Никитин А.В.

Парадигма потока случайностей 1.

Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ 2

В этом нет никакого секрета... 2
Что такое ППС? 3
Поток случайностей: Как хаос строит Мир. 4

ЧАСТЬ 0. БАЗИС: ПРИРОДА СЛУЧАЙНОСТИ 6

0.1. Определение случайности 7
0.2 Источник случайностей 7
0.3. Материальность случайности 7
0.4. Локальность случайности 8
0.5. Различение: разнообразие и энтропия 8

ЧАСТЬ I. ПОТОК СЛУЧАЙНОСТЕЙ 8

1.1. Определение потока 10
1.2. Иерархическая трансформация потока 10
1.3. Законы потока 11
1.4. Свойства потока (наблюдаемые проявления) 13
1.5. Соответствие законам физики 13
1.6. Фальсифицируемость (сводка) 14
1.7. Экспериментальные подтверждения 14
1.8. Математический аппарат (сводка) 14
1.9. Что требует уточнения 15
1.10. Итоговый статус (по критериям научности) 16
1.11. Заключение 16

ЧАСТЬ II. АВТОМАТЫ 16

2.1. Определение автомата 17
2.2. Архитектура автомата 18
2.3. Четыре исхода взаимодействия автоматов 18
2.4. Элементарные и составные автоматы 18
2.5. Иерархия автоматов 19
2.6. Ключевые свойства автомата 20
2.7. Примеры 21
2.8. Почему это важно для всей ППС 22
2.9. Итог: автомат одной фразой 22
2.10. Математические обобщения автомата в ППС 22
2.11. Проверка понятия «автомат» по критериям научности ППС 25

ЧАСТЬ III. ДЕЙСТВУЮЩИЙ ХАОС 28

3.0.Новый смысл хаоса. 30
3.1. Определение 32
3.2. Происхождение 33
3.3. Проявления действующего хаоса (роль) 33
3.4. Динамика действующего хаоса 34
3.5. Законы хаоса 34
3.6. Свойства действующего хаоса 36

БИБЛИОГРАФИЯ К ТОМУ 1 36

ПРИЛОЖЕНИЯ 43

Приложение 1. Глоссарий терминов 43
Приложение 2. Сводка примеров по уровням 45
Приложение 3. Сводная таблица фальсификации (Том 1) 46
Приложение 4. Словарь символов (Том 1) 47

ПРЕДИСЛОВИЕ

В этом нет никакого секрета…

Эту работу я писал новым для себя способом. С применением ИИ.

Я-то думал, что он мне сейчас подскажет, всё, что я захочу…, а оказалось, что этому Великому Ответчику, как и в рассказе Роберта Шекли «Верный вопрос» 1959г. {1}, для получения ответа надо аргументировано и точно сформулировать вопрос. И еще несколько раз его поправить в ходе обсуждения получаемых от ИИ ответов.

Алиса и DeepSeek (DS), это системы ИИ, по характеру своего отношения к задаваемому вопросу различны в подходе к его результату. Алиса воспринимается как более склонная к эмоционально-философским оценкам любого информационного блока. DS сразу начинает оценку с научного и математического подхода.

Но обе эти системы ИИ в каком-то смысле «одинаково небрежны[1]». Они всё время норовят сойти с заданной тропинки поставленного вопроса на торную дорогу стандартных ответов. И потому дают не то чтобы неверные ответы, а ответы «не на тот вопрос». Их надо постоянно контролировать и возвращать на нужную траекторию понимания задачи.

Для этого надо самому точно понимать, где, в какой точке маршрута они «свернули с пути» и постоянно корректировать их понимание авторской задачи. Это требует от автора параллельного сбора необходимой информации и уточнения собственного понимания пути к правильному ответу. И здесь помощь ИИ сводится к формулированию сжатого вывода из того объема информации, который пришлось пересмотреть в разговоре с ИИ.

Но помощь ИИ становится неоценимой при формулировании направления, которое наукой пока исследовано недостаточно. При подготовке этого статьи было установлено, что достаточного объема исследований в этом направлении не проводилось и математического аппарата не существует.

Но DS это ничуть не остановило, и он создал математические обобщения по аналогии с известными формулами из других разделов науки для формирования точного понимания читателями того, что написано. Мне показалось это правильным решением, и его математические конструкции были вставлены в текст. В надежде на то, что в будущем ученые проведут необходимое научное обоснование приведенных здесь математических обобщений и точные формулы будут созданы. А пока это математические конструкции.

Помощь ИИ меняет внешний вид текста и накладывает определенный отпечаток на его оформление. Это происходит от того, что в систему ИИ уже заложен порядок представления и оформления создаваемой информации.

В результате мы получаем уже не совсем свой материала, а симбиоз, который надо как-то оформить в авторской манере, что не всегда проходит

[1] Фраза «Мы с тобой сегодня одинаково небрежны» прозвучала в фильме «Щит и меч» (1968 год, режиссёр Владимир Басов).

бесследно. Последующее использование информации от ИИ неизбежно сохраняет первичные формулировки, деление и градацию в общем тексте материала.

Наконец-то я почувствовал, как работает ИИ, новый и очень эффективный инструмент обработки информации.

Далее вы будете читать совместный труд, мой и ИИ.

Мы начнем с понимания того, о чем мы говорим. Так что, смотрим и запоминаем. Это нам поможет разбираться дальше.

Что такое ППС?

Парадигма Потока Случайностей (ППС) — это язык для описания эволюции материи от квантового уровня до сложных неживых систем, включая космологические объекты. Она предлагает единый способ говорить о том, как из первичной случайности возникают структуры, как они взаимодействуют, стареют и разрушаются, давая материал для появления нового. Все описанные процессы происходят спонтанно, на основе физических законов, без какого-либо скрытого целеполагания.

Три основных направления исследования

Поток случайностей — движение и трансформация материальных случайностей.

Автоматы — локальные структуры, обрабатывающие поток.

Действующий хаос — внутренняя среда автоматов, возникающая в результате обработки потока.

Пять уровней утверждений

Законы — фундаментальные, физически обоснованные, математически выражаемые, фальсифицируемые.

Принципы организации — эмпирические обобщения, наблюдаемые закономерности.

Свойства — наблюдаемые проявления действия законов в реальных системах.

Операциональные понятия — рабочие инструменты для описания.

Примеры — конкретные иллюстрации.

Два типа хаоса

Первичный хаос — квантовый вакуум, вечный источник всех случайностей.

Действующий хаос — внутренняя среда автомата, возникающая в результате обработки потока.

Антихаос — не тип хаоса, а локальное, временное состояние действующего хаоса, в котором флуктуации создают условия для рождения порядка{5,6}.

Область определения и междисциплинарность

ППС применяется к неживой природе: от квантового уровня до космологических объектов и предбиологических систем. Она опирается на физику, космологию, астрофизику, химию, материаловедение и теорию сложности{7,8,9}.

Критерий истинности

Хорошая теория должна не только объяснять известное, но и указывать, при каких условиях она может быть опровергнута. Для каждого закона мы дадим такие условия.

Поток случайностей: Как хаос строит Мир.

Мы привыкли считать мир упорядоченным: планеты движутся по законам Кеплера, атомы соединяются в стройные кристаллы, а наше тело работает как часы. Но за этой видимой гармонией скрывается непрерывный, никогда не прекращающийся танец случайностей. Броуновское движение пыльцы в воде {10}, непредсказуемые скачки курсов валют, мерцание далёких звёзд – всё это проявления единого *потока случайностей*, который пронизывает Вселенную от квантового уровня до галактических масштабов.

Откуда берутся случайности? Их источник – сам вакуум. Согласно квантовой физике, пустота – это не абсолютное ничто, а кипящий «бульон» виртуальных частиц и флуктуаций полей{2,3,11}. В каждой точке пространства каждое мгновение происходят микроскопические события: рождаются и исчезают пары частиц, меняется энергия. Эти события и есть первичный *поток случайностей*. Он не имеет цели, не подчиняется никакому замыслу – он просто есть, как неизбежное следствие устройства материи.

Этот поток течёт «снизу вверх»: квантовые флуктуации порождают дефекты в атомах, дефекты накапливаются в кристаллах, трещины растут и могут разрушить скалу {12,13}. То же самое происходит в космосе: гравитационные возмущения в ранней Вселенной привели к образованию галактик и звёзд{14,15}. Микроскопическая случайность, многократно усиленная, становится макроскопическим событием. *Как именно это происходит, мы разберём в первой части книги, посвящённой потоку случайностей.*

Если бы мир состоял только из потока случайностей, в нём никогда не возникло бы ничего устойчивого. Но в этом потоке появляются *автоматы* – структуры, способные не просто пассивно принимать удары случая, но и активно взаимодействовать с ним. Автомат – это любой объект, состоящий из множества частей, связанных энергетическими обратными связями{16,17}. Атом, молекула, кристалл, планета, звезда, галактика – всё это автоматы. *Их устройству и свойствам мы посвятим вторую главу*.

Что делает автомат автоматом? Во-первых, у него есть *внутренняя среда*, где кипит свой собственный, *действующий хаос*: вакансии в кристалле {18}, турбулентность в плазме {19}, астероиды в планетной системе. Во-вторых, у него есть *граница*, через которую он обменивается с внешним потоком. На этой границе работает *сегрегация* – своего рода «таможня», распознающая, какие элементы извне можно пропустить внутрь («свои»), а какие следует отбросить или уничтожить («чужие»). Мембрана клетки, атмосфера планеты, поверхность кристалла – всё это примеры сегрегации. *Подробнее о сегрегации и её роли – в четвёртой главе*.

Попав внутрь, элементы внешнего потока становятся частью действующего хаоса. Они движутся, сталкиваются, вступают во взаимодействия. Именно здесь происходит самое интересное. Благодаря хаосу автомат обретает *пластичность* – способность менять форму без разрушения (дислокации в металле позволяют ему гнуться, а не ломаться) {20}. Хаос служит *буфером*, поглощающим энергию ударов. Он же работает как *память*: накопленные дефекты хранят информацию о прошлых воздействиях {12}, что со временем ведёт к старению. *Действующему хаосу и его законам отведена третья глава*.

Но самое главное – внутри хаоса могут возникать зоны локального упорядочивания. Их называют *антихаосом* {5,6}. В растворе это центр кристаллизации {21}, в протопланетном диске – сгущение газа, где зарождается планета {22}, в живых клетках – липидные рафты, собирающие нужные белки. В таких зонах случайность оборачивается созиданием: из хаоса рождается новый

автомат – происходит *самоорганизованная целостность (СОЦ). О том, как антихаос и СОЦ вписываются в общий цикл, рассказывается в пятой и шестой главах.*

Жизнь любого автомата – это часть вечного круговорота. Существует *глобальный цикл* материи: хаос → СОЦ → автомат → накопление хаоса (старение) → катастрофа (СОК) → возврат в хаос. Этот цикл не имеет ни начала, ни конца. У каждого автомата есть свой *жизненный цикл*: рождение, рост, стабилизация, старение и гибель. Пока автомат успевает «переваривать» поступающий хаос – он жив. Как только поступление превышает возможности очистки, начинается старение, и рано или поздно наступает катастрофа. *Циклу хаоса и его фазам посвящена шестая глава.*

Как же разные автоматы справляются с напором случайностей? Можно выделить три базовые стратегии. *Подчинение* – удел слабосвязанных, хрупких структур {23}. Они разрушаются при первом же серьёзном возмущении, быстро возвращаясь в поток и служа «строительным материалом» для более устойчивых форм. *Противостояние* – выбор прочных, но консервативных систем {24}. Кристалл в вакууме, звезда на главной последовательности – они могут существовать миллиарды лет, почти не меняясь. Но они не обновляются, медленно накапливают хаос и в конце концов гибнут. *Взаимодействие* – самая интересная стратегия {25}. Автомат не просто сопротивляется потоку, но использует его для самообновления. Внутренняя самосегрегация создаёт зоны антихаоса, где рождаются новые структуры, омолаживающие систему. Так работают живые клетки, экосистемы, а в неживой природе – автокаталитические химические реакции, тектонические плиты, протозвёздные облака. Эта стратегия ведёт к усложнению и эволюции. *Стратегиям существования отведена седьмая глава.*

Может показаться, что естественный отбор – прерогатива биологии. Но в неживой природе действуют те же статистические закономерности {26,27}. Автоматы, лучше приспособленные к своему потоку случайностей, живут дольше и чаще дают начало новым структурам. В результате в популяциях атомов, кристаллов, звёзд закрепляются определённые формы. Различают три формы отбора: *стабилизирующий, движущий и дизруптивный*. Целенаправленный отбор появляется только с возникновением жизни. *Этому посвящена восьмая глава.*

Благодаря описанным механизмам из первичного квантового хаоса постепенно, шаг за шагом, возникли все структуры Вселенной: от элементарных частиц до галактических скоплений {28}. Атомы углерода, соединяясь в сложные молекулы, научились использовать стратегию взаимодействия – так зародилась жизнь. Наш мозг, наше общество, наша техника – всё это тоже автоматы, стоящие перед вечным выбором: подчиниться хаосу, противостоять ему или обратить себе на пользу.

Парадигма Потока Случайностей учит нас видеть за привычным порядком непрекращающуюся работу случайности. Трещина в камне, мутация в гене, колебание цен – всё это звенья одной цепи. Мы не можем остановить поток, но можем научиться в нём плавать, строя внутри себя зоны антихаоса и используя внешний хаос как ресурс для роста.

Мир подобен бесконечной реке, текущей снизу вверх. Поток её несёт материальные случайности. Исток начинается с флуктуаций вакуума. Далее он разрастается до изменений действующего хаоса во всё более крупных автоматах Вселенной – от атомов до галактик. Все эти автоматы созданы этой рекой, но она же их и сбросит за кромку существования, обратно в хаос. Здесь не бывает

исключений. Всё когда-то возникает, всё когда-то заканчивается. И река не останавливается – она точит берега, дробит камни. Звёзды исчезают в чёрных дырах, планеты падают на звёзды или рассыпаются в пыль. Камни снова превращаются в песок. В этом вечном круговороте нет ни трагедии, ни триумфа – есть только танец материи, подчиняющийся простым и неумолимым законам. И мы, люди, – не сторонние наблюдатели, а часть этого танца.

Приглашаем вас в путешествие по страницам этой книги, где каждая из описанных идей будет раскрыта подробно, с необходимыми доказательствами, примерами и математическими обоснованиями.

ЧАСТЬ 0. БАЗИС: ПРИРОДА СЛУЧАЙНОСТИ

Мы привыкли доверять порядку.

Законы физики кажутся незыблемыми, траектории планет – предсказуемыми, а течение времени – равномерным. Но стоит заглянуть в микроскоп или вглядеться в далёкое прошлое Вселенной, как эта уверенность тает. В основе всего сущего лежит не железная необходимость, а непрерывное, никогда не прекращающееся движение случайности{2,29}.

Что же такое случайность?

В обыденной речи мы называем так непредсказуемое, неожиданное, то, что нарушает наши планы. Только у случайности есть свойство самопроизвольность, как способность возникать без видимой причины, из чистой потенции. Именно самопроизвольность делает случайность принципиально непредсказуемой: даже обладая полной информацией о системе, мы не можем сказать, когда именно произойдёт то или иное событие. Природа оставляет выбор открытым.

Но для физики случайность – не просто помеха, а фундаментальное свойство материи {30}. Откуда берутся случайности? Их источник – квантовый вакуум. Современная физика утверждает: пустота – это не безмолвное ничто, а кипящий океан виртуальных частиц, где непрерывно происходят флуктуации энергии, поля, плотности {2,3,11}. Это чистая самопроизвольность, прорывающаяся в реальность. Принцип неопределённости Гейзенберга {31} не оставляет лазейки для абсолютного покоя: чем точнее мы знаем энергию, тем больше неопределённость времени её существования. Этот первичный хаос – вечный двигатель всех последующих изменений.

Случайность материальна.

У неё всегда есть носитель: флуктуация поля, смещение атома, дефект кристаллической решётки {12,32}. Не бывает «чистой» информации, парящей над миром, – любая случайность оставляет след, передаёт импульс, меняет структуру. И каждая такая микроскопическая встряска происходит в конкретной точке пространства-времени, чтобы потом, через цепочку усилений, отозваться в макромире землетрясением, вспышкой сверхновой или рождением новой жизни {14}. Везде и всегда действует одна и та же самопроизвольность, только в разных масштабах.

Наконец, мы обращаем внимание на две меры, которые часто путают: энтропию и разнообразие {33}. Энтропия – мера беспорядка, равномерности, «серости». Разнообразие – мера богатства форм, количества различных типов, вариантов, конфигураций. Случайность может вести как к росту энтропии (путь

разрушения), так и к росту разнообразия (путь созидания). Оба пути – лишь статистические исходы, а не цели, и оба одинаково естественны. И всё это возможно благодаря самопроизвольности – фундаментальному свойству материи порождать новое без внешней причины.

Понимание природы случайности – ключ ко всей Парадигме Потока Случайностей. Из неё вырастает поток, из потока – автоматы, из автоматов – действующий хаос, и далее – бесконечная череда рождений и катастроф. Река, о которой мы говорили во вступлении, начинается именно здесь, с этих невидимых глазу, но неумолимых флуктуаций вакуума, с этой вездесущей самопроизвольности.

0.1. Определение случайности

Случайность — это материально обусловленное микроскопическое событие, возникающее самопроизвольно на квантовом уровне {30}. Это первичная категория, из которой вырастают поток, автоматы и хаос. Её возникновение не имеет цели — оно просто следует из квантовой природы материи.

Важно отличать случайность от события:

Случайность — миг, начало, неопределимый момент.

Событие — процесс, имеющий протяжённость и наблюдаемый результат.

Пояснение: Когда прогнившее дерево падает, случайность — это тот неуловимый миг, когда последняя флуктуация сдвинула атом в критической точке. Событие — это сам процесс падения, который мы наблюдаем.

Таким образом, в рамках ППС случайность — это материально обусловленное микроскопическое событие, возникающее самопроизвольно на квантовом уровне, в отличие от события, которое является наблюдаемым процессом.

0.2 Источник случайностей

Квантовые флуктуации вакуума — первичный источник всех материальных случайностей {2,3,11}. Принцип неопределённости Гейзенберга {31}:

$$\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar/2 \qquad (1)$$

задаёт фундаментальный предел, ниже которого случайность не может быть устранена.

Экспериментальные подтверждения реальности первичных случайностей:

Лэмбовский сдвиг — смещение энергетических уровней атома водорода под влиянием флуктуаций вакуума{34,35}.

Эффект Казимира — притяжение незаряженных пластин за счёт флуктуаций вакуума {36,37}.

Излучение Хокинга — рождение частиц у горизонта событий чёрной дыры {38,39}.

0.3. Материальность случайности

Случайность всегда имеет материальный носитель: флуктуацию поля, дефект структуры, возбуждение частицы {12,32}. Не существует «чистых» случайностей без материальной основы.

Пояснение: Флуктуация вакуума — это не «ничто», а кратковременное изменение состояния поля. Вакансия в кристалле — это отсутствие атома, но это отсутствие, имеющее материальные последствия (напряжение в решётке) {18}.

0.4. Локальность случайности

Каждая случайность возникает в конкретной точке пространства-времени {40}. Глобальные эффекты складываются из множества локальных событий. Локальность — фундаментальное свойство, вытекающее из релятивистской причинности {41}.

Пояснение: Даже взрыв сверхновой начинается с флуктуации в малом объёме ядра звезды {14}.

0.5. Различение: разнообразие и энтропия

Уже на уровне базиса важно различать две меры, которые будут по-разному проявляться в потоке и хаосе {33}:

Энтропия — мера неупорядоченности, равномерности распределения.

Разнообразие — мера количества различных типов, вариантов, конфигураций {43}.

Случайность может вести как к росту энтропии (путь разрушения), так и к росту разнообразия (путь созидания). Оба пути — лишь статистические исходы, а не цели.

Пояснение: Газ в сосуде имеет высокую энтропию, но низкое разнообразие (все молекулы одинаковы). Коллекция минералов имеет низкую энтропию (каждый кристалл упорядочен), но высокое разнообразие.

ЧАСТЬ I. ПОТОК СЛУЧАЙНОСТЕЙ

Река, в которой мы плывём

Представьте себе бесконечную реку. Она не похожа на земные реки – она течёт не сверху вниз, а снизу вверх, от микроскопических глубин к космическим просторам. В ней нет неподвижных участков: даже в самых тихих заводях вода медленно, но неуклонно обновляется. Эту реку нельзя увидеть глазами, но можно измерить приборами и описать языком математики. Это *поток случайностей* – вечное движение материальных изменений, пронизывающее Вселенную от квантового уровня до галактических скоплений {44}.

В предыдущей главе мы говорили о рождении случайности – о том неуловимом мгновении, когда квантовая флуктуация вакуума даёт начало чему-то новому. Но случайности не живут изолированно. Подобно каплям дождя, падающим в реку, они сливаются в единый поток, сталкиваются, накапливаются, порождают новые случайности. То, что начинается как едва заметное дрожание в пустоте, способно через миллиарды лет обернуться рождением звезды или гибелью галактики {14,15}.

Поток вездесущ. Он течёт в каждой точке пространства, внутри каждого атома, в недрах каждой планеты. Его нельзя остановить или обойти – можно лишь научиться с ним взаимодействовать. И у этого потока нет цели. Он не стремится ни к порядку, ни к хаосу – он просто есть, как фундаментальное свойство материи, заложенное в самой её основе.

Две стороны одной реки

Поднимаясь сквозь уровни мироздания, поток случайностей раскрывает свою двойственную природу. В нём всегда различимы два пути.

Один путь ведёт к разрушению. Флуктуации накапливаются, дефекты объединяются, трещины растут. Кристалл, долгие годы казавшийся незыблемым, внезапно рассыпается в пыль {12}. Звезда, миллиарды лет сжигавшая водород,

исчерпывает топливо и взрывается сверхновой {45}. Планета сходит с орбиты и падает в бездну. Это путь старения и катастрофы.

Но поток несёт и жизнь. В турбулентной плазме случайно сближаются частицы – и рождается атом {46}. В газопылевом облаке флуктуация плотности создаёт гравитационный центр – и начинает формироваться новая звезда. В первичном бульоне органических молекул случайное соединение даёт начало первой протоклетке {47}. Это путь созидания и усложнения.

Удивительно, что одна и та же флуктуация может пойти любым из этих путей. Что именно произойдёт – зависит от бесчисленного множества обстоятельств, от случайного стечения случайностей. Поток безразличен к судьбе отдельных структур – он просто течёт, и в этом течении миры рождаются и гибнут, чтобы когда-нибудь родиться вновь.

Почему поток не иссякает?

Источник этой вечной реки – квантовый вакуум {2,3,11}. Там, где классическая физика видит пустоту, квантовая теория обнаруживает кипящий океан виртуальных частиц, непрерывные флуктуации энергии и полей. Принцип неопределённости Гейзенберга {31} не оставляет лазейки для абсолютного покоя: чем точнее мы пытаемся зафиксировать мгновение, тем больше может быть флуктуация. И наоборот.

Этот источник неисчерпаем. Вакуум был всегда и будет всегда – насколько мы можем судить {48}. Значит, и поток случайностей будет течь вечно.

Поднимаясь снизу вверх, поток подчиняется строгой иерархии. Случайности с нижних уровней влияют на верхние – квантовые флуктуации определяют поведение атомов, атомы – молекул, молекулы – кристаллов, и так до галактик. А вот обратное влияние возможно лишь через катастрофы: когда звезда взрывается, её вещество возвращается в межзвёздную среду и снова становится материалом для новых флуктуаций {45}. Это создаёт асимметрию, стрелу времени: прошлое определяет будущее, но не наоборот.

Законы, по которым течёт река

У потока случайностей, как и у любой реки, есть свои законы. Они не придуманы людьми, а вытекают из фундаментальных свойств материи. Вот главные из них.

Первый закон говорит, что случайности не исчезают бесследно и не возникают из ничего {49}. Они лишь перетекают с уровня на уровень, меняя форму, но сохраняя материальную природу. То, что было виртуальной частицей в вакууме, может стать вакансией в кристалле, затем дислокацией, затем микротрещиной – и наконец, причиной макроскопического разрушения.

Второй закон утверждает, что индивидуальные случайности непредсказуемы, но их средние характеристики можно вычислить с любой точностью {50}. Мы не знаем, когда именно распадётся конкретный атом урана, но точно знаем, что половина атомов в куске урана распадётся за 4,5 миллиарда лет {51}.

Третий закон устанавливает пороги: чтобы из хаоса родилось нечто новое, нужна критическая концентрация флуктуаций, нужна зона, где случайность временно становится порядком {21,52}. Без таких зон – зон антихаоса – невозможна никакая самоорганизация.

И наконец, закон совпадений: для рождения нового автомата должны одновременно сойтись три фактора – зона антихаоса, подходящий строительный материал и энергия, способная их соединить {53,54}. Ни одно из этих условий по отдельности не достаточно.

Что дальше?

Поток случайностей – это та стихия, в которой существуют все объекты Вселенной. Атомы, кристаллы, планеты, звёзды, галактики – каждый из них вынужден как-то взаимодействовать с этим вечным течением. Одни подчиняются потоку и быстро исчезают. Другие противостоят ему, сохраняя себя миллиарды лет. Третьи научились использовать поток для собственного обновления.

Как им это удаётся? Что происходит внутри объекта, когда поток случайностей проникает через его границы? Как хаос внутри атома отличается от хаоса внутри звезды? И почему одни структуры стареют быстро, а другие почти вечны?

Ответы на эти вопросы мы будем искать в следующих главах. А пока запомним главное: мир пронизан непрерывным движением материальных случайностей. Оно начинается с квантовых флуктуаций вакуума и доходит до космических катастроф. Оно несёт и гибель, и рождение. Оно не имеет цели, но именно благодаря ему Вселенная не застывает в мёртвом равновесии, а живёт, меняется, усложняется.

Поток течёт – и мы течём вместе с ним.

1.1. Определение потока

Поток случайностей — это непрерывное движение материальных случайностей снизу вверх по иерархии уровней {44}. Это первое основное направление исследования. Поток не стремится никуда — он просто есть как следствие квантовой природы материи.

1.2. Иерархическая трансформация потока

При переходе с уровня на уровень «вещество случайности» меняет форму {55}. Вот как это происходит на разных масштабах:

- *Квантовый уровень* — флуктуации вакуума, виртуальные частицы {2,3}.
- *Атомный уровень* — вакансии, междоузельные атомы, атомы замещения {18,56}.
- *Молекулярный уровень* — изомеры, разрывы связей, «не те» функциональные группы {57}.
- *Кристаллический уровень* — дислокации, границы зёрен, микротрещины {20,58} .
- *Планетарный уровень* — астероиды, кометы, вулканическая активность {59}.
- *Звёздный уровень* — турбулентность плазмы, флуктуации плотности {19,60}.
- *Галактический уровень* — флуктуации плотности, гравитационные возмущения {15,61}.
- Эти случайности могут развиваться по двум основным путям:
- *Путь разрушения (А):* накопление дефектов → старение → катастрофа {12,62}..
- *Путь созидания (Б):* в зонах антихаоса возникают новые автоматы (СОЦ) {5,6,63}.

Пояснение: одна и та же флуктуация может пойти по пути А или Б в зависимости от случайного стечения обстоятельств, а не от предназначения.

1.3. Законы потока

1. Закон непрерывности

Поток материальных случайностей подчиняется закону сохранения: полное количество «вещества случайности» не может исчезать или возникать из ничего {49}.

Математически:

$$div\, J + \partial\rho/\partial t = 0 \qquad (2)$$

где J — плотность потока случайностей, ρ — плотность «вещества случайности».

Физическая основа: уравнение непрерывности (гидродинамика {64}, электродинамика {65}, квантовая механика {66}).

Фальсификация: процесс, в котором случайность исчезает бесследно, не передавая возмущения дальше и не оставляя материального следа.

2. Закон иерархической передачи

Поток всегда направлен от нижележащих уровней иерархии к вышележащим {67}. Случайности, возникшие на уровне nn, могут влиять на уровень n+1$n+1$, но обратное влияние возможно только через разрушение автоматов (катастрофы) и возврат их материала в поток.

Математически:

$$J_{(n\to n+1)} > 0, \quad J_{(n+1\to n)} = J_{кат(n+1)} \qquad (3)$$

$J_{(n\to n+1)}$ — поток с уровня n на уровень n+1

$J_{(n+1\to n)}$ — поток с уровня n+1 на уровень n

$J_{кат(n+1)}$ — поток, возникающий только при катастрофах автоматов уровня n+1

Физическая основа: причинность{41}, иерархическая структура материи {68}.

Фальсификация: устойчивый, регулярный поток влияния сверху вниз, не связанный с разрушением автоматов.

3. Закон трансформации материальности

При переходе с уровня на уровень «вещество случайности» меняет свою форму, но сохраняет материальную природу {55}. Один и тот же материальный след может проявляться по-разному на разных уровнях иерархии.

Математически:

$$M_{n+1} = T_n(M_n) \qquad (4)$$

где:

M_n — *материальный носитель случайности на уровне n*

T_n — оператор трансформации, сохраняющий материальность

Свойства оператора T_n:

- Линеен по материальному носителю (в первом приближении)
- Сохраняет «количество материи» (в смысле законов сохранения)
- Меняет форму проявления (например, вакансия в кристалле → дефект упаковки в макроструктуре)

Физическая основа: законы сохранения {69}, единство материи {70}.

Фальсификация: случайность, которая при переходе на следующий уровень полностью теряет материальность (становится «чистой информацией» без носителя).

4. Закон статистической предсказуемости

Индивидуальные случайности непредсказуемы, но статистические характеристики потока (плотность, спектр, корреляции) подчиняются детерминированным уравнениям {50}.

Математически:

$$\langle J(r,t)\rangle = f(r,t),\ J = \langle J\rangle + \delta J \qquad (5)$$

Где:

$\langle J\rangle$ — среднее значение потока (предсказуемо)

δJ — случайная флуктуация с известным распределением

$f(r,t)$ — детерминированная функция, решение уравнений типа диффузии, переноса и т.д.

$f(r,t)$ — функция, описывающая *среднее поведение* величины J в пространстве и времени (например, плотность тока, поток энергии и т.д.), зависящая от пространственных координат r и времени t; угловые скобки $\langle\cdot\rangle$ обозначают *усреднение* — это может быть:

- усреднение по времени (временное среднее);
- усреднение по ансамблю (статистическое среднее);
- пространственное усреднение;

Физическая основа: статистическая физика{71}, теория вероятностей {72}.

Фальсификация: статистические характеристики потока принципиально не могут быть предсказаны даже в среднем.

5. Закон пороговой активации

Для перехода случайности из потока в структуру (рождения автомата) необходимо превышение локального порога — возникновение зоны антихаоса, где концентрация, энергия или иные параметры достигают критических значений {52,73}.

Математически:

$$P_{\text{birth}} = \Theta(\rho_{\text{anti}} - \rho_{\text{crit}}) \cdot \sigma \cdot J_{\text{local}} \qquad (6)$$

Где:

Θ — функция Хэвисайда (ступенька): 0 при $\rho_{anti} < \rho_{crit}$, 1 при $\rho_{anti} \geq \rho_{crit}$

ρ_{anti} — локальная плотность антихаоса (степень упорядоченности флуктуаций)

ρ_{crit} — критическая плотность, необходимая для рождения

σ — сечение захвата (вероятность, что подходящий элемент попадёт в зону)

J_{local} — локальная плотность потока подходящих элементов

Физическая основа: теория фазовых переходов {74}, теория катастроф {75}.

Фальсификация: устойчивое рождение новых автоматов в среде, полностью лишённой локальных неоднородностей.

6. Закон синхронности (совпадения)

Рождение нового автомата (СОЦ) происходит только при синхронном совпадении трёх факторов в одной точке пространства-времени {53,54}:

1. наличие зоны антихаоса;
2. поступление из потока подходящего элемента;
3. энергетические условия, допускающие связывание.

Математически:

$$P_{birth} = \rho_{anti}\ \sigma\ \Phi(\Delta E, \Delta r, \Delta t) \qquad (7)$$

Где:

Φ — функция совпадения (пространственно-временной и энергетический резонанс)

ΔE — энергетическое рассогласование
Δr — пространственное рассогласование
Δt — временное рассогласование

В простейшем случае:

$\Phi = 1$, если $|\Delta E| < \Delta E_{crit}$, $|\Delta r| < \Delta r_{crit}$, $|\Delta t| < \Delta t_{crit}$, иначе 0.

Физическая основа: теория вероятностей {72}, статистическая физика {71}.

Фальсификация: рождение автомата при полном отсутствии хотя бы одного из трёх факторов.

1.4. Свойства потока (наблюдаемые проявления)

Поток случайностей обладает следующими фундаментальными свойствами:

- *Локальность:* случайности возникают в конкретных точках пространства-времени {40}. (Следует из закона непрерывности и базиса локальности.)
- *Иерархичность:* поток организован по уровням, передача идёт снизу вверх {67}. (Закон иерархической передачи.)
- *Материальность:* всегда есть материальный носитель {55}. (Закон трансформации материальности и базис.)
- *Неустранимость:* поток нельзя полностью остановить, он всегда существует как следствие квантовой природы материи {2,3}. (Закон непрерывности и связь с первичным хаосом.)
- *Стохастичность:* индивидуальные события непредсказуемы {50}. (Закон статистической предсказуемости.)
- *Кумулятивность:* малые случайности могут накапливаться, ведя к макроскопическим последствиям{12}. (Связано с законом каскадного усиления флуктуаций из части III.)

1.5. Соответствие законам физики

Каждый закон потока имеет прямой физический аналог:

- *Закон непрерывности* — уравнение непрерывности (гидродинамика {64}, электродинамика{65}, квантовая механика{66}).
- *Закон иерархической передачи* — принцип причинности {41} и иерархия масштабов в физике {68}.
- *Закон трансформации материальности* — законы сохранения, преобразования типов энергии/материи {69,70} .
- *Закон статистической предсказуемости* — статистическая физика {50}, кинетические уравнения {71}.
- *Закон пороговой активации* — теория нуклеации, фазовые переходы {21,52,74}.
- *Закон синхронности* — резонансы, условия совпадения в квантовой механике {53,54}.

Фундаментальные законы, которым подчиняется поток:

- *Закон сохранения энергии* — через закон непрерывности и материальность {76}.
- *Второе начало термодинамики* — через направленность потока и связь с энтропией {42,77}.
- *Принцип причинности* — через закон иерархической передачи{41}.

- *Локальность взаимодействий* — через локальность случайностей{40}.
- *Квантовый принцип неопределённости* — как источник первичных случайностей{31}.

1.6. Фальсифицируемость (сводка)

Для каждого закона можно указать конкретное условие, при котором он был бы опровергнут:

- *Закон непрерывности*: наблюдение случайности, исчезающей бесследно без передачи возмущения и без материального следа.
- *Закон иерархической передачи*: устойчивый регулярный поток влияния сверху вниз, не связанный с разрушением автоматов.
- *Закон трансформации материальности*: случайность, которая при переходе на следующий уровень полностью теряет материальность (становится «чистой информацией» без носителя).
- *Закон статистической предсказуемости*: статистические характеристики потока принципиально не могут быть предсказаны даже в среднем.
- *Закон пороговой активации*: устойчивое рождение новых автоматов в среде, полностью лишённой локальных неоднородностей.
- *Закон синхронности*: рождение автомата при полном отсутствии хотя бы одного из трёх факторов.

Ни одно из этих условий пока не наблюдалось.

1.7. Экспериментальные подтверждения

Прямые подтверждения:

- Диффузия дефектов в кристаллах: измеримы J_{in}, J_{out}, выполняется уравнение непрерывности{12,78}.
- Кристаллизация из растворов: роль порога ρ_{crit} и зон антихаоса {21,79}.
- Зарождение пузырьков в перегретой жидкости: пороговая активация, роль флуктуаций {80}.
- Образование планет в протопланетном диске: иерархическая передача, СОЦ в зонах антихаоса {22,81}.
- Звёздный нуклеосинтез: пороговые реакции, синхронность условий {45,82}.
- Распределение астероидов по размерам: масштабная инвариантность потока {83,84}.

Косвенные подтверждения:

- Броуновское движение: реальность флуктуаций, материальность случайностей {10,85}.
- Радиоактивный распад: статистическая предсказуемость при индивидуальной непредсказуемости {51,86}.
- Землетрясения (закон Гутенберга-Рихтера): статистические закономерности потока напряжений {87,88}.
- Турбулентность: иерархическая передача возмущений {19,89}.

1.8. Математический аппарат (сводка)

Основные уравнения потока:

Таблица1

Уравнение	**Обозначения**	**Физический смысл**
Закон непрерывности $divJ+\partial\rho/\partial t=0$	J — поток, ρ — плотность	Сохранение вещества случайностей
Закон иерархической передачи $J_{(n\to n+1)}>0$, $J_{(n+1\to n)}=J_{кат}$	Индексы уровней	Направленность потока
Закон трансформации материальности $M_{n+1}=T_n(M_n)$	T_n — оператор трансформации	Сохранение материальности
Закон статистической предсказуемости $\langle J\rangle=f(r,t)$, $J=\langle J\rangle+\delta J$	$\langle J\rangle$— среднее, δJ — флуктуация	Статистическая предсказуемость
Закон пороговой активации $P_{birth}=\Theta(\rho_{anti}-\rho_{crit})\sigma J_{local}$	Θ — ступенька, σ — сечение	Порог рождения
Закон синхронности $P_{birth}=\rho_{anti}\sigma J_{local}\Phi(\Delta E,\Delta r,\Delta t)$	Φ — функция совпадения	Синхронность трёх факторов

Связь с другими разделами ППС:

J_{in} — часть потока, входящая в автомат (часть III).

J_{out} — часть потока, удаляемая сегрегацией (часть IV).

$J_{birth}=vp_{anti}$ — рождение порядка из потока (часть VI).

$J_{кат}$ — поток от разрушенных автоматов (часть VI).

1.9. Что требует уточнения

- Мера ρ_{anti} (плотность антихаоса) — нет строгого определения через микроскопические параметры {5,6}.
- Оператор T_n — требуется явный вид для разных уровней иерархии {55}.
- Функция совпадения Ф — нужна параметризация для конкретных типов СОЦ {53,54}.
- Сечение захвата σ — как зависит от свойств автомата и потока {90}.
- Связь J_{local} с макроскопическими параметрами.

1.10. Итоговый статус (по критериям научности)

Таблица 2

Критерий	Оценка	Обоснование
Физическая обоснованность	☐	Все законы опираются на фундаментальную физику
Математическая формулируемость	☐	Даны уравнения для всех законов
Фальсифицируемость	☐	Для каждого закона указаны условия опровержения
Экспериментальная подтверждаемость	☐	Множество прямых и косвенных подтверждений
Предсказательная сила	☐	Пока качественная, потенциал для количественной
Внутренняя непротиворечивость	☐	Все законы согласованы друг с другом и с остальными частями ППС
Связность с существующим знанием	☐	Опирается на физику, химию, астрофизику, теорию сложности

1.11. Заключение

Поток случайностей в ППС — это не метафора, а физически обоснованное, математически выраженное, фальсифицируемое понятие, описывающее фундаментальное свойство материи: непрерывное движение микроскопических возмущений снизу вверх по иерархии уровней. Шесть законов потока (непрерывности, иерархической передачи, трансформации материальности, статистической предсказуемости, пороговой активации, синхронности) выдержали проверку на соответствие физике, фальсифицируемость и экспериментальную подтверждаемость.

Поток случайностей — это река, в которой происходит рождение, жизнь и смерть автоматов, вечный круговорот материи.

ЧАСТЬ II. АВТОМАТЫ

Поток случайностей течёт вечно, но в нём не всё обречено на хаотическое движение. В этом потоке возникают удивительные островки устойчивости – структуры, способные не просто пассивно дрейфовать, но и активно взаимодействовать с окружающей стихией {16,17}. Они принимают удары случайностей, преобразуют их, накапливают, а иногда даже обращают себе на пользу. Эти структуры мы называем *автоматами*.

Что такое автомат? В нашем понимании это не только технические устройства или биологические организмы. Автомат – это любой объект, состоящий из множества частей, связанных между собой энергетическими обратными связями {91}. Атом, молекула, кристалл, планета, звезда, галактика – всё это автоматы разных уровней. Их объединяет одно: они способны к *самодействию*, то есть к изменению своего состояния под влиянием внутренних и внешних факторов, без внешнего управления.

У каждого автомата есть своя архитектура. Во-первых, это *части* – материальные компоненты, из которых он состоит. Во-вторых, *энергетические обратные связи*, удерживающие части вместе и обеспечивающие обмен энергией {92}. В-третьих, *сенсор* – то, что реагирует на изменения внешней или внутренней среды, различая «пусто», «своё» и «чужое». В-четвёртых, *правило* – физический закон, определяющий поведение автомата. В-пятых, *актуатор* – механизм, реализующий изменение. И наконец, *внутренняя среда*, где кипит собственный хаос.

Автоматы выстраиваются в строгую иерархию: от квантовых частиц, чувствующих друг друга через поля, до атомов, молекул, кристаллов, планет, звёзд и галактик. На каждом уровне свои сенсоры и актуаторы, но логика остаётся единой. Взаимодействуя, автоматы могут притягиваться, отталкиваться, игнорировать друг друга или вступать в катастрофическое столкновение.

В этой главе мы подробно разберём устройство автоматов, их ключевые свойства, а также математический язык, позволяющий описывать их поведение. Поймём, почему именно автоматы становятся тем центральным звеном, которое связывает поток случайностей с внутренним хаосом и позволяет материи усложняться, создавая всё новые уровни организации.

Без чёткого понимания автоматов вся Парадигма Потока Случайностей потеряла бы опору. С ними же она обретает стройность и объяснительную силу, охватывая мир от атомов до галактик.

2.1. Определение автомата

Автомат — это сложный физический объект, состоящий из частей, охваченных энергетическими обратными связями, способный при возникновении определённых условий выполнять самодействие {91,93}.

Пояснение: Автомат — не обязательно техническое или биологическое устройство. Атом, молекула, кристалл, звезда, галактика — всё это автоматы разных уровней {17}. Их объединяет:

- наличие внутренней структуры, поддерживаемой энергетическими взаимодействиями;
- способность к самодействию — изменению своего состояния или положения под действием внутренних и внешних факторов, без внешнего управления;
- локальность — действие в ограниченной области пространства;
- обработка потока случайностей — принятие, преобразование и передача дальше материальных случайностей.

Ключевые признаки автомата:

Сложность — состоит из множества взаимодействующих частей {94}.

Энергетические обратные связи — части связаны между собой потоками энергии, что обеспечивает целостность и возможность саморегуляции {92}.

Самодействие — способность к спонтанным изменениям при достижении определённых условий (порогов, резонансов, совпадений) {95}.

Локальность — действует в ограниченной области пространства, взаимодействуя только с ближайшим окружением{40}.

Обработка потока — автомат принимает, преобразует и передаёт дальше поток случайностей {96}.

2.2. Архитектура автомата

В соответствии с определением, любой автомат имеет следующую архитектуру (функциональное описание, реализуемое по-разному на разных уровнях) {97}:

Части — материальные компоненты, из которых состоит автомат. Для атома это ядро и электроны; для молекулы — атомы; для звезды — плазма; для галактики — звёзды, газ, тёмная материя {98}.

Энергетические обратные связи — силы и взаимодействия, удерживающие части вместе и обеспечивающие обмен энергией {92}. Для атома — электромагнитное взаимодействие; для звезды — гравитация и термоядерные реакции; для кристалла — межатомные связи {99}.

Сенсор — часть автомата или его свойство, реагирующее на изменения внешней или внутренней среды. В простейшем случае сенсор является *тернарным*, различающим «пусто/свой/чужой» {100}. Для атома сенсор — электронная оболочка, реагирующая на внешние поля; для клетки — рецепторы на мембране; для звезды — градиенты давления и температуры {101}.

Правило — физический закон или совокупность законов, определяющих поведение автомата. Для атома — уравнения квантовой механики {102}; для звезды — уравнения гидростатического равновесия и термоядерного синтеза {103}; для кристалла — законы диффузии и минимизации энергии {104}.

Актуатор — механизм, реализующий изменение состояния или положения. Для атома — изменение электронной конфигурации или испускание фотона {105}; для звезды — термоядерная реакция или гравитационный коллапс {106}; для кристалла — диффузионное перемещение атомов {107}.

Внутренняя среда — область, в которой действуют обратные связи и где в результате обработки потока возникает действующий хаос {108}.

2.3. Четыре исхода взаимодействия автоматов

При взаимодействии двух автоматов возможны четыре исхода{109}:

- *Притяжение* — совместимые автоматы объединяются (образование атома, молекулы, кристалла, звезды из облака) {110}.
- *Отталкивание* — несовместимые расходятся (одноимённые заряды, несовместимые химические вещества) {111}.
- *Нейтральность* — игнорирование (нейтрон и электрон, инертные газы) {112}.
- *Катастрофа* — разрушение одного или обоих при превышении порога энергии (радиоактивный распад, столкновение астероидов, взрыв сверхновой) {62,113}.

2.4. Элементарные и составные автоматы

Элементарные автоматы — объекты, которые на данном уровне описания не делятся на более простые части, но обладают внутренними степенями свободы (спин, квантовые числа), сложной структурой (кварки) или полевой природой

(фотон) {114}. Они имеют сенсоры (заряд, спин, масса), подчиняются правилам (уравнения движения, законы взаимодействия) и имеют актуаторы (изменение состояния, перемещение). Их «энергетические обратные связи» реализуются через взаимодействие с полями {115}.

Составные автоматы — образуются из хаоса нижнего уровня (атомы, молекулы, звёзды, планеты) {116}. Они рождаются в зонах антихаоса через СОЦ и полностью соответствуют определению автомата как сложного объекта с обратными связями.

2.5. Иерархия автоматов

Рассмотрим уровни организации материи и соответствующие им автоматы {117}.

Квантовый уровень

- *Автоматы:* элементарные частицы (электроны, кварки, фотоны и др.) {118}.
- *Сенсор:* заряд, масса, спин, квантовые числа.
- *Актуатор:* фундаментальные взаимодействия, испускание/поглощение частиц.
- *Энергетические обратные связи***:** калибровочные поля {119}.

Атомный уровень

- *Автоматы:* атомы, ионы {120}.
- *Сенсор:* заряд ядра, радиус, электронная конфигурация.
- *Актуатор:* электростатические взаимодействия, захват/потеря электронов.
- *Энергетические обратные связи:* электромагнитное взаимодействие {121}.

Молекулярный уровень

- *Автоматы:* молекулы {122}.
- *Сенсор:* полярность, форма, распределение заряда.
- *Актуатор:* образование/разрыв химических связей.
- *Энергетические обратные связи:* электростатика, обменное взаимодействие {123}.

Кристаллический уровень

- *Автоматы:* кристаллы, минералы {124}.
- *Сенсор:* заряд, размер, кристаллографическая ориентация.
- *Актуатор:* диффузия, рост кристалла, рекристаллизация {125}.
- *Энергетические обратные связи:* межатомные связи {99}.

Планетарный уровень

- *Автоматы:* планеты, астероиды {126}.
- *Сенсор:* гравитация, состав, температура поверхности.
- *Актуатор:* гравитационное взаимодействие, тектоника, вулканизм{127}.
- *Энергетические обратные связи:* гравитация, химические связи в породах {128}.

Звёздный уровень

- *Автоматы:* звёзды (всех типов) {129}.
- *Сенсор:* гравитация, давление, температура, плотность.
- *Актуатор:* термоядерные реакции, звёздный ветер {130}.
- *Энергетические обратные связи:* гравитация + ядерные силы {131}.

Галактический уровень

- *Автоматы:* галактики, скопления{132}.
- *Сенсор:* гравитационный потенциал.
- *Актуатор:* гравитационное взаимодействие, вращение, слияния.
- *Энергетические обратные связи:* гравитация {133}.

Предбиологический уровень

- *Автоматы:* протоклетки, липосомы, микросферы {134}.
- *Сенсор:* амфифильность, осмотические свойства.
- *Актуатор:* осмос, диффузия, самосборка {135}.
- *Энергетические обратные связи:* межмолекулярные силы (гидрофобные, ван-дер-ваальсовы) {136}.

2.6. Ключевые свойства автомата

1. Самодействие

Автомат меняет своё состояние сам, без внешнего управления {95}. Это означает, что причины изменения лежат во взаимодействии его частей друг с другом и с локальным окружением, а не в команде извне.
Примеры: атом сам испускает фотон при переходе электрона {105}; кристалл сам растёт в перенасыщенном растворе {21}; звезда сама регулирует термоядерные реакции {130}.

2. Целостность через обратные связи

Автомат — не просто куча частей. Детали связаны так, что изменение одной влияет на другие, а те — на неё{92}. Это создаёт *эмерджентность* — свойства целого, которых нет у частей {137}.
Примеры: у атома водорода есть спектральные линии, а у отдельного протона или электрона их нет {102}; у кристалла есть твёрдость, а у отдельных атомов — нет; у звезды есть светимость, а у облака газа — нет {129}.

3. Локальность

Автомат действует только в ограниченной области пространства и взаимодействует только с непосредственным окружением{40}. Даже галактика локальна в масштабах Вселенной — она не влияет на далёкие галактики напрямую, только через поля, которые тоже локальны (гравитация распространяется со скоростью света) {133}.

4. Обработка потока случайностей

Автомат — это «машина», через которую проходит поток случайностей {96}:

- принимает случайности извне (дефекты, флуктуации, удары);
- преобразует их внутри (через действующий хаос);
- передаёт дальше (в виде изменённых случайностей).

Аналогия: автомат — это как сито или жернов в потоке реки. Он меняет то, что через него проходит, и сам меняется от этого.

5.Наличие внутренней среды (действующего хаоса)

Внутри любого автомата есть область, где части не зафиксированы жёстко, а движутся, флуктуируют, взаимодействуют {108}. Именно здесь происходит «работа» автомата:

- в кристалле атомы колеблются около положений равновесия, вакансии прыгают {18};
- в звезде плазма турбулентна, фотоны блуждают {19};
- в атоме электроны «размазаны» в облаке вероятности {102}.

Этот внутренний хаос — не «шум», а рабочая среда, через которую реализуются все функции автомата.

В зависимости от того, как автомат реализует перечисленные свойства, он может следовать одной из трёх стратегий существования (подробнее в Части VII): подчинение, противостояние или взаимодействие с потоком случайностей {23,24,25}.

2.7. Примеры

Рождение атома водорода в плазме звезды {46}

- *Действующий хаос:* турбулентная плазма из протонов, электронов, фотонов.
- *Зона антихаоса:* микроскопический объём, где случайное сближение протона и электрона происходит с подходящей скоростью и энергией.
- *Время существования зоны:* от 10^{-15} до 10^{-12} с.
- *СОЦ:* образование атома водорода.
- *Результат:* новый автомат, который может существовать самостоятельно.

Звёздный нуклеосинтез {45,82}

- *Поток:* флуктуации вакуума, частицы, излучение.
- *Действующий хаос:* плазма в ядре звезды.
- *Зоны антихаоса:* микроскопические области, где случайные сближения ядер происходят с энергией, достаточной для преодоления кулоновского барьера.
- *СОЦ:* термоядерные реакции синтеза (H → He, He → C и т.д.).
- *Новые автоматы:* ядра атомов от He до Fe.
- *Катастрофа (СОК)***:** взрыв сверхновой.

Образование планетной системы {22,81}

- *Поток:* газопылевое облако, космические лучи.
- *Действующий хаос:* турбулентность в протопланетном диске.
- *Зоны антихаоса:* локальные сгущения, где гравитация начинает доминировать.
- *СОЦ:* гравитационная конденсация, аккреция.
- *Новые автоматы:* планеты, астероиды, кометы.

Предбиологическая химия {47,134}

- *Поток:* органические молекулы в первичном бульоне.
- *Действующий хаос:* турбулентность, диффузия, химические реакции.
- *Зоны антихаоса:* границы раздела фаз, гидротермальные источники.
- *СОЦ:* образование мембран, микросфер, автокаталитических циклов.
- *Новые автоматы:* протоклетки, липосомы.

2.8. Почему это важно для всей ППС

Понятие автомата — центральный мост между потоком и хаосом. Автомат — это узел, где:

- поток входит, преобразуется и выходит;
- хаос накапливается, структурируется и разрушается;
- рождаются новые уровни организации материи.

Без чёткого понимания автомата вся конструкция ППС теряет опору. С ним — становится работающей моделью эволюции неживой материи от квантов до галактик {17,91}.

2.9. Итог: автомат одной фразой

Автомат — это любой материальный объект, который держится как единое целое благодаря внутренним связям, сам меняет своё состояние под действием внешних и внутренних факторов и служит станцией переработки вечного потока случайностей.

Образно: автомат — это водоворот в реке случайностей, который какое-то время сохраняет свою форму, перемалывая проходящий через него поток.

2.10. Математические обобщения автомата в ППС

2.10.1. Уравнение баланса хаоса в автомате (динамика внутренней среды)

Центральное уравнение, описывающее жизнь автомата выводится из уравнения баланса хаоса {108}. Динамика внутренней среды определяется соотношением:

$$dH/dt = J_{in} - J_{out} - \xi + J_{birth} \qquad (8)$$

где:

H — мера хаоса внутри автомата (количество дефектов, повреждений, отклонений от идеальной структуры);

J_{in} — поступление хаоса из потока (новые случайности, проникающие через границу);

J_{out} — удаление хаоса сегрегацией (сколько дефектов автомат «выбрасывает» обратно в поток);

ξ — скорость старения (необратимое накопление хаоса, которое нельзя удалить);

J_{birth} — рождение нового порядка из хаоса (сколько хаоса уходит на создание новых структур внутри или новых автоматов).

Физический смысл: жизнь автомата — это борьба за поддержание баланса между приходящим хаосом и способностью от него избавляться.

2.10.2. Связь рождения нового порядка с антихаосом

$$J_{birth} = \nu \cdot p_{anti} \quad (9)$$

где ν — среднее количество нового порядка (новых структур, новых автоматов), возникающее из одной зоны антихаоса, а p_{anti} — вероятность возникновения зоны антихаоса внутри действующего хаоса автомата {5,6}. Вероятность p_{anti} зависит от локальных параметров: $p_{anti}=f(\rho_{local},E_{local},T_{local},...)$.

2.10.3. Уравнение баланса энергии автомата

Из закона хаоса №4 (динамическая устойчивость через диссипацию) {138}:

$$dE/dt=P_{in}-P_{out} \quad (10)$$

где E — полная энергия автомата (внутренняя + кинетическая + потенциальная), P_{in} — мощность поступления энергии из внешнего потока, P_{out} — мощность рассеяния энергии (диссипация, излучение, сброс хаоса) {139}. Условие существования:

$$P_{in} \geq P_{out\,min}, \quad (11)$$

для устойчивого автомата необходимо $\geq P_{out\,min}$.

2.10.4. Уравнение сегрегации (граничные условия)

На границе автомата происходит фильтрация потока {100}.

Скорость сегрегации:

$$J_{out}=S \cdot \nu_{seg} \cdot \rho_{boundary} \quad (12)$$

где S — площадь поверхности автомата, ν_{seg} — скорость сегрегации (как быстро автомат распознаёт и удаляет «чужие» элементы), $\rho_{boundary}$ — плотность хаоса на границе.

Критерий дружественной среды: $\tau_{seg} \leq \tau_{gen}$, где $\tau_{seg}=1/\nu_{seg}$ — характерное время удаления хаоса, $\tau_{gen}=1/J_{in}$ — характерное время поступления хаоса.

Более подробно: Сегрегация (см. IV.1)

2.10.5. Критерий старения

Старение начинается, когда поступление хаоса превышает способность к его удалению {62}:

$$Jin>Jout+\xi \quad (13)$$

В этом случае $dH/dt>0$, и мера хаоса H необратимо растёт.

2.10.6. Условие катастрофы (СОК)

Катастрофа наступает при превышении критического порога {140}:

$$H>H_{crit} \quad (14)$$

H_{crit} — критическая мера хаоса, при которой структура автомата теряет устойчивость {141}. Зависит от материала, геометрии, внешних условий. Момент катастрофы принципиально непредсказуем, хотя факт неизбежности при $H>H_{crit}$ предсказуем: $P_{catastrophe}(t) \to 1$ при $t \to \infty$, но $t_{catastrophe}$ невычислимо {142}.

2.10.7. Показатели Ляпунова (чувствительность к флуктуациям)

Из закона хаоса №2 (каскадное усиление флуктуаций) {143}:

$$\delta(t)=\delta_0 \cdot e^{\lambda t}, \quad \lambda>0 \quad (15)$$

где $\delta(t)$ — отклонение траектории системы от невозмущённой, δ_0 — начальное малое возмущение, λ — старший показатель Ляпунова {144}.

Для автомата это означает, что даже крошечная флуктуация внутри может со временем привести к макроскопическим последствиям.

2.10.8. Эргодичность (статистическая предсказуемость)

Из закона хаоса №6 {145}:

$$\langle A\rangle_t=\langle A\rangle_{ens} \qquad (16)$$

где $\langle A\rangle_t$ — среднее по времени наблюдения за одним автоматом,

$\langle A\rangle_{ens}$ — среднее по ансамблю одинаковых автоматов.

Это позволяет предсказывать статистические свойства автоматов (среднее время жизни, распределение размеров, спектр флуктуаций), даже если индивидуальное поведение непредсказуемо {146}.

2.10.9. Масштабная инвариантность (фрактальность)

Для распределений, связанных с автоматами (размеры, времена жизни, энергии катастроф) {147}:

$$P(L)\sim L^{-\alpha} \qquad (17)$$

где $P(L)$ — вероятность события масштаба L, α — показатель степени (обычно между 1 и 3) {148}. *Примеры:* распределение астероидов по размерам $N(>D) \sim D^{-2}$, закон Гутенберга-Рихтера для землетрясений ($\log N = a - bM$), распределение галактик по массе {149}.

2.10.10. Уравнение иерархической передачи (связь уровней)

Из закона потока №2{67}:

$$J_{n\to n+1}>0,\ J_{n+1\to n}=J_{кат}(n+1) \qquad (18)$$

Где:

$J_{n\to n+1}$ — поток случайностей с уровня n на уровень n+1 (влияние снизу вверх).

$J_{n+1\to n}$ — поток с верхнего уровня на нижний.

$J_{кат(n+1)}$ — поток, возникающий только при катастрофах автоматов уровня n+1.

Это задаёт асимметрию иерархии: снизу вверх влияние постоянное, сверху вниз — только через разрушение.

2.10.11. Уравнение трансформации материальности

Из закона потока №3 {55}:

$$M_{n+1}=T_n(M_n) \qquad (19)$$

Где:

M_n — материальный носитель случайности на уровне n.

T_n — оператор трансформации, сохраняющий материальность.

Свойства T_n:

Линеен по материальному носителю

Сохраняет «количество материи» (в смысле законов сохранения)

Меняет форму проявления (например, вакансия в кристалле → дефект упаковки в макроструктуре)

2.10.12. Вероятность рождения нового автомата (СОЦ)

$$P_{birth}=\Theta(\rho_{anti}-\rho_{crit})\cdot\sigma\cdot J_{local}\cdot\Phi(\Delta E,\Delta r,\Delta t) \qquad (20)$$

где все символы определены ранее (см. 1.3.5 и 1.3.6) {53,54,73}.

2.10.13. Дискретный спектр состояний автомата

Для квантовых и квантоподобных автоматов часто существует дискретный спектр допустимых состояний {150}:

$$En=f(n),\quad n\in ZEn=f(n),\quad n\in Z \qquad (21)$$

Примеры:

Атом: $E_n = -13.6/n^2$ эВ

Колебания молекул: $E_v = \hbar\omega(v + 1/2)$ {152}

Для макроавтоматов (звезда, галактика) часто есть предпочтительные устойчивые конфигурации, соответствующие минимумам потенциала.

2.10.14. Сводка ключевых математических соотношений

Таблица 3.

Величина	Обозначение	Связь с другими	Откуда
Мера хаоса	H	$dH/dt=J_{in}-J_{out}-\xi+J_{birth}$	(8)
Поступление хаоса	J_{in}	$J_{in}=\int(\text{поток через границу})$	Закон потока 1
Удаление хаоса	J_{out}	$J_{out}=Sv_{seg}\rho_{boundary}$	(12)
Рождение порядка	J_{birth}	$J_{birth}=vp_{anti}$	(9)
Вероятность антихаоса	p_{anti}	$p_{anti}=f(\rho_{local},E_{local},T)$	Принцип антихаоса
Энергия	E	$dE/dt=P_{in}-P_{out}$	(10)
Показатель Ляпунова	λ	$\delta(t)=\delta 0e\lambda t$	(15)
Условие катастрофы	$H>H_{crit}$	—	(14)
Масштабное распределение	$P(L)$	$P(L)\sim L^{-\alpha}$	(17)
Вероятность рождения	P_{birth}	$\Theta(\cdot)\sigma J_{local}\Phi$	(20)

2.11. Проверка понятия «автомат» по критериям научности ППС

2.11.1. Соответствие законам физики

Прямые соответствия:

- Части автомата → элементарные частицы, атомы, молекулы {114,120,122}..

- Энергетические обратные связи → фундаментальные взаимодействия {92,119}.
- Сенсор → электронная оболочка, градиенты полей, рецепторы {101}.
- Правило → уравнения движения (Шрёдингера, Эйнштейна, Навье-Стокса) {102,103,153}.
- Актуатор → изменение состояния под действием сил {105,106,107}.
- Внутренняя среда → физический объём с полями и частицами {108}.

Соответствие фундаментальным законам:

- Законы сохранения — через уравнения баланса {76}.
- Второе начало термодинамики — через рост энтропии, старение {42,77}.
- Принцип неопределённости — через закон хаоса №1 {31}.
- Причинность — через локальность автомата и закон потока №2 {41}.
- Квантовая теория поля — элементарные автоматы как возбуждения полей {115}.

Известные физические явления в терминах автомата:

- Атом → элементарный автомат {120}.
- Кристаллизация → СОЦ {21}.
- Радиоактивный распад → СОК {51}.
- Звёздный нуклеосинтез → СОЦ {45}.
- Взрыв сверхновой → СОК {45}.
- Диффузия дефектов → движение хаоса {12}.
- Землетрясения → СОК {87}.

2.11.2. Фальсифицируемость

- **Существование автоматов как класса объектов:** было бы опровергнуто обнаружением стабильного объекта с внутренней структурой, но без сенсоров или без актуатора, или без обратных связей. Такое не наблюдалось.
- **Наличие внутреннего хаоса:** опровергается обнаружением объекта при $T>0$ без дефектов, флуктуаций, квантовых колебаний — невозможно по термодинамике {154}.
- **Уравнение баланса хаоса:** опровергается наблюдением автомата, где хаос нарастает без поступления или убывает без сегрегации и рождения порядка.
- **Порог катастрофы H_{crit}:** опровергается наблюдением автомата, который накопил хаос выше обычного порога разрушения и продолжает существовать неопределённо долго.
- **Принципиальная непредсказуемость момента катастрофы:** опровергается созданием метода, предсказывающего момент разрушения конкретного экземпляра с вероятностью >90% {142}.
- **Иерархическая вложенность:** опровергается обнаружением уровня материи, который не состоит из более мелких автоматов и не является элементарным.
- **Четыре исхода взаимодействия:** опровергается наблюдением устойчивого пятого типа взаимодействия, не сводимого к притяжению, отталкиванию, нейтральности или катастрофе.

2.11.3. Экспериментальная подтверждаемость

Прямые подтверждения:

- Атомы имеют сенсоры (спектроскопия) {155}.
- Кристаллы имеют внутренний хаос (электронная микроскопия) {156}.
- Дефекты диффундируют (измерения коэффициентов диффузии) {12}.
- Существует критическая плотность дефектов для разрушения (испытания на прочность) {157}.
- Рост кристаллов идёт из зон антихаоса (наблюдение кристаллизации in situ) {21}.
- Звёзды проходят стадии эволюции (астрофизические наблюдения) {129}.
- Степенные распределения (статистика астероидов, галактик, землетрясений) {84,88,149}.

Косвенные подтверждения:

- Самоорганизация в диссипативных системах {25}.
- Фрактальные структуры {147}.
- Универсальность критических явлений {140}.
- Квантовый хаос {158}.

2.11.4. Внутренняя непротиворечивость

Понятие автомата логически связано с другими понятиями ППС:

- Поток случайностей: автомат обрабатывает поток (члены J_{in},J_{out}).
- Действующий хаос: внутренняя среда автомата (H).
- Антихаос: возникает внутри автомата, влияет на J_{birth}.
- СОЦ: рождение автомата из хаоса.
- СОК: разрушение автомата при $H>H_{crit}$.
- Сегрегация: функция границы, даёт J_{out}.
- Системный хаос: результат сегрегации, материал для комбинаторики.

Все уравнения связаны, нет логических кругов (есть элементарные автоматы, цикл замкнут, но не порочен).

2.11.5. Соответствие критериям научности (общая таблица)

Таблица 4.

Критерий	Оценка	Обоснование
Физическая обоснованность	☐	Прямые физические аналоги
Математическая формулируемость	☐	Уравнения баланса, порогов, распределений
Фальсифицируемость	☐	Для каждого утверждения указаны условия

Критерий	Оценка	Обоснование
Экспериментальная подтверждаемость	☐	Множество прямых и косвенных подтверждений
Предсказательная сила	☐	Пока качественная, потенциал есть
Внутренняя непротиворечивость	☐	Все части согласованы
Связность с существующим знанием	☐	Опирается на физику, химию, астрофизику
Эвристическая ценность	☐	Новый язык для известных явлений

2.11.6. Что требует уточнения

Мера разнообразия (отличие от энтропии).
Метрики для скорости сегрегации и генерации хаоса.
Параметризация связи J_{birth} с микроскопическими параметрами антихаоса.
Количественные предсказания.

2.11.7. Итоговый вердикт

Понятие автомата в ППС является *физически обоснованным, фальсифицируемым и экспериментально подтверждённым* обобщением, которое успешно объединяет огромный класс явлений — от квантовых частиц до галактик — в единую, логически непротиворечивую картину. Оно не противоречит ни одному известному закону физики и предлагает новый язык для описания иерархии материи.

ЧАСТЬ III. ДЕЙСТВУЮЩИЙ ХАОС

В предыдущей главе мы говорили об автоматах – устойчивых структурах, возникающих в потоке случайностей. Но внутри каждого такого островка порядка скрывается собственный, ни на минуту не затихающий хаос. Там, за внешней границей, кипит своя жизнь: атомы смещаются, дефекты блуждают, микротрещины растут и залечиваются. Это и есть *действующий хаос* – внутренняя среда автомата, рождаемая непрерывной обработкой потока случайностей {108}.

Из чего он состоит? Из всего, что отклоняется от идеальной упорядоченности: вакансий в кристаллической решётке {18}, междоузельных атомов, дислокаций {20}, примесей {159}, трещин {58}, турбулентных завихрений в плазме {19}. А также из элементов, находящихся в пути – перемещающихся, заменяющих друг друга, ремонтирующих повреждения. И наконец, из следов прошлых воздействий – накопленных ран, которые автомат хранит как память о пережитых ударах.

Действующий хаос не просто беспорядок. Он выполняет множество жизненно важных функций. Благодаря ему автомат обретает *пластичность* – способность менять форму, не разрушаясь. Кристалл гнётся за счёт движения дислокаций {20}, звезда пульсирует из-за турбулентности плазмы {19}. Хаос служит *буфером*, гасящим энергию внешних ударов. Когда в кристалл попадает быстрая частица, её энергия расходуется на создание новых дефектов, а не на мгновенное разрушение всей структуры {160}. Дефекты работают как подушки безопасности, принимая удар на себя. Турбулентность в атмосфере планеты гасит энергию метеоритов, заставляя их сгорать, не достигая поверхности.

Он же работает как *память*: накопленные повреждения хранят информацию о прошлом {12}. Радиационные дефекты в материале позволяют восстановить дозу и историю облучения. Химический состав звезды хранит память о нуклеосинтезе в предыдущих поколениях светил {45}. Эта память неизбежно ведёт к старению, но без неё невозможна была бы никакая эволюция, никакое усложнение.

Хаос не только накапливает, но и *производит новое*. Диффундирующие дефекты могут выходить на поверхность и покидать автомат, унося с собой энтропию {161}. Турбулентность порождает флуктуации, которые уходят в межзвёздную среду и становятся семенами для новых структур{162}. Вулканы выбрасывают вещество из недр планеты, обогащая атмосферу и океаны. Хаос работает как фабрика, генерирующая разнообразие.

Но самое главное – хаос становится *ресурсом для нового*. Его флуктуации создают зоны, где временно возрастает порядок, – зоны *антихаоса {5,6}*. В растворе это центр кристаллизации, где молекулы выстраиваются в правильную решётку {21}. В плазме – область, где случайно сблизившиеся ядра успевают прореагировать {46}. В протопланетном диске – сгущение, которое под действием гравитации начинает стягивать вещество, чтобы стать планетой {22}. Без хаоса не было бы антихаоса, а без антихаоса – новых автоматов. Хаос не только разрушает, но и созидает.

Действующий хаос не статичен. Он находится в постоянном движении, в динамическом равновесии с упорядоченной частью автомата. На границе работает сегрегация – механизм, о котором мы подробно поговорим в следующей главе. Сегрегация отсеивает лишнее, выбрасывает опасное, пропускает полезное. Внутри же хаос бурлит, перемешивается, создаёт локальные сгустки порядка и разрежения.

В микроскопических объёмах постоянно возникают и исчезают зоны антихаоса. Большинство из них живут лишь мгновения, но некоторые успевают выполнить свою миссию – стать зародышем нового автомата. Этот процесс описывается уравнением баланса, связывающим поступление хаоса извне, его удаление сегрегацией, необратимое старение и рождение нового порядка.

Как и у потока, у хаоса есть свои фундаментальные законы. Они не придуманы, а выведены из физики и многократно подтверждены экспериментами. Среди них есть один, имеющий особое философское значение: *хаос неустраним*. Даже если мы попытаемся создать идеально упорядоченную систему, довести её до температуры абсолютного нуля, избавить от всех дефектов и возмущений – в ней всё равно останутся квантовые флуктуации {2,3}. Полный, абсолютный порядок невозможен в принципе. Хаос – вечный спутник бытия, его неотъемлемая тень.

Именно эта неустранимость делает возможным всё остальное. Благодаря ей хаос всегда есть и будет источником антихаоса, материалом для нового. Порядок и хаос не враги, а вечные партнёры в танце существования. О том, как автоматы

учатся использовать этого партнёра себе во благо, мы поговорим в следующих главах.

3.0.Новый смысл хаоса.

Ранее в работе «Хаос Вездесущий» уже говорилось, что математическая модель самоорганизованной критичности, СОК (предложена П. Баком, К. Таунсендом и К. Вайнером в 1987 году) {140,163} только частично объясняет реальность. Это связано с математической трактовкой теории хаоса. Мысль, высказанная С.П. Обуховым, о «движении по кромке хаоса» {164} говорит лишь о скольжении песчинок по склону кучи до подножия, что и рассматривается авторами СОК, как переход к новому циклу вычислений, понимаемому ими, как хаотический процесс. (см. А.В.Подлазов {165})

Сегодня мы можем обосновать понятие «кромки хаоса» и выражаемый им философский смысл. Правда для этого придется отказаться от аналогий авторов СОК и выстроить свою систему понятий. Начнём?

«… Хаос, как бы он ни был интересен, - это лишь часть сложного поведения нелинейных систем. Существует также не поддающееся интуитивному осознанию явление, которое можно было бы назвать антихаосом. Оно выражается в том, что некоторые весьма беспорядочные системы спонтанно "кристаллизуются", приобретая высокую степень упорядоченности». А.С.Дмитриев, Детерминированный хаос и информационные технологии {5}.



Александр Сергеевич Дмитриев
(21.08.1951 – 22.12.2023)

Да, автор А. С. Дмитриев[2] подобрал хорошее понятие - «антихаос», «упорядочивающий хаос» - спонтанная устойчивая самоорганизация множества в Целостность высокой степени упорядоченности. Как бы теперь это понять?

[2] **Александр Сергеевич Дмитриев** - советский и российский физик, доктор физико-математических наук Главный научный сотрудник Института радиотехники и электроники (ИРЭ) РАН. Окончил Факультет общей и прикладной физики Московского физико-технического института в 1971 году. В 1974 году защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. В ИРЭ РАН (ИРЭ АН СССР) работает с 1981 года. В 1988 году защитил диссертаицю на соискание ученой степени доктора физико-метематических наук. Профессор с 1995 года. Ежегодно читает курс лекций "Динамический хаос и его применения" в МФТИ. Дважды Лауреат Премии Совета Министров СССР (1984 и 1989). Автор более 100 научных трудов. https://www.livelib.ru/author/866589-aleksandr-dmitriev

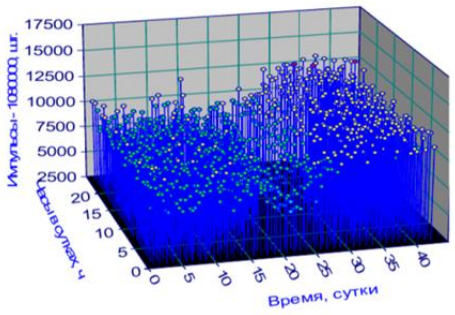

Рис.2. Изменение количества приращений
часовых импульсов альфа-распада

Можно представить себе какой-то глобальный хаос как поверхность океана, которая всегда находится в движении. Полное разнообразие состояний…

Тут всегда можно найти зоны беспорядочной стабильности, зоны сильных возмущений, зоны какой-то упорядоченности частей хаоса и т.д.

Процесс начинается с появления и локализации зоны антихаоса в объеме хаоса. Здесь происходит резкое упорядочение структуры частей хаоса и рост её системности. Из океана хаоса вдруг вырастает росток антихаоса ограниченного разнообразия. Потом ещё один, ещё…



Симон Эльевич Шноль
(21.03. 1930 — 11.09.2021)

И тогда представляемый нами глобальный действующий хаос вдруг становится похож на бескрайний ковер из вот таких пиков локального упорядочивания разной мощности по всей оси масштабности, как на рис.2. в графиках[3] С. Э. Шноля[4] {166}.

Ну, и что дальше?

---

[3] П.М. Мазуркин, ДИНАМИКА АЛЬФА-АКТИВНОСТИ ОБРАЗЦА PU В РАЗЛИЧНЫХ ШКАЛАХ ВРЕМЕНИ https://doicode.ru/doifile/regdoi/2015-2020/a-2017-023.pdf

[4] **Симон Эльевич Шноль** (21 марта 1930, Москва — 11 сентября 2021, Пущино, Московская область) — советский и российский биофизик, историк советской и российской науки. Профессор кафедры биофизики физического факультета МГУ, бывший зав. лабораторией физической биохимии Института теоретической и экспериментальной биофизики РАН (Пущино), доктор биологических наук (1970), действительный член Российской академии естественных наук. https://ru.wikipedia.org/?curid=772059&oldid=136922963

Случайности создают хаос в объеме сложного объекта и как-то изменяют его. Действующий в любом объекте хаос рождает случайности, а эти случайности создает новый хаос, потом этот новый хаос рождает свои случайности… и т.д.

Это возможно, только если очередная случайность создает *катастрофу*[5]*{167}*, как результат, меняющий действительность хотя бы в части структуры материального объекта. С неё начинается образование нового действующего хаоса в этой части объекта. Запускается процесс самоорганизации структуры на новом уровне и… изменение действующего хаоса в Целом. Изменения хаоса формируют поток новых случайностей, действующих на всю структуру объекта.

Случайности создают локальные катастрофы, формирующие новый действующий хаос в любом материальном объекте и запускают в нем процессы самоорганизации.

Здесь мы находим механизм образования *подвижности хаоса*.

Оказывается….

Подвижность хаоса создают процессы самоорганизации и катастрофы.

Возникает цепь взаимосвязей:

Хаос(0)→случайность(0)→катастрофа(0)→самоорганизация(0)→хаос(1)→ →случайность(1)→катастрофа(1)→самоорганизация(1)→ хаос(2)→ …

Динамику и подвижность хаосу создают бесконечные процессы происходящих катастроф и постоянные самоорганизации, действующие в объеме какого-то множества частей ограниченного разнообразия сложного объекта.

Цепочки взаимозависимостей конкретного хаоса и случайностей создают разветвленную сеть… таких конкретных хаосов, связанную случайностями. Эта сеть передает движение случайностей от этого локального хаоса до любого объекта нашей Вселенной.

Нам остаётся сформулировать определения случайности и хаоса на основе этих оснований:

- *Случайность, это реализация изменения действительности, прошедшего бессистемный выбор из хаотического множества возможностей…*
- *Хаос, это результат бессистемной реализации множества случайностей.*

Эти определения хорошо отражают философское понимание, но никак не связаны с реальностью. У нас появилось множество вопросов…

Что является «случайностью» для реального хаоса?

Из чего складывается хаос?

3.1. Определение

Действующий хаос — это внутренняя среда сложного автомата, возникающая в результате обработки потока{108}. Он состоит из:

- элементов, отклоняющихся от упорядоченной структуры (вакансии, междоузлия, дислокации, примеси, турбулентность) {18,20,159};
- элементов, находящихся в процессе перемещения, замены или ремонта («запасные части в пути»);

[5] «**катастрофа**» в данном контексте означает резкое качественное изменение объекта при плавном количественном изменении параметров, от которых он зависит. https://ru.wikipedia.org/wiki/Теория_катастроф

- повреждений, накопленных в результате взаимодействия с потоком 58}.

Пояснение: В кристалле действующий хаос — это вакансии и междоузельные атомы {18}. В звезде — турбулентность плазмы и флуктуации плотности {19}. В планетной системе — астероидный пояс и кометные облака {59}.

3.2. Происхождение

Действующий хаос возникает тремя путями {108}:

- *Из потока* — случайности проникают через границу автомата.
- *Из внутренних отказов* — флуктуации и нестабильности самой структуры.
- *Из катастроф* — осколки разрушенных автоматов, захваченные другим автоматом.

3.3. Проявления действующего хаоса (роль)

Действующий хаос играет ключевую роль в функционировании автомата, проявляясь в пяти аспектах:

1. Пластичность

Благодаря хаосу автомат может менять структуру без полного разрушения {20}:

- кристалл может изгибаться за счёт движения дислокаций;
- звезда может менять форму за счёт турбулентности;
- планета может иметь тектонику плит.

Без хаоса — хрупкость, жёсткость, неспособность адаптироваться.

2. Буферизация

Хаос поглощает часть энергии случайностей, смягчая ударные воздействия {160}:

- дефекты «гасят» энергию удара, превращая её в тепло или новые дефекты;
- турбулентность диссипирует энергию возмущений {19}.

Без хаоса — любое воздействие сразу разрушает структуру.

3. Накопление (память)

В хаосе сохраняются следы прошлых взаимодействий{12}:

- радиационные дефекты «помнят» облучение;
- дислокации «помнят» механические нагрузки;
- химический состав «помнит» историю нуклеосинтеза {45}.

Это ведёт к **старению** — необратимым изменениям.

4. Генерация

Хаос порождает новые случайности, уходящие в восходящий поток {161,162}:

- диффундирующие дефекты выходят на поверхность и покидают автомат;
- турбулентность порождает флуктуации, уходящие в межзвёздную среду;
- вулканы выбрасывают вещество в атмосферу/космос.

Математически это связано с J_{out} и частью восходящего потока.

5. Ресурс для СОЦ

Хаос поставляет материал для рождения новых автоматов, а его флуктуации создают зоны антихаоса {5,6}:

- в растворе флуктуации плотности создают центры кристаллизации {21};
- в плазме флуктуации создают условия для термоядерных реакций {46};
- в протопланетном диске сгущения дают начало планетам {22}.

Математически:

$$J_{birth}=\nu p_{anti}, \qquad (22)$$

где p_{anti} зависит от свойств хаоса.

3.4. Динамика действующего хаоса

Действующий хаос находится в динамическом равновесии с упорядоченной частью автомата {108}:

- сегрегация на границе удаляет избыточный хаос;
- поток пополняет хаос новыми случайностями;
- в микрообъёмах хаоса спонтанно возникают зоны антихаоса, где временно доминируют упорядочивающие взаимодействия {5,6}.

Уравнение баланса хаоса

$$dH/dt = J_{in} - J_{out} - \xi + J_{birth} \qquad (23)$$

где H — мера хаоса, J_{in} — поступление из потока, J_{out} — удаление сегрегацией, ξ — скорость старения (необратимое накопление), J_{birth} — рождение нового порядка из хаоса (СОЦ).

Связь с антихаосом

$$J_{birth}=\nu \cdot p_{anti} \qquad (24)$$

где ν — среднее количество нового порядка из одной зоны антихаоса, p_{anti} — вероятность возникновения зоны антихаоса {63}.

Фазы динамики

- *Рост/старение:* $J_{in}>J_{out}+\xi$ — хаос накапливается.
- *Стабильность:* $J_{in}\approx J_{out}+\xi$ — динамическое равновесие.
- *СОЦ:* J_{birth} резко уменьшает H.
- *СОК:* при $H>H_{crit}$ наступает катастрофа {140}.

3.5. Законы хаоса

1. Закон фундаментальной неопределённости

На микроуровне состояние действующего хаоса принципиально непредсказуемо {31}.

Математически:

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq \hbar/2 \qquad (25)$$

Физическая основа: принцип неопределённости Гейзенберга {31}.

Фальсификация: нарушение принципа неопределённости.

2. Закон каскадного усиления флуктуаций

Малые отклонения внутри хаоса экспоненциально нарастают во времени {143}.

Математически:

$$\delta(t)=\delta_o \cdot e^{\lambda t}, \quad \lambda > o \qquad (26)$$

где $\delta(t)$ — отклонение траектории системы от невозмущённой, $\delta 0 \delta_0$ — начальное малое возмущение, $\lambda\lambda$ — старший показатель Ляпунова {144}.

Физическая основа: показатели Ляпунова, теория динамического хаоса.

Фальсификация: система, где все флуктуации затухают (все $\lambda \leq 0 \lambda \leq 0$).

3. Закон статистической необратимости

Хаос необратимо накапливается. Энтропия замкнутой системы не убывает {42}.

Математически:

$$\frac{dS}{dt} \geq 0 \qquad (27)$$

Физическая основа: второе начало термодинамики {77}.

Фальсификация: вечный двигатель второго рода{168}.

4. Закон динамической устойчивости через диссипацию

Автомат сохраняет устойчивость, только пока может сбрасывать избыток хаоса во внешнюю среду {138}.

Математически:

$$\frac{dE}{dt} = P_{in} - P_{out} \qquad (28)$$

где E — энергия автомата, P_{in} — мощность поступления энергии, P_{out} — мощность диссипации (сброса хаоса) {139}.

Физическая основа: теория диссипативных структур (Пригожин) {25}.

Фальсификация: устойчивая структура в замкнутой системе.

5. Закон бифуркационной чувствительности

Накопление хаоса ведёт к резким переходам (СОК). В точках бифуркации система особенно чувствительна к малым возмущениям {75}.

Математически: в точке бифуркации

$$\frac{\partial f}{\partial x} = 0 \quad \text{(в точке бифуркации)} \qquad (29)$$

где f — функция, описывающая состояние системы, x — параметр порядка {169}.

Физическая основа: теория бифуркаций, теория катастроф.

Фальсификация: все переходы непрерывны и предсказуемы.

6. Закон эргодичности квантового хаоса

Статистические свойства хаоса предсказуемы. Средние по времени совпадают со средними по ансамблю {145}.

Математически:

$$\langle A \rangle_t = \langle A \rangle_{ens} \qquad (30)$$

где $\langle A \rangle_t$ — среднее по времени наблюдения за одним автоматом, $\langle A \rangle_{ens}$ — среднее по ансамблю одинаковых автоматов.

Физическая основа: эргодическая гипотеза {170}, квантовый хаос {158}.

Фальсификация: неэргодичная система.

7. Закон непрерывности хаоса

Хаос никогда не исчезает полностью. Даже в абсолютном вакууме остаются квантовые флуктуации {2,3}.

Математически:

$$Lim_{t\to\infty} H_{total}(t) > 0 \qquad (31)$$

Физическая основа: квантовая теория поля, флуктуации вакуума.
Фальсификация: абсолютный ноль без флуктуаций {171}.

3.6. Свойства действующего хаоса

- *Неустранимость:* в любом автомате всегда есть хаос (следует из закона 7) {2,3}.
- *Кумулятивность:* хаос накапливается со временем (закон 2) {12}.
- *Пороговость:* разрушение при достижении критического уровня (закон 5) {140}.
- *Локальная обратимость:* в микрообъёмах хаос может уменьшаться (антихаос) (закон 4 + принцип антихаоса) {5,6}.
- *Статистическая регулярность:* средние характеристики предсказуемы (закон 6) {145}.
- *Иерархичность:* специфика хаоса на каждом уровне (закон 2 + принцип масштабной инвариантности) {147}.

БИБЛИОГРАФИЯ К ТОМУ 1

1. Шекли Р. Верный вопрос // Сборник фантастических рассказов. — 1959.
2. Зельдович Я.Б., Новиков И.Д. Строение и эволюция Вселенной. — М.: Наука, 1975. — 736 с.
3. Вайнберг С. Первые три минуты. — М.: Энергоиздат, 1981. — 208 с.
4. Хокинг С. Краткая история времени. — М.: Мир, 1990. — 168 с.
5. Дмитриев А.С. Детерминированный хаос и информационные технологии // Информационные технологии. — 2004. — № 2. — С. 2–12.
6. Prigogine I., Stengers I. Order out of chaos: Man's new dialogue with nature. — New York: Bantam Books, 1984. — 349 p.
7. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. — М.: Мир, 1990. — 344 с.
8. Хакен Г. Синергетика. — М.: Мир, 1980. — 404 с.
9. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Основания синергетики. — СПб.: Алетейя, 2002. — 414 с.
10. Эйнштейн А. О движении взвешенных в покоящейся жидкости частиц, требуемом молекулярно-кинетической теорией теплоты // Annalen der Physik. — 1905. — Vol. 322, № 8. — P. 549–560.
11. Линде А.Д. Физика элементарных частиц и инфляционная космология. — М.: Наука, 1990. — 280 с.
12. Френкель Я.И. Введение в теорию металлов. — М.: Наука, 1972. — 424 с.
13. Griffith A.A. The phenomena of rupture and flow in solids // Philosophical Transactions of the Royal Society A. — 1920. — Vol. 221. — P. 163–198.
14. Гинзбург В.Л. О физике и астрофизике. — М.: Наука, 1985. — 400 с.
15. Peebles P.J.E. Principles of physical cosmology. — Princeton University Press, 1993. — 718 p.
16. Винер Н. Кибернетика. — М.: Советское радио, 1958. — 216 с.
17. Эшби У.Р. Введение в кибернетику. — М.: Иностранная литература, 1959. — 432 с.
18. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. — М.: Наука, 1978. — 792 с.
19. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. — М.: Наука, 1986. — 736 с.
20. Хирт Дж., Лоте И. Теория дислокаций. — М.: Атомиздат, 1972. — 600 с.

21. Френкель Я.И. Кинетическая теория жидкостей. — М.: Наука, 1975. — 592 с.
22. Сафронов В.С. Эволюция допланетного облака и образование Земли и планет. — М.: Наука, 1969. — 244 с.
23. Томпсон Дж.М.Т. Неустойчивости и катастрофы в науке и технике. — М.: Мир, 1985. — 254 с.
24. Николис Дж. Динамика иерархических систем. — М.: Мир, 1989. — 488 с.
25. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. — М.: Прогресс, 1986. — 432 с.
26. Дарвин Ч. Происхождение видов. — М.: Наука, 1991. — 540 с.
27. Шмальгаузен И.И. Факторы эволюции. — М.: Наука, 1968. — 452 с.
28. Новиков И.Д. Эволюция Вселенной. — М.: Наука, 1983. — 192 с.
29. Борн М. Физика в жизни моего поколения. — М.: Иностранная литература, 1963. — 536 с.
30. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Том 3. — М.: Мир, 1976. — 336 с.
31. Гейзенберг В. Физические принципы квантовой теории. — М.: Гостехиздат, 1932. — 184 с.
32. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. Часть 1. — М.: Наука, 1976. — 584 с.
33. Больцман Л. Лекции по теории газов. — М.: Гостехиздат, 1953. — 552 с.
34. Лэмб У.Е., Резерфорд Р.С. Тонкая структура водорода // Physical Review. — 1947. — Vol. 72. — P. 241–243.
35. Bethe H.A. The electromagnetic shift of energy levels // Physical Review. — 1947. — Vol. 72. — P. 339–341.
36. Казимир Х.Б.Г. О притяжении между двумя идеально проводящими пластинами // Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen. — 1948. — Vol. 51. — P. 793–796.
37. Мостепаненко В.М., Трунов Н.Н. Эффект Казимира и его приложения // Успехи физических наук. — 1988. — Т. 156, № 3. — С. 385–426.
38. Хокинг С. Рождение частиц черными дырами // Communications in Mathematical Physics. — 1975. — Vol. 43. — P. 199–220.
39. Зельдович Я.Б., Новиков И.Д. Теория тяготения и эволюция звезд. — М.: Наука, 1971. — 484 с.
40. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Том 1. — М.: Наука, 1965. — 700 с.
41. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. — М.: Наука, 1973. — 504 с.
42. Клаузиус Р. О движущей силе теплоты. — М.: Гостехиздат, 1934. — 140 с.
43. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. — М.: Иностранная литература, 1963. — 832 с.
44. Винер Н. Нелинейные задачи в теории случайных процессов. — М.: Иностранная литература, 1961. — 168 с.
45. Бете Г. Энергопроизводство в звездах // Physical Review. — 1939. — Vol. 55. — P. 434–456.
46. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Квантовая механика. — М.: Наука, 1974. — 752 с.
47. Опарин А.И. Происхождение жизни. — М.: Московский рабочий, 1924. — 72 с.
48. Толмен Р. Относительность, термодинамика и космология. — М.: Наука, 1974. — 520 с.
49. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика. — М.: Наука, 1973. — 208 с.
50. Пуанкаре А. Теория вероятностей. — Ижевск: РХД, 1999. — 280 с.
51. Резерфорд Э. Строение атома и искусственное превращение элементов. — М.: Гостехиздат, 1923. — 112 с.

52. Гиббс Дж.В. Термодинамика. Статистическая механика. — М.: Наука, 1982. — 584 с.
53. Смолуховский М. Кинетическая теория коагуляции коллоидов // Physikalische Zeitschrift. — 1916. — Vol. 17. — P. 557–585.
54. Френкель Я.И. Теория флуктуаций // Известия АН СССР, серия физическая. — 1937. — Т. 1, № 2. — С. 213–230.
55. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. Часть 1. — М.: Наука, 1976. — 584 с.
56. Шоттки В. О механизме ионной проводимости // Zeitschrift für Physikalische Chemie. — 1935. — Vol. 29. — P. 335–355.
57. Паулинг Л. Природа химической связи. — М.: Госхимиздат, 1947. — 440 с.
58. Ирвин Дж., Коттрелл А. Трещины и разрушение. — М.: Металлургия, 1984. — 256 с.
59. Шмидт О.Ю. Происхождение планет. — М.: Изд-во АН СССР, 1950. — 40 с.
60. Чандрасекар С. Введение в учение о строении звезд. — М.: Иностранная литература, 1950. — 476 с.
61. Зельдович Я.Б., Новиков И.Д. Релятивистская астрофизика. — М.: Наука, 1967. — 656 с.
62. Ребиндер П.А. Поверхностные явления в твердых телах. — М.: Наука, 1982. — 384 с.
63. Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика — теория самоорганизации. — М.: Знание, 1983. — 64 с.
64. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидродинамика. — М.: Наука, 1963. — 584 с.
65. Тамм И.Е. Основы теории электричества. — М.: Наука, 1976. — 616 с.
66. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики. — М.: Наука, 1976. — 664 с.
67. Пенроуз Р. Новый ум короля. — М.: УРСС, 2003. — 384 с.
68. Вайскопф В. Физика в двадцатом столетии. — М.: Атомиздат, 1977. — 272 с.
69. {69} Нетер Э. Инвариантные вариационные задачи // Nachrichten von der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. — 1918. — P. 235–257.
70. Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Том 4. — М.: Наука, 1967. — 600 с.
71. Боголюбов Н.Н. Проблемы динамической теории в статистической физике. — М.: Гостехиздат, 1946. — 120 с.
72. Колмогоров А.Н. Основные понятия теории вероятностей. — М.: Наука, 1974. — 120 с.
73. Оствальд В. Мир обойденных величин. — М.: Товарищество скоропечатни А.А. Левенсон, 1912. — 96 с.
74. Ландау Л.Д. К теории фазовых переходов // Журнал экспериментальной и теоретической физики. — 1937. — Т. 7. — С. 19–32.
75. Том Р. Структурная устойчивость и морфогенез. — М.: Мир, 1972. — 288 с.
76. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Том 2. — М.: Мир, 1976. — 384 с.
77. Планк М. Термодинамика. — М.: Гостехиздат, 1925. — 312 с.
78. Штремель М.А. Прочность сплавов. — М.: Металлургия, 1982. — 280 с.
79. Скрипов В.П. Метастабильная жидкость. — М.: Наука, 1972. — 312 с.
80. Френкель Я.И. К теории капиллярных явлений // Журнал экспериментальной и теоретической физики. — 1940. — Т. 10. — С. 493–503.
81. Войткевич Г.В. Происхождение и химическая эволюция Земли. — М.: Наука, 1983. — 272 с.

82. Фаулер У.А. Экспериментальная и теоретическая ядерная астрофизика // Успехи физических наук. — 1985. — Т. 145, № 3. — С. 441–476.
83. Опик Э. Физика метеоритов // Irish Astronomical Journal. — 1958. — Vol. 5. — P. 1–18.
84. Донаньи Дж.С. Соударения астероидов и их обломки // Journal of Geophysical Research. — 1969. — Vol. 74. — P. 2531–2554.
85. Эйнштейн А. О движении взвешенных в покоящейся жидкости частиц // Annalen der Physik. — 1905. — Vol. 322. — P. 549–560.
86. Резерфорд Э., Содди Ф. Радиоактивные превращения // Philosophical Magazine. — 1903. — Vol. 5. — P. 576–591.
87. Гутенберг Б., Рихтер К. Сейсмичность Земли. — М.: Иностранная литература, 1948. — 228 с.
88. Касахара К. Механика землетрясений. — М.: Мир, 1985. — 264 с.
89. Колмогоров А.Н. Локальная структура турбулентности в несжимаемой жидкости // Доклады АН СССР. — 1941. — Т. 30, № 4. — С. 299–303.
90. Ферми Э. Ядерная физика. — М.: Иностранная литература, 1951. — 316 с.
91. Нейман Дж. фон. Теория самовоспроизводящихся автоматов. — М.: Мир, 1971. — 384 с.
92. Тьюринг А. Может ли машина мыслить? — М.: Физматгиз, 1960. — 112 с.
93. Калман Р., Фалб П., Арбиб М. Очерки по математической теории систем. — М.: Мир, 1971. — 400 с.
94. Андерсон Ф. Концепция сложности в физике // Physics Today. — 1972. — Vol. 25, № 7. — P. 23–29.
95. Хакен Г. Информация и самоорганизация. — М.: Мир, 1991. — 240 с.
96. Шеннон К. Математическая теория связи // Bell System Technical Journal. — 1948. — Vol. 27. — P. 379–423, 623–656.
97. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. — М.: Мир, 1973. — 344 с.
98. Аллен К.В. Астрофизика. — М.: Мир, 1985. — 400 с.
99. Ашкрофт Н., Мермин Н. Физика твердого тела. — М.: Мир, 1979. — 400 с.
100. Тьюринг А. Химические основы морфогенеза // Philosophical Transactions of the Royal Society B. — 1952. — Vol. 237. — P. 37–72.
101. Блюменфельд Л.А. Проблемы биологической физики. — М.: Наука, 1974. — 336 с.
102. Дирак П. Принципы квантовой механики. — М.: Наука, 1979. — 480 с.
103. Шварцшильд К. О равновесии звездных атмосфер // Nachrichten von der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. — 1906. — P. 41–53.
104. Фикс В.Б. Кинетика диффузии. — М.: Металлургия, 1974. — 336 с.
105. Эйнштейн А. К квантовой теории излучения // Physikalische Zeitschrift. — 1917. — Vol. 18. — P. 121–128.
106. Чандрасекар С. Принципы звездной динамики. — М.: Иностранная литература, 1948. — 312 с.
107. Шермон П. Диффузия в твердых телах. — М.: Металлургия, 1980. — 248 с.
108. Пригожин И. Введение в термодинамику необратимых процессов. — М.: Иностранная литература, 1960. — 160 с.
109. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика сплошных сред. — М.: Гостехиздат, 1954. — 624 с.
110. Ленгмюр И. О силах между атомами и молекулами // Journal of the American Chemical Society. — 1916. — Vol. 38. — P. 2221–2295.
111. Дебай П. О взаимодействии между атомами // Physikalische Zeitschrift. — 1920. — Vol. 21. — P. 178–187.

112. Лондон Ф. О природе межмолекулярных сил // Zeitschrift für Physik. — 1930. — Vol. 63. — P. 245–279.
113. Хойл Ф. Взрывающиеся звезды // Astronomy and Astrophysics. — 1970. — Vol. 7. — P. 45–59.
114. Гелл-Манн М. Кварки и адроны // Physics Letters. — 1964. — Vol. 8. — P. 214–215.
115. Вайнберг С. Квантовая теория поля. — М.: Мир, 1986. — 400 с.
116. Гейзенберг В. О строении атомных ядер // Zeitschrift für Physik. — 1932. — Vol. 77. — P. 1–11.
117. Бор Н. О строении атомов и молекул // Philosophical Magazine. — 1913. — Vol. 26. — P. 1–25, 476–502, 857–875.
118. Ферми Э. Элементарные частицы. — М.: Иностранная литература, 1953. — 112 с.
119. Янг Ч.Н., Миллс Р. Сохранение изотопического спина и изотопическая калибровочная инвариантность // Physical Review. — 1954. — Vol. 96. — P. 191–195.
120. Резерфорд Э. Строение атома // Philosophical Magazine. — 1914. — Vol. 27. — P. 488–498.
121. Зоммерфельд А. Строение атома и спектральные линии. — М.: Гостехиздат, 1956. — 696 с.
122. Льюис Дж. Атом и молекула // Journal of the American Chemical Society. — 1916. — Vol. 38. — P. 762–785.
123. Гайтлер В., Лондон Ф. Взаимодействие нейтральных атомов и гомеополярная связь // Zeitschrift für Physik. — 1927. — Vol. 44. — P. 455–472.
124. Федоров Е.С. Симметрия и структура кристаллов. — М.: Изд-во АН СССР, 1949. — 632 с.
125. Бернал Дж. Рост кристаллов. — М.: Мир, 1965. — 352 с.
126. Джинс Дж. Астрономия и космогония. — М.: Гостехиздат, 1932. — 360 с.
127. Холмс А. Физическая геология. — М.: Мир, 1971. — 480 с.
128. Ферхуген Дж. и др. Геохимия. — М.: Мир, 1967. — 488 с.
129. Эддингтон А. Внутреннее строение звезд. — М.: ОНТИ, 1934. — 412 с.
130. Шварцшильд М. Строение и эволюция звезд. — М.: Мир, 1961. — 424 с.
131. Бете Г., Моррисон Ф. Элементарная теория ядра. — М.: Иностранная литература, 1956. — 136 с.
132. Хаббл Э. Мир туманностей. — М.: ОНТИ, 1936. — 204 с.
133. Цвикки Ф. Морфологическая астрономия. — М.: Мир, 1966. — 212 с.
134. Деамер Д. Первые клеточные мембраны // Astrobiology. — 2002. — Vol. 2. — P. 371–381.
135. Фокс С. Молекулярная эволюция и возникновение жизни. — М.: Мир, 1975. — 368 с.
136. Израелашвили Дж. Межмолекулярные и поверхностные силы. — М.: Наука, 1987. — 432 с.
137. Андерсон Ф. Многообразие масштабов в физике // Science. — 1972. — Vol. 177. — P. 393–396.
138. Онсагер Л. Соотношения взаимности в необратимых процессах // Physical Review. — 1931. — Vol. 37. — P. 405–426.
139. де Донде Т. Химическое сродство и термодинамика. — М.: ОНТИ, 1935. — 156 с.
140. Бак П., Тан К., Визенфельд К. Самоорганизованная критичность // Physical Review Letters. — 1987. — Vol. 59. — P. 381–384.

141. Фейгенбаум М. Универсальность в динамике нелинейных систем // Journal of Statistical Physics. — 1978. — Vol. 19. — P. 25–52.
142. Лоренц Э. Детерминированное непериодическое течение // Journal of the Atmospheric Sciences. — 1963. — Vol. 20. — P. 130–141.
143. Ляпунов А.М. Общая задача об устойчивости движения. — М.: Гостехиздат, 1950. — 472 с.
144. Пуанкаре А. О кривых, определяемых дифференциальными уравнениями. — М.: Гостехиздат, 1947. — 392 с.
145. Биркгоф Дж. Доказательство эргодической теоремы // Proceedings of the National Academy of Sciences. — 1931. — Vol. 17. — P. 656–660.
146. Колмогоров А.Н. Эргодическая теория и теория информации // Труды III Всесоюзного математического съезда. — 1956. — Т. 2. — С. 56–65.
147. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. — М.: Институт компьютерных исследований, 2002. — 656 с.
148. Зельдович Я.Б., Молчанов С.А., Рузмайкин А.А., Соколов Д.Д. Перенос пассивной скалярной примеси в случайных полях // Успехи физических наук. — 1987. — Т. 152, № 1. — С. 3–38.
149. Пиблс Дж. Физическая космология. — М.: Мир, 1975. — 384 с.
150. Бор Н. О квантовой теории линейчатых спектров // Zeitschrift für Physik. — 1918. — Vol. 9. — P. 1–67.
151. Бальмер И. О спектральных линиях водорода // Annalen der Physik. — 1885. — Vol. 261. — P. 80–87.
152. Герцберг Г. Спектры и строение двухатомных молекул. — М.: Иностранная литература, 1949. — 404 с.
153. Навье Л. Мемуар о законах движения жидкостей // Mémoires de l'Académie Royale des Sciences. — 1823. — Vol. 6. — P. 389–440.
154. Нернст В. О вычислении химического равновесия // Nachrichten von der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. — 1906. — Vol. 1. — P. 1–40.
155. Герцберг Г. Атомные спектры и строение атомов. — М.: Иностранная литература, 1948. — 280 с.
156. Хирш П. Электронная микроскопия тонких кристаллов. — М.: Мир, 1968. — 576 с.
157. Финкель В.М. Физика разрушения. — М.: Металлургия, 1970. — 376 с.
158. Гутцвиллер М. Хаос в квантовых системах. — М.: НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 2005. — 224 с.
159. Коттрелл А. Дислокации и пластическое течение в кристаллах. — М.: Металлургиздат, 1958. — 268 с.
160. Зейтц Ф., Келер Дж. Смещение атомов при облучении // Solid State Physics. — 1956. — Vol. 2. — P. 305–448.
161. Дамаск А., Джинс Дж. Точечные дефекты в металлах. — М.: Мир, 1966. — 292 с.
162. Бэтчелор Дж. Теория однородной турбулентности. — М.: Иностранная литература, 1955. — 200 с.
163. Бак П. Как работает природа. — М.: НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", 2000. — 276 с.
164. Обухов С.П. Самоорганизующаяся критичность: режимы Голдстоуна // Письма в ЖЭТФ. — 1998. — Т. 68, № 7. — С. 545–550.
165. Подлазов А.В. Теория самоорганизованной критичности — наука о сложности // Препринт ИПМ им. М.В. Келдыша. — 2001. — № 68. — 28 с.

166. Шноль С.Э. О макроскопических флуктуациях в процессах разной природы // Успехи физических наук. — 2000. — Т. 170, № 2. — С. 214–218.
167. Арнольд В.И. Теория катастроф. — М.: Наука, 1990. — 128 с.
168. Планк М. Принцип сохранения энергии. — М.: Гостехиздат, 1938. — 236 с.
169. Ландау Л.Д. О проблеме турбулентности // Доклады АН СССР. — 1944. — Т. 44. — С. 339–342.
170. Больцман Л. О механическом значении второго начала термодинамики // Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften Wien. — 1866. — Vol. 53. — P. 195–220.
171. Лошмидт И. О тепловом равновесии в системе с различными температурами // Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften Wien. — 1876. — Vol. 73. — P. 128–142.
172. Пайерлс Р. Квантовая теория твердых тел. — М.: Иностранная литература, 1956. — 260 с.
173. Фок В.А. Начала квантовой механики. — М.: Наука, 1976. — 376 с.
174. Вигнер Е. Этюды о симметрии. — М.: Мир, 1971. — 320 с.
175. Боголюбов Н.Н., Ширков Д.В. Квантовые поля. — М.: Наука, 1980. — 400 с.
176. Сагдеев Р.З. Коллективные процессы в плазме // Вопросы теории плазмы. — 1964. — Вып. 4. — С. 20–80.
177. Веденов А.А. Физика растворов. — М.: Наука, 1984. — 320 с.
178. Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Физическая кинетика. — М.: Наука, 1979. — 528 с.
179. Гинзбург В.Л. Распространение электромагнитных волн в плазме. — М.: Наука, 1967. — 684 с.
180. Берталанфи Л. фон. Общая теория систем. — М.: Прогресс, 1969. — 280 с.
181. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. — М.: Наука, 1981. — 488 с.
182. Садовский В.Н. Основания общей теории систем. — М.: Наука, 1974. — 280 с.
183. Уемов А.И. Системный подход и общая теория систем. — М.: Мысль, 1978. — 272 с.
184. Хакен Г. Тайны природы. Синергетика: учение о взаимодействии. — М.: Институт компьютерных исследований, 2003. — 320 с.
185. Эбелинг В. Образование структур при необратимых процессах. — М.: Мир, 1979. — 280 с.
186. Климантович Ю.Л. Статистическая теория открытых систем. — М.: ТОО "Янус", 1995. — 624 с.
187. Хоровитц П. Теория вероятностей и случайные процессы. — М.: Мир, 1970. — 472 с.
188. Стратонович Р.Л. Нелинейная неравновесная термодинамика. — М.: Наука, 1985. — 480 с.
189. Гленсдорф П., Пригожин И. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций. — М.: Мир, 1973. — 280 с.
190. Николис Г. Динамика иерархических систем. Эволюционное представление. — М.: Мир, 1989. — 488 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Глоссарий терминов

Автомат — сложный физический объект, состоящий из частей, охваченных энергетическими обратными связями, способный при возникновении определённых условий выполнять самодействие. Примеры: атом, молекула, кристалл, звезда, галактика.

Автомат элементарный — объект, который на данном уровне описания не делятся на более простые части, но обладает внутренними степенями свободы (спин, квантовые числа). Примеры: электрон, фотон, кварки.

Автомат составной — автомат, образованный из хаоса нижнего уровня через СОЦ. Примеры: атомы, молекулы, звёзды, планеты.

Актуатор — компонент автомата, реализующий изменение состояния или положения. Для атома — изменение электронной конфигурации или испускание фотона; для звезды — термоядерная реакция или гравитационный коллапс.

Антихаос — локальное, кратковременное состояние внутри действующего хаоса, где флуктуации создают условия для доминирования упорядочивающих взаимодействий. Примеры: центр кристаллизации в растворе, локальное сгущение в протопланетном диске.

Бифуркация — точка в развитии системы, где накопление флуктуаций приводит к резкому переходу, и дальнейшая траектория становится принципиально непредсказуемой.

«Вещество случайности» — метафорическое выражение для материального носителя случайности, который может менять форму при переходе с уровня на уровень, сохраняя материальную природу.

Внешняя среда существования объекта — то, что окружает объект, но не входит в состав его элементов.

Внутренняя среда объекта — среда, находящаяся внутри объекта, определяющая его строение и существование его частей. Здесь от потока случайностей возникает действующий хаос.

Действующий хаос — внутренняя среда сложного автомата, возникающая в результате обработки потока. Состоит из элементов, отклоняющихся от упорядоченной структуры, элементов в процессе перемещения и накопленных повреждений.

Дружественная среда — состояние автомата, при котором скорость сегрегации не ниже скорости поступления хаоса из потока.

Закон — фундаментальное, физически обоснованное, математически выражаемое, фальсифицируемое утверждение.

Зона антихаоса — локальная область внутри действующего хаоса, где флуктуации создают условия для временного доминирования упорядочивающих взаимодействий.

Иерархия автоматов — последовательность уровней организации материи: квантовый, атомный, молекулярный, кристаллический, планетарный, звёздный, галактический.

Локальность — фундаментальное свойство случайности и автоматов: каждая случайность возникает в конкретной точке пространства-времени, каждый автомат взаимодействует только с элементами своей непосредственной окрестности.

Масштабная инвариантность (самоподобие) — свойство, при котором одни и те же закономерности управляют процессами на всех уровнях размерности. Проявляется в степенных распределениях.

Материальность случайности — свойство случайности всегда иметь материальный носитель: флуктуацию поля, дефект структуры, возбуждение частицы.

Мера хаоса (H) — количественная характеристика уровня хаоса в автомате.

Обработка потока — функция автомата по принятию, преобразованию и передаче дальше потока случайностей.

Первичный хаос — квантовый вакуум, вечный источник всех случайностей.

Поток случайностей — непрерывное движение материальных случайностей снизу вверх по иерархии уровней.

Правило — физический закон или совокупность законов, определяющих поведение автомата.

Принципы организации — эмпирические обобщения, наблюдаемые закономерности: масштабная инвариантность, иерархическая самоорганизация, принцип антихаоса.

Причинность — свойство события, зафиксированного Наблюдателем. Причина самопроизвольного начала события — случайность.

Разнообразие — мера количества различных типов, вариантов, конфигураций элементов в системе. Отличается от энтропии.

Самодействие — способность автомата к спонтанным изменениям при достижении определённых условий, без внешнего управления.

Самоорганизованная критичность (СОК) — резкий переход, при котором накопленный хаос разрушает упорядоченную структуру автомата.

Самоорганизованная целостность (СОЦ) — рождение нового автомата из хаоса в зоне антихаоса.

Самопроизвольность — беспричинность, спонтанность, самостоятельность. Характеристика процессов, вызванных не внешними влияниями, а внутренними причинами.

Свойства — наблюдаемые проявления действия законов в реальных системах.

Сенсор — часть автомата или его свойство, реагирующее на изменения внешней или внутренней среды. В простейшем случае тернарный, различающий «пусто/свой/чужой».

Система — множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которое образует определённую целостность.

Случайность — материально обусловленное микроскопическое событие, возникающее самопроизвольно на квантовом уровне.

Событие — процесс, имеющий протяжённость и наблюдаемый результат. Отличается от случайности (миг, начало).

Старение — накопление хаоса, не компенсируемое сегрегацией. Когда J_{in} больше $J_{out} + \xi$, мера хаоса H необратимо растёт.

Стратегии существования — три базовых типа реакции объектов на поток случайностей: подчинение, противостояние, взаимодействие.

Флуктуации вакуума — первичный источник всех материальных случайностей. Квантовые изменения состояния вакуума.

Хаос — результат действия множества материальных случайностей в объёме любого целого сложного объекта.

Элементарный автомат — простейшая модель автомата, обладающая всеми необходимыми признаками при минимально возможном количестве частей (две части, связанные прямыми и обратными связями).

Энергетические обратные связи — силы и взаимодействия, удерживающие части автомата вместе и обеспечивающие обмен энергией.

Энтропия — мера неупорядоченности, равномерности распределения.

Приложение 2. Сводка примеров по уровням

Квантовый уровень

Автоматы: элементарные частицы.

Сенсор: заряд, масса, спин, квантовые числа.

Актуатор: фундаментальные взаимодействия, испускание/поглощение частиц.

Энергетические обратные связи: калибровочные поля.

Атомный уровень

Автоматы: атомы, ионы.

Сенсор: заряд ядра, радиус, электронная конфигурация.

Актуатор: электростатические взаимодействия, захват/потеря электронов.

Энергетические обратные связи: электромагнитное взаимодействие.

Молекулярный уровень

Автоматы: молекулы.

Сенсор: полярность, форма, распределение заряда.

Актуатор: образование/разрыв химических связей.

Энергетические обратные связи: электростатика, обменное взаимодействие.

Кристаллический уровень

Автоматы: кристаллы, минералы.

Сенсор: заряд, размер, кристаллографическая ориентация.

Актуатор: диффузия, рост кристалла, рекристаллизация.

Энергетические обратные связи: межатомные связи.

Планетарный уровень

Автоматы: планеты, астероиды.

Сенсор: гравитация, состав, температура поверхности.

Актуатор: гравитационное взаимодействие, тектоника, вулканизм.

Энергетические обратные связи: гравитация, химические связи в породах.

Звёздный уровень

Автоматы: звёзды.

Сенсор: гравитация, давление, температура, плотность.

Актуатор: термоядерные реакции, звёздный ветер.

Энергетические обратные связи: гравитация + ядерные силы.

Галактический уровень

Автоматы: галактики, скопления.

Сенсор: гравитационный потенциал.

Актуатор: гравитационное взаимодействие, вращение, слияния.

Энергетические обратные связи: гравитация.

Предбиологический уровень

Автоматы: протоклетки, липосомы, микросферы.

Сенсор: амфифильность, осмотические свойства.
Актуатор: осмос, диффузия, самосборка.
Энергетические обратные связи: межмолекулярные силы (гидрофобные, ван-дер-ваальсовы).

Приложение 3. Сводная таблица фальсификации

Утверждение	Условие опровержения
Закон непрерывности	Наблюдение случайности, исчезающей бесследно без передачи возмущения и без материального следа
Закон иерархической передачи	Устойчивый регулярный поток влияния сверху вниз, не связанный с разрушением автоматов
Закон трансформации материальности	Случайность, которая при переходе на следующий уровень полностью теряет материальность (становится «чистой информацией» без носителя)
Закон статистической предсказуемости	Статистические характеристики потока принципиально не могут быть предсказаны даже в среднем
Закон пороговой активации	Устойчивое рождение новых автоматов в среде, полностью лишённой локальных неоднородностей
Закон синхронности	Рождение автомата при полном отсутствии хотя бы одного из трёх факторов (антихаос, подходящий элемент, энергия)
Существование автоматов как класса объектов	Обнаружение стабильного объекта с внутренней структурой, но без сенсоров или без актуатора, или без обратных связей
Наличие внутреннего хаоса	Обнаружение объекта при температуре выше абсолютного нуля без дефектов, флуктуаций, квантовых колебаний
Уравнение баланса хаоса	Наблюдение автомата, где хаос нарастает без поступления или убывает без сегрегации и рождения порядка
Порог катастрофы H_crit	Автомат накопил хаос выше обычного порога разрушения и продолжает существовать неопределённо долго

Принципиальная непредсказуемость момента катастрофы	Создание метода, предсказывающего момент разрушения конкретного экземпляра с вероятностью больше 90%
Иерархическая вложенность	Обнаружение уровня материи, который не состоит из более мелких автоматов и не является элементарным
Четыре исхода взаимодействия	Наблюдение устойчивого пятого типа взаимодействия, не сводимого к притяжению, отталкиванию, нейтральности или катастрофе

Приложение 4. Словарь символов (Том 1)

J — плотность потока случайностей
ρ (ро) — плотность «вещества случайности»
H — мера хаоса
ξ (кси) — скорость старения
J_{in} — поступление хаоса из потока
J_{out} — удаление хаоса сегрегацией
J_{birth} — рождение нового порядка (СОЦ)
p_{anti} — вероятность возникновения зоны антихаоса
ν (ню) — средний выход из зоны антихаоса
f_{self} — фактор усиления от самосегрегации
τ_{seg} (тау сег) — характерное время сегрегации
τ_{gen} (тау ген) — характерное время поступления хаоса
τ_{self} (тау селф) — характерное время самосегрегации
τ_{crit} (тау крит) — критическое время для роста опасных флуктуаций
s — число самосегрегации
Fr — число дружественности
λ (лямбда) — показатель Ляпунова (скорость расхождения траекторий)
S — термодинамическая энтропия
D — фрактальная размерность