребывают в балансе.

Чем же компенсируется наименьшая устойчивость парообразного состояния? Рвение к распорядку обретает родное воплощение в кристаллическом месторасположении атомов. Все же рвение к беспорядку в кристалле подавлено. Атомам тесно, перемещения их затруднены. В паре на любую частичку немало более значительный размер. Тепловому перемещению

имеется в каком месте раскататься, оно делается теснее "максимально" вольным. Рвение к кавардаку удовлетворено.

Можно сказать, что равновесие меж кристаллом и паром просит, чтобы "сумма" распорядка и кавардака была схожей у двух фаз. Насколько больше порядка в кристалле, настолько больше должно существовать беспорядка в его насыщенном паре.

Понятно, что яркий пар имеет различные величины давления при различных температурах. Чем ниже температура, тем меньше давление, а значит, и плотность интенсивного пара. Раз плотность меньше, значит, объем, приходящийся на частичку, больше, следственно, больше и степень свободы, а значит, и беспорядка в паре. Так как кристалл не достаточно сдавливается при снижении температуры, то размер, приходящийся на атом, а значит, и ступень кавардака у него не достаточно изменяются. Но несмотря на все вышесказанное ступень стойкости (стремление к порядку) у кристалла растет: чем ниже температура, тем большая работа необходима, чтоб отхватить частичку (либо атом) от кристалла.

Изменяя условия баланса насыщенного пара с кристаллом, мы обретаем различные компромиссы меж порядком и беспорядком. Более значительный беспорядок в одной фазе природа уравнивает большим распорядком в сторонний.

Нарушая условия баланса, к примеру, увеличивая температуру при одном и том же давлении, мы принуждаем кристалл возгоняться. Стремление к беспорядку берет верх. Тепловое перемещение делается настолько активным, что выигрыш в стойкости кристалла не имеет вероятность ему конфронтировать.

А как обстоит дело при фазовых превращениях в жестком состоянии? В тех вариантах, когда мы встречаемся с фазовыми превращениями, дело станет обстоять последующим образом. У одной фазы амплитуда теснее, но зато более глубокая.

Ограничение баланса таковых 2-ух фаз начинается тогда, когда способности теплового перемещения (рвение к беспорядку) в одной из их компенсируются большей стабильностью (рвение к порядку) в сторонний. Если температура вырастает, то беспорядок берет верх. Если температура падает, то рвение к стойкости (к распорядку) водит к соответственному фазовому переходу.

Глава 2. Применение хаоса в науке и практике

2.1. Возможности применения в практике

Концепцию хаоса можно применить, и она удачно используется во многих научных дисциплинах: математика, биология, информатика, экономика, инженерия, финансы, философия, физика, политика, психология и робототехника. В лабораториях хаотическое поведение можно наблюдать в различных системах, к примеру, электрические схемы, лазеры, хим реакции, динамика жидкостей и магнитно-механических приборов. В природе хаотическое поведение имеется в перемещении спутников солнечной системы, эволюции магнитного поля астрономических тел, приросте населения в экологии, динамике потенциалов в нейронах и молекулярных колебаниях. Есть сомнения о существовании динамики хаоса в тектонике плит и в экономике. Одно из самых удачных применений теории беспорядка было в экологии, когда динамические системы, похожие на модель Рикера, использовались, чтоб представить зависимость прироста народонаселения от его плотности. В настоящее время концепция беспорядка еще используется в медицине при исследовании эпилепсии для предсказаний приступов, беря во внимание начальное положение организма. Схожая область физики, вышеназванная квантовой доктриной беспорядка, исследует связь между беспорядком и квантовой механикой. Не так давно возникла новая область, названная хаосом относительности, чтобы описать системы, которые развиваются сообразно законам единой теории относительности.

В центре почти всех изучений физических систем, таких как, прогнозирование денежных рынков и рынков ценных бумаг, системный анализ, сжатие изображений и жидкостная динамика, дисциплина хаоса сулит продолжать производить поглощающую научную информацию, которая имеет вероятность образовать лицо науки в будущем.

Всегда необходимо знать о новейших открытиях одну вещь - что в них хорошего. Так что хорошего в теории беспорядка? 1-ое и наиболее основное, концепция беспорядка - это концепция. И как таковая, в большей степени она употребляется как научная основа, нежели как конкретно прикладные познания. Концепция хаоса имеет огромное значение в качестве точки зрения на события, которые происходят в мире, отличной от наиболее обычного взыскательно детерминированного взгляда, кой преобладал в науке со времен Ньютона. Вместо обычного графика X-Y, эксперты имеют все шансы ныне интерпретировать диаграммы фазового пространства, которые скорее являются описанием четкого расположения некой переменной условно времени, и предполагают совершенное поведение системы. Вместо розыска серьезных формул, удовлетворяющих статистическим данным, мы можем ныне находить динамические системы с поведением схожим сообразно природе статистическим данным, то есть системы, которые схожи с аттракторами. Концепция беспорядка творит базу, с поддержкою которой развиваются научные познания. Все же, невозможно сказать, что концепция беспорядка никак не имеет ни малейшего применения в реальной жизни. Методы теории хаоса применялось для прогнозирования био систем, которые, непременно, считаются одними из более беспорядочных систем, которые можно представить. Системы динамических уравнений использовались для прогнозирования всего: начиная ростом населения, к эпидемиям и завершая аритмией пульсации сердца.

Практически любая хаотическая система может быть легко смоделирована - рынок акций обеспечивает тенденции, которые могут быть проанализированы с внедрением "странного аттрактора" гораздо проще, нежели с использованием обычных очевидных уравнений; капание водопроводного крана видится случайным непривычному уху, однако когда оформляется график «странного аттрактора», обнаруживается жуткий порядок, внезапный с обыкновенной точки зрения. Рекурсивные способы сжатия

изображений - все еще изучаются, однако они сулят дивные итоги, - графический коэффициент сжатия станет 600:1.

2.2. Неправильные взгляды на теорию хаоса.

Наиболее частое неверное понятие - это то, что концепцию беспорядка считают наукой о беспорядке. Ничто не имеет вероятность существовать так далеко от истины. Концепция хаоса не о нарушениях! Она не отрицает детерминизм и никак не заявляет, что упорядоченные системы не вероятны. Концепция беспорядка не лишает законной силы экспериментальные подтверждения, и не заявляет, что комплексы систем прогнозирования тщетны. Хаос в теории беспорядка - порядок, не просто порядок, а сама суть распорядка. Это правда, что концепция беспорядка обрисовывает те незначимые конфигурации, которые в предстоящем имеют все шансы начать огромные флуктуации. Однако, одна из центральных концепций теории беспорядка это то, что в не возможно буквально предсказать положение системы. Таковым образом, концепция беспорядка акцентирует свое внимание не на беспорядке систем и непредвиденности, а на распорядке, неустранимом в системе, всепригодном поведении таковых систем.



Таковым образом, неправильно говорить, что концепция хаоса о нарушениях. Чтоб увидеть это на образце, рассмотрим аттрактор Лоренца. Аттрактор Лоренца базируется на 3-х дифференциально-разностных взаимоотношениях, 3-х константах, и 3-х исходных критериях. Данный аттрактор указывает поведение газа в любое данное время, при этом, условия состояния в любое данное время, зависит от условий состояния в

предшествующий эпизод времени. В том числе и при маленьких изменениях исходных условий, поведение имеет возможность быстро изменяться. Это происходит потому, что небольшие несогласия распространяются рекурсивно до тех времен, пока количества не станут вполне схожими начальной системе с начальными критериями.

Две системы станут иметь вполне различные значения в любое данное время, и все же график совершенного поведения системы станет тем же самым. Концепция беспорядка предвещает, что групповые нелинейные системы по существу непредсказуемы, однако, в то же самое время, концепция беспорядка еще боится, что часто, способ выразить непредвиденность системы лежит никак не в четком уравнении, а представлении поведения системы - в облике графиков аттракторов либо фракталах.

Заключение

В данной работе были систематизированы собранные теоретические материалы, относящиеся к самоорганизации систем, выявлены зависимости энтропии и хаоса в аспекте информации. Исследованы процессы превращения хаоса в организованные системы, несущие информацию. Рассмотрена природа хаоса, его роль в процессах самоорганизации в природе и обществе, детерминированность хаоса, его связь с энтропией и информацией.

В работе так же дано описание информации как меры порядка с одной стороны и как меры хаоса с другой. Раскрыта взаимосвязь структур детерминированности и энтропии, процессы превращения хаоса в информацию. Рассмотрены подходы к изучению информации и хаоса с точки зрения открытых физических систем. Даны примеры использования хаотических алгоритмов для поиска и защиты информации и различных других областей науки и практики, а в качестве практической части разработан информационный сайт по тематике информации и хаоса.

Считаю, что задача, поставленная в работе, полностью выполнена.

Литература

1. Ахромеева Т. С., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г., Самарский А. А. Нестационарные структуры и диффузионный хаос. М.: Наука, 1992.
2. Брюллюэн Л. Наука и теория информации. — М., 1960.
3. Г. М. Заславский, Н. А. Кириченко Физическая энциклопедия, статья, «Динамический хаос»
4. Де Гроот С., Мазур П. Неравновесная термодинамика. — М., 1964.
5. Дубнищева Т. Я. , Пигарев А. Ю. Современное естествознание. Учеб. пособие. Новосибирск. ООО "Издательство ЮКЭА", 1998. - 160 стр. с ил.
6. Заславский Г. М., Сагдеев Р. З. Введение в нелинейную физику: От маятника до турбулентности и хаоса. М.: Наука, 1988.
7. Заславский Г. М.,. Физика хаоса в гамильтоновых системах. — М.: Институт компьютерных исследований, 2004. — 288 с.
8. Зоммерфельд А. Термодинамика и статистическая физика. — М., 1955.
9. Кадомцев Б. Б. Динамика и информация. - М.: РНЦ "Курчатовский институт", 1994.
10. Карпенков С. Х. Концепции современного естествознания. М., Юнити, 1998.
11. Койре А. От замкнутого мира к бесконечной вселенной. — М.: Логос (серия: Сигма), 2001.
12. Кузнецов С. П.,. Динамический хаос (курс лекций). — М: Физматлит, 2001.
13. Ландау Л. Д. , Китайгородский А. И. Физика для всех. Кн. 2, Молекулы. Изд. 4-е, испр. И доп. М., Наука, 1977.-208 стр. с ил.
14. Лоскутов А. Ю. Очарование хаоса // УФН. — 2010. — Т. 180.
15. Мазур В. Е. Судьбы неписанный закон. - Берлин: epubli GmbH, 2011.
16. Малинецкий Г. Г. Хаос. Структуры. Вычислительный эксперимент. Введение в нелинейную динамику. 3-е изд. М.: УРСС, 2001.
17. Малинецкий Г. Г., Потапов А. Б., Подлазов А. В. Нелинейная динамика: подходы, результаты, надежды. М.: УРСС, 2006.

18. Мартин Н., Ингленд Дж. Математическая теория энтропии. — М.: Мир, 1988. — 350 с.
19. Мухин Р. Р. Очерки по истории динамического хаоса: Исследования в СССР в 1950-1980-е годы. — 2-е издание. — М.: УРСС, 2012. — 320 с.
20. Осипов А. И. Самоорганизация и хаос. /Физика. Подписная науч.-попул. серия № 7, 1986. -М. Знание, 1986, - 63 стр. с ил.
21. Петерс Э. Хаос и порядок на рынках капитала. — М.: Мир, 2000. — 333 с.
22. Петрушенко Л. А. Самодвижение материи в свете кибернетики. — М., 1974.
23. Пирогов С. В. "Социальное прогнозирование и проектирование. Учебное пособие.". Издательство "Проспект", 2015.
24. Порядок, хаос и информация // Глобальный Эволюционизм, Теория Систем, Холизм, Панпсихизм URL: http://holism.narod.ru/book1/2_7.htm (дата обращения: 4.03.2016).
25. Пригожин И. , Стенгерс И. Порядок из хаоса. М., Мир, 1986
26. Пригожин И., Стенгерс И. Время, хаос, квант: К решению парадокса времени. М.: Прогресс, 1994
27. Прохоров. А. М. Физическая энциклопедия — Хаос
28. Спасский Б. И. История физики. Ч.1. Учеб. Пособие для вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., Высш. школа, 1977. -320 стр. с ил.
29. Стенли. Р. Перечислительная комбинаторика. — М.: Мир, 1990. — С. 107-108.
30. Хакен Г. Синергетика. Иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. М.: Мир, 1985
31. ХАОС, ФРАКТАЛЫ И ИНФОРМАЦИЯ // Наука и жизнь URL: <http://www.nkj.ru/archive/articles/5901/> (дата обращения: 7.02.2016).
32. Хинчин А. Я. Понятие энтропии в теории вероятностей // Успехи математических наук. — 1953. — Т. 8, вып. 3(55). — С. 3-20.
33. Шамбадаль П. Развитие и приложение понятия энтропии. — М.: Наука, 1967. — 280 с.

34. Штеренберг М. И. Энтропия в теории и в реальности // Вопросы философии. – 2003. – № 10.
35. Эшби У. Р. Введение в кибернетику. — М., 1965.
36. Яковлев В. Ф. Курс физики. Теплота и частицарная физика. Учеб. Пособие для студентов физ.-мат. фак. пед. институтов. М., Просвещение, 1976.-320 стр. с ил.
37. Devaney Robert L. Introduction to Chaotic Dynamical Systems. — Westview Press, 2003.
38. Edward N. Lorenz Deterministic Nonperiodic Flow // Journal Of The Atmospheric Sciences. - 1963. - №20.