Никитин А.В.

Парадигма потока случайностей 3.

Оглавление

ЧАСТЬ VII. СТРАТЕГИИ СУЩЕСТВОВАНИЯ АВТОМАТОВ В ПОТОКЕ СЛУЧАЙНОСТЕЙ 2

VII.1. Общая классификация 3
VII.2. Стратегия подчинения 3
VII.3. Стратегия противостояния 4
VII.4. Стратегия взаимодействия 5
VII.5. Переходы между стратегиями 5
VII.6. Значение для понимания эволюции материи 6

ЧАСТЬ VIII. ФОРМЫ ЕСТЕСТВЕННОГО ОТБОРА В НЕЖИВОЙ ПРИРОДЕ 6

VIII.1. Общая идея отбора в неживой природе 8
VIII.2. Принцип сегрегационной основы отбора 9
VIII.3. Стабилизирующий отбор 9
VIII.4. Движущий (направленный) отбор 10
VIII.5. Разрывающий (дизруптивный) отбор 10
VIII.6. Целевой отбор 11
VIII.7. Математическое обобщение отбора 11
VIII.8. Примеры для разных уровней 12
VIII.9. Связь с другими частями ППС 13
VIII.10. Итог по отбору в неживой природе 13

ЧАСТЬ IX. СООТВЕТСТВИЕ ФИЗИКЕ И ФАЛЬСИФИКАЦИЯ 14

IX.1. Что соответствует физике (подтверждённые основания) 14
IX.2. Что требует уточнения (направления развития) 14
IX.3. Экспериментальные подтверждения 15
IX.4. Фальсифицируемость (ключевые пункты) 15
IX.5. Стратегии существования 17
IX.6. Итоговый статус гипотезы 17

ЧАСТЬ X. ЗАКЛЮЧЕНИЕ — ОБРАЗ МИРА 18

БИБЛИОГРАФИЯ 19

ПРИЛОЖЕНИЯ 21

Приложение 1. Глоссарий терминов 21
Приложение 2. Словарь символов 32
Приложение 3. Сводка примеров по уровням 33
Приложение 4 Сводка примеров по уровням 34
Приложение 5. Сводная таблица фальсификации 36

ЧАСТЬ VII. СТРАТЕГИИ СУЩЕСТВОВАНИЯ АВТОМАТОВ В ПОТОКЕ СЛУЧАЙНОСТЕЙ

Мы уже знаем, что автоматы рождаются из хаоса, живут, стареют и гибнут в потоке случайностей {1,2}. Мы разобрали механизмы, с помощью которых они поддерживают свою целостность: сегрегацию, самосегрегацию, антихаос {3}. Мы поняли, как устроена их внутренняя среда и каким принципам подчиняется их организация {4,5}. Но всё это лишь инструменты. Как именно автомат распоряжается этими инструментами? Какую линию поведения он выбирает перед лицом вечно несущегося потока?

Ответ дают **стратегии существования** – три базовых способа взаимодействия со случайностью, которые можно наблюдать на всех уровнях материи, от атомов до галактик {6,7,8}..

Стратегия подчинения

Первая стратегия – **подчинение**. Её выбирают автоматы со слабыми внутренними связями, с низкой эффективностью сегрегации, без развитых механизмов самосегрегации. Они не сопротивляются потоку – они сдаются ему при первом же серьёзном возмущении. Любое значительное воздействие извне разрушает их, и материал быстро возвращается в хаотическое состояние.

Эта стратегия – удел простейших, слабо организованных форм. Одиночная нестабильная частица, свободный радикал, хрупкая конструкция без запаса прочности – они играют роль «строительного материала», быстро исчезая, но поставляя сырьё для более устойчивых структур {9,10,11}.

Стратегия противостояния

Вторая стратегия – **противостояние**. Её выбирают автоматы с прочными связями, мощной сегрегацией, но слабым внутренним обновлением. Они подобны крепости: прочная стена (граница) не пропускает врагов, внутри царит порядок, но ничего нового не создаётся.

Такие автоматы могут существовать очень долго. Идеальный кристалл в вакууме, звезда на главной последовательности, планета на стабильной орбите – они живут миллиарды лет, почти не меняясь {12,13,14}. Но плата за устойчивость – отсутствие развития. Они медленно, но неуклонно накапливают хаос, стареют и в конце концов гибнут, так и не породив ничего принципиально нового {15,16}.

Стратегия взаимодействия

Третья стратегия – **взаимодействие**. Это самый сложный и интересный путь. Автомат не просто сопротивляется потоку, не просто сохраняет себя, но использует поступающую случайность для самообновления. Он не прячется за стенами, а выстраивает внутреннюю экосистему, где хаос становится ресурсом {17,18}.

Такие автоматы обладают умеренной прочностью, но развитыми механизмами самосегрегации. Они создают зоны антихаоса, где рождаются новые структуры, омолаживающие систему {19,20}. В благоприятных условиях их время жизни может стать очень большим, а главное – они способны к усложнению, к порождению новых автоматов внутри себя {21,22,23}.

Автокаталитические химические циклы, живые клетки, экосистемы, тектонические плиты Земли, протозвёздные облака – все они реализуют

стратегию взаимодействия {24,25}. Именно этот путь ведёт от простого к сложному, от неживого к живому, от хаоса к порядку {26,27}.

Переменчивость стратегий

Важно понимать: стратегия не приклеена к автомату навсегда. При изменении внешних условий или внутренней структуры автомат может переходить от одной стратегии к другой. Усиление связей переводит подчинение в противостояние. Появление механизмов самосегрегации и СОЦ переводит противостояние во взаимодействие {28}. Катастрофа возвращает любую стратегию в подчинение, сбрасывая материал обратно в поток {29,30}.

Эти переходы – неотъемлемая часть эволюции материи. Они показывают, что стратегии не застывшие типы, а временные состояния в вечном круговороте, где каждая структура ищет свой способ удержаться в потоке, продлить своё существование и, если повезёт, породить нечто новое {31,32}.

VII.1. Общая классификация

В зависимости от соотношения между силой внутренних связей и способностью использовать поток случайностей для самоподдержания, автоматы реализуют три базовые стратегии существования {1,2,3}:

Подчинение — автомат разрушается при первом значительном возмущении, не имея ресурсов для сопротивления или восстановления {9,10,11}.

Противостояние — автомат благодаря прочным связям долго сохраняет структуру, но не обновляется, поэтому в конце концов стареет и разрушается {12,13,14}.

Взаимодействие — автомат не только сопротивляется потоку, но и извлекает из него пользу: использует поступление хаоса для самообновления через внутренние процессы (самосегрегацию, антихаос, СОЦ) {17-20}.

Эти стратегии не являются жёстко закреплёнными; автомат может переходить из одной в другую при изменении внешних условий или внутренней структуры {28}.

VII.2. Стратегия подчинения

Условия реализации:

- Слабые энергетические связи между частями автомата {9,10}.
- Сегрегация практически отсутствует ($J_{out}\approx 0$, число дружественности $Fr\approx 0$, время самосегрегации $\tau_{self}\to\infty$) {1,2,3}.
- Механизмы самосегрегации и антихаоса не развиты ($p_{anti}\approx 0$, $\tau_{self} \gg \tau_{crit}$) {19,20}.
- Любое внешнее возмущение сразу приводит к росту меры хаоса H и быстрой катастрофе {29,30}.

Математические критерии:

- для подчинения – $Fr\approx 0$, $\tau_{self}\to\infty$;
- для противостояния – $Fr\geq 1$, $\tau_{self}\approx\tau_{crit}$, $J_{birth}\approx 0$;
- для взаимодействия – $Fr\geq 1$, $\tau_{self}<\tau_{crit}$, $f_{self}>1$ {4,5}.

Динамика:

Автомат существует лишь до первого значительного воздействия потока. Время жизни определяется средней интенсивностью внешних флуктуаций и не может быть увеличено за счёт внутренних процессов {9,10,11}. После катастрофы материал полностью возвращается в поток {29,30}.

Примеры:

- Одиночная элементарная частица в агрессивной среде (например, позитрон в веществе) {9,10}.
- Неустойчивая молекула (свободный радикал с высокой реакционной способностью) {11}.
- Механическая конструкция без запаса прочности и обратных связей {29,30}.
- Робот без сенсоров и обратной связи, сталкивающийся с препятствием {1,2,3}.

Роль в ППС:

Автоматы, реализующие стратегию подчинения, не играют значительной роли в долговременной эволюции материи, но служат «сырьём» для потока, быстро возвращаясь в него {4,5}. Они представляют собой начальный, наименее организованный уровень материи {6,7,8}.

VII.3. Стратегия противостояния

Условия реализации:

- Сильные энергетические связи, высокая механическая или структурная прочность {12,13,14}..
- Эффективная сегрегация на границе ($Fr \geq 1$) {1,2,3}.
- Самосегрегация и СОЦ выражены слабо ($J_{birth} \approx 0$, p_{anti} мало, $f_{self} \approx 1$) {19,20}.
- Автомат не использует поступающий хаос для обновления, а только пассивно сопротивляется {12,13,14}.

Математические критерии:

- для подчинения – $Fr \approx 0$, $\tau_{self} \to \infty$;
- для противостояния – $Fr \geq 1$, $\tau_{self} \approx \tau_{crit}$, $J_{birth} \approx 0$;
- для взаимодействия – $Fr \geq 1$, $\tau_{self} < \tau_{crit}$, $f_{self} > 1$ {4,5}.

Динамика:

Автомат может долго существовать в стабильных условиях, медленно накапливая хаос (H растёт со скоростью ξ) {15,16}. Старение неизбежно, но время жизни значительно превышает характерное время внешних флуктуаций{12,13,14}. Катастрофа наступает при достижении $H = H_{crit}$ {29,30}.

Примеры:

- Идеальный кристалл в вакууме при отсутствии внешних воздействий{21,22}.
- Звезда на главной последовательности (до исчерпания термоядерного топлива) {12,13,14}.
- Пассивная защита (толстая кора, прочный корпус космического аппарата) {29,30}.
- Долгоживущие изотопы с огромным периодом полураспада {9,10}.

Связь с ППС:

Стратегия противостояния соответствует режиму стабильности и стабилизирующему отбору {4,5}. В этом режиме автоматы могут существовать очень долго, но их эволюция практически останавливается, пока внешние условия не изменятся {6,7,8}.

VII.4. Стратегия взаимодействия

Условия реализации:

- Умеренная прочность, допускающая локальные перестройки без глобального разрушения {17,18}.
- Эффективная сегрегация ($Fr \geq 1$), обеспечивающая поступление только полезных элементов {1,2,3}.
- Развитая самосегрегация ($\tau_{self} \leq \tau_{crit}$), создающая зоны антихаоса{19,20}.
- Высокая вероятность СОЦ (p_{anti} велико, $f_{self} > 1$), позволяющая рождать новые структуры внутри автомата{21,22,23}.

Математические критерии:

- для подчинения – $Fr \approx 0$, $\tau_{self} \to \infty$;
- для противостояния – $Fr \geq 1$, $\tau_{self} \approx \tau_{crit}$, $J_{birth} \approx 0$;
- для взаимодействия – $Fr \geq 1$, $\tau_{self} < \tau_{crit}$, $f_{self} > 1$ {4,5}.

Динамика:

Автомат не только сопротивляется потоку, но и использует поступающий хаос как материал для обновления {24,25}. В этом режиме хаос становится *дружественным*: он не разрушает автомат, а служит источником новых комбинаций и вариантов для отбора. Критерием перехода к *дружественному хаосу* является выполнение условия дружественной среды ($\tau_{seg} \leq \tau_{gen}$). Автомат не просто фильтрует внешний поток, но активно использует внутренний хаос для генерации разнообразия через механизмы комбинаторики и самосегрегации.

Внутренние процессы (самосегрегация, антихаос, СОЦ) периодически уменьшают меру хаоса H, замедляя старение {26,27}. В благоприятных условиях время жизни может стать очень большим (теоретически неограниченным) {31,32}. Кроме того, внутри автомата могут рождаться новые автоматы, что ведёт к усложнению иерархии {33,34}.

Примеры:

В неживой природе: автокаталитические химические циклы (например, реакция Белоусова–Жаботинского), где флуктуации концентраций ведут к образованию пространственно-временных структур {35,36}; активные тектонические плиты, где вещество перерабатывается в циклах субдукции и вулканизма {37,38}; протоклетки (липосомы с ферментативной активностью), способные к росту и делению {39,40}.

- *На границе с живым*: первые формы предбиологической жизни, где самовоспроизведение и обмен веществ уже возможны {39,40,41}.
- *В технике*: адаптивные системы с обратной связью, обучающиеся роботы, экосистемы с круговоротом веществ {1,2,3,42}.

Связь с ППС:

Стратегия взаимодействия реализует полный цикл хаоса (VI): $J_{in} - J_{out} - \xi + J_{birth} \approx 0$ с заметным вкладом J_{birth}. Она соответствует движущему и дизруптивному отбору (VII.4, VII.5), поскольку создаёт условия для появления новых форм и разделения популяций {43,44,45}.

VII.5. Переходы между стратегиями

Автомат может менять стратегию при изменении внешних условий или внутренней структуры {28}:

- **Подчинение → Противостояние:** усиление связей (например, полимеризация, кристаллизация) или появление примитивной сегрегации увеличивает время жизни {21,22}.
- **Противостояние → Взаимодействие:** возникновение внутренних механизмов самосегрегации и СОЦ (например, при достижении критического размера или усложнения состава) позволяет использовать поток для обновления {19,20}.
- **Взаимодействие → Противостояние:** ухудшение условий (рост J_{in}, падение Fr) может подавить процессы самообновления, оставляя только пассивное сопротивление {1,2,3}.
- **Любая → Подчинение:** катастрофа (СОК) возвращает автомат в поток, где его материал может стать основой для новых автоматов с иной стратегией {29,30}.

Эти переходы — неотъемлемая часть эволюции материи: стратегии не закреплены раз и навсегда, а являются временными состояниями в вечном круговороте {31,32}.

VII.6. Значение для понимания эволюции материи

Три стратегии существования отражают фундаментальную дилемму: **сопротивляться потоку, ломаясь, или использовать его для роста** {6,7,8}.

- **Подчинение** — удел простейших, слабо организованных форм, которые быстро исчезают, но поставляют материал для более сложных {9,10,11}.
- **Противостояние** — путь устойчивых, но консервативных структур, которые могут существовать очень долго, но не развиваются {12,13,14}.
- **Взаимодействие** — ключ к усложнению и появлению новых уровней организации. Именно эта стратегия ведёт от неживого к живому, от простых автоматов к сложным иерархиям {17,18,24,25}.

В рамках ППС стратегия взаимодействия наиболее интересна, поскольку она объясняет, как из хаоса могут спонтанно возникать всё более сложные структуры без внешнего управления {46,47}. Ключевую роль в этом процессе играет переход к дружественному хаосу — состоянию, при котором внутреннее разнообразие становится ресурсом развития, а не угрозой разрушения. Именно дружественный хаос создаёт условия для комбинаторики и порождения новых форм, что отличает стратегию взаимодействия от простого противостояния потоку.

Она же служит мостом к биологической эволюции, где сегрегация, самосегрегация и отбор достигают наивысшего развития {42,43,44}.

ЧАСТЬ VIII. ФОРМЫ ЕСТЕСТВЕННОГО ОТБОРА В НЕЖИВОЙ ПРИРОДЕ

Мы уже заметили, что каждый уровень хаоса обладает удивительной устойчивостью к происходящим изменениям{1,2,3}. Эта устойчивость оказывается важнейшей составляющей глобального действующего хаоса {4,5}. Но как она достигается? Как из бесконечного множества возможных конфигураций материи закрепляются именно те, что мы наблюдаем вокруг?

Ответ даёт **естественный отбор** – механизм, который действует задолго до появления жизни {43,44}. В неживой природе отбор не направлен к цели, не имеет «замысла», но он неумолимо сортирует всё, что возникает в потоке случайностей {45,46}. Посмотрим на рисунок 13, где схематично изображены виды естественного отбора и их последовательность.

Первая проверка: на существование

Всякий автомат, едва возникнув из хаоса, проходит первую и самую жёсткую проверку – на способность просто существовать {1,2}. Если он самоуничтожается в первые же мгновения, если его внутренние связи слишком слабы, чтобы удержать структуру, если сегрегация не справляется с напором потока – такой автомат исчезает, даже не начав своей истории {9,10}.

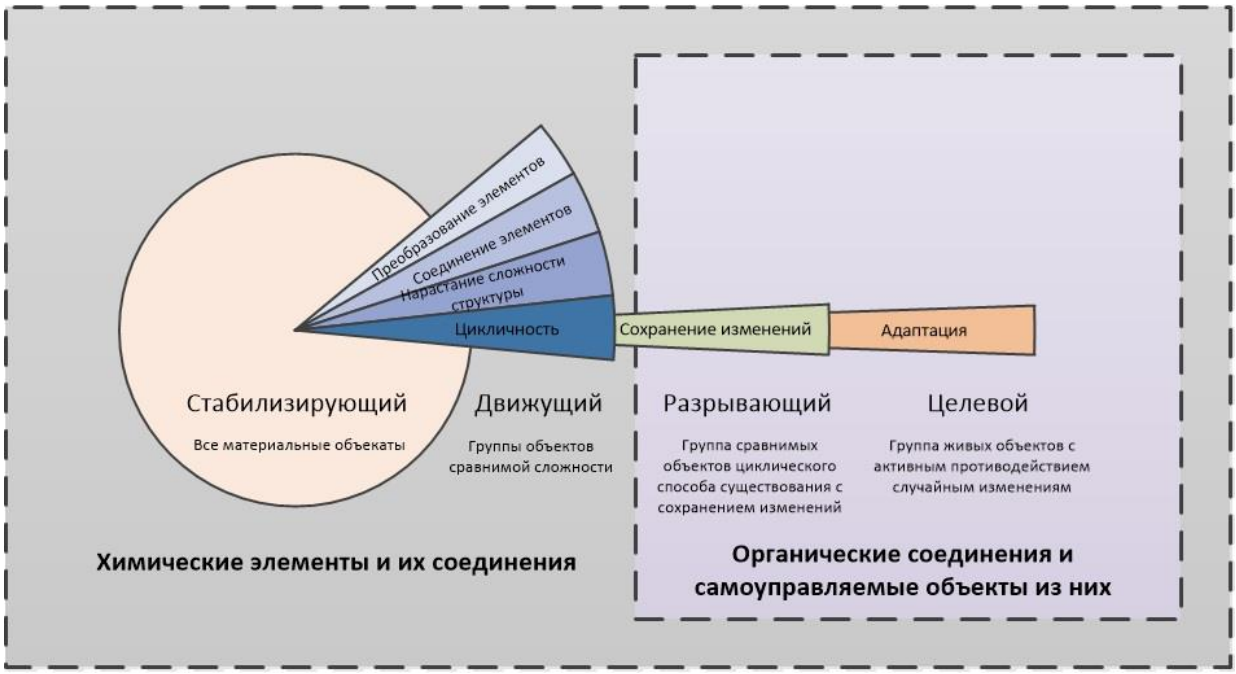


Рис.13. Виды естественного отбора.

Эту проверку осуществляет **стабилизирующий отбор** {4,5}. Он действует как сито, отсеивающее неудачные, нежизнеспособные конфигурации и сохраняющее те, что находятся в устойчивом равновесии со средой {12,13}. Стабилизирующий отбор – консервативная сила, поддерживающая статус-кво. Именно благодаря ему атомы благородных газов остаются в основном состоянии, кристаллы сохраняют свою решётку, а звёзды миллиарды лет удерживаются на главной последовательности {14,21}.

Вторая проверка: на преобразование

Если автомат прошёл первое испытание, он автоматически попадает на второй уровень. Здесь, в изменяющихся условиях, под действием внешних градиентов температуры, давления или состава среды, вступает в действие **движущий отбор** {43,44}.

Автоматы, способные накапливать полезные изменения, самоусложняться, соединяться с другими объектами, получают преимущество {24,25}. Те, у кого развита самосегрегация, кто создаёт зоны антихаоса и порождает новые структуры через СОЦ, – именно они оставляют свой след в эволюции {19,20}. Здесь рождается разнообразие: из относительно простых и стабильных частей формируются объекты новой сложности{21,22}. От атомов до молекул, от молекул до кристаллов, от кристаллов до планет и звёзд – движущий отбор ведёт материю по пути усложнения {23,26}.

Третья проверка: на разделение

В некоторых дружественных средах, где создаются условия для самостоятельных ветвящихся процессов, возникает возможность для следующего шага. Здесь работает **дизруптивный (разрывающий) отбор**{45}.

Единая популяция автоматов расщепляется на несколько ветвей, каждая из которых оказывается в своей, ещё более ограниченной дружественной среде {46,47}. Газопылевое облако фрагментируется на отдельные сгустки, дающие начало разным звёздам {12,13}. Раствор расслаивается на фазы разного состава {21,22}. Углерод выбирает, стать ли ему графитом или алмазом {23}. Дизруптивный отбор порождает принципиально новые формы, создавая разнообразие там, где раньше было единство {26,27}. Он подготавливает почву для появления новых уровней иерархии {4,5}.

Высший уровень: адаптация

На самом высоком уровне сложности, в среде сложных автоматов и живых существ, возникает способность к **адаптации** – активному использованию хаоса для достижения собственных целей {17,18}. Здесь отбор перестаёт быть только слепой статистикой, появляется элемент целеполагания {31,32}. Но это уже выход за рамки неживой природы, хотя истоки этого явления – в тех же механизмах, что работают на всех уровнях {33,34}.

Что мы получили

Естественный отбор не просто сортирует автоматы – он выстраивает всю иерархию существования {1,2,3}. Он разводит бесконечное множество возникающих частиц и структур по разным уровням сложности, по разным временам жизни, по разным стратегиям взаимодействия с потоком случайностей {4,5}. *От полного подчинения до устойчивого противостояния – это линия пассивного выживания. Активное взаимодействие, использование хаоса для самообновления – это уже следующий этап, ведущий к жизни и разуму* {6,7,8}.

Время и случайности создали предел существования любого автомата. Но в этих пределах естественный отбор нашёл способы создавать всё более сложные и совершенные формы {42,43}.

Видимо, человек только сейчас дошёл до нужного уровня развития и понимания, чтобы начать задавать правильные вопросы {44}. Ищет на них возможные ответы, и постепенно науки о сложности – синергетика, теория хаоса, теория самоорганизованной критичности – приближают нас к пониманию того вечного круговорота материи, который разворачивается в жёстких рамках естественного отбора {45,46,47}.

VIII.1. Общая идея отбора в неживой природе

В ППС понятие отбора применяется не к живым организмам (это область биологии), а к автоматам любого уровня — от атомов до галактик {1,2}. Отбор в неживой природе — это не метафора, а статистическая закономерность: одни конфигурации материи сохраняются дольше и воспроизводятся чаще, другие разрушаются быстрее {3}.

Естественный отбор в популяциях автоматов опирается на то, как реализуются стратегии существования (Часть VII) {6,7,8}. Стабилизирующий отбор закрепляет стратегию противостояния, движущий — взаимодействия, а дизруптивный может разделять популяцию на группы с разными стратегиями {43,44,45}.

В потоке случайностей постоянно рождаются и разрушаются автоматы {4,5}. Те автоматы, которые лучше справляются с сегрегацией (выше η,

больше v_{seg}), дольше живут в недружественных средах {1,2,3}. Те, у которых выше вероятность рождения (больше p_{anti}, больше v), чаще дают начало новым автоматам {19,20}.

В результате в популяции автоматов со временем накапливаются те конфигурации, которые лучше:

- *выживают* (дольше сопротивляются старению и катастрофе);
- *размножаются* (чаще порождают новые автоматы через СОЦ) {4,5}.

Это и есть отбор, но без генов, без наследственности и без целенаправленности — чисто статистический процесс {42}.

Ключевая идея: естественный отбор в популяциях автоматов является *макроскопическим проявлением* работы механизмов сегрегации (на границах) и самосегрегации (в объёме) {19,20}. Конкретная форма отбора определяется тем, как эти механизмы перераспределяют элементы в пространстве параметров под действием внешних и внутренних факторов {1,2,3}.

VIII.2. Принцип сегрегационной основы отбора

Естественный отбор в популяциях автоматов возникает из совместного действия двух фундаментальных механизмов {4,5}:

Сегрегация на границах определяет, какие элементы из внешнего потока допускаются внутрь автоматов и, следовательно, могут участвовать в формировании следующих поколений {1,2,3}.

Самосегрегация в объёме создаёт внутреннюю структуру — кластеры «своих» элементов, которые становятся «единицами отбора» и зонами потенциального рождения нового (СОЦ) {19,20}.

Следствие: Динамика распределения автоматов по параметрам полностью определяется соотношением между:

- поступлением хаоса извне (J_{in});
- эффективностью внешней сегрегации (Fr);
- скоростью и характером внутренней самосегрегации (τ_{self}, S);
- вероятностью рождения новых автоматов (J_{birth});
- частотой катастроф (СОК) {29,30}.

VIII.3. Стабилизирующий отбор

Стабилизирующий отбор — это поддержание динамического равновесия между поступлением хаоса, его удалением через сегрегацию и переработкой через самосегрегацию {4,5}.

Математически:

$$J_{in} \approx J_{out} + \xi \text{ или } Fr \approx 1,\ \tau_{self} \approx \tau_{crit} \qquad (1)$$

Роль сегрегации: Сегрегация успешно отсеивает вредные элементы из внешнего потока ($J_{out} \approx J_{in}$), поддерживая стабильный системный хаос {1,2,3}.

Роль самосегрегации: Самосегрегация эффективно перерабатывает внутренний хаос, удерживая кластеры «чужих» элементов в безопасных размерах ($S < S_{crit}$) и не допуская образования критических зон {19,20}.

Что происходит с популяцией:

- сохраняется существующее распределение параметров;
- «средний тип» удерживается;
- отклонения от нормы элиминируются {42}.

Примеры в неживой природе:

- звезда на главной последовательности (баланс гравитации и термоядерных реакций) {12,13,14};
- стабильный кристалл в равновесии с раствором {21,22};
- атом в основном состоянии {9,10};
- планета на стабильной орбите {12,13};
- химическое равновесие в закрытой системе {23}.

Биологическая аналогия: поддержание генетического равновесия в стабильной среде, где существующие аллели хорошо адаптированы {43,44}.

VIII.4. Движущий (направленный) отбор

Движущий отбор — это направленное изменение средних параметров популяции под действием внешнего градиента потока {43,44}.

Математически:

$$\frac{d}{dt}\langle p\rangle \neq 0 \qquad (2)$$

где p — некоторый параметр автомата (состав, структура, размер).

Роль сегрегации: Под давлением внешних условий сегрегация меняет свои критерии — то, что раньше было «чужим», становится «своим» (или наоборот). Пороги чувствительности Δ_{crit} смещаются.

Роль самосегрегации: Самосегрегация усиливает эффект, создавая кластеры элементов с новыми свойствами {19,20}. Эти кластеры становятся «центрами кристаллизации» нового среднего типа {21,22}.

Что происходит с популяцией:

- среднее значение параметра $\langle p\rangle$ смещается;
- распределение параметров дрейфует в направлении градиента;
- автоматы, быстрее накапливающие полезный тип хаоса, получают преимущество {45}.

Примеры в неживой природе:

- эволюция звёзд (смена термоядерного топлива: H → He → C → ...) {12,13,14};
- диффузия примесей в кристалле под действием градиента температуры {21,22};
- рост кристалла в пересыщенном растворе {23};
- химическая эволюция в протопланетном диске (обогащение тяжёлыми элементами) {24,25};
- фракционирование изотопов в гравитационном поле {26,27}.

Биологическая аналогия: изменение частоты аллелей в популяции под действием давления отбора, когда носители определённого аллеля получают репродуктивное преимущество {43,44}.

VIII.5. Разрывающий (дизруптивный) отбор

Разрывающий отбор — это разделение исходной популяции автоматов на две или более изолированные группы с разными характеристиками {45}.

Математически:

$$\frac{d}{dt}\langle p\rangle \text{ имеет два (или более) локальных максимума вместо одного;} \qquad (3)$$

Роль сегрегации: Если разделившиеся группы сохраняют автономность, сегрегация на их границах закрепляет разделение — каждая группа вырабатывает свои критерии «свой/чужой» {1,2,3}.

Роль самосегрегации: Играет ключевую роль {19,20}. Внутреннее разделение на кластеры «своих» достигает такой степени, что возникают две или более устойчивые субпопуляции {4,5}. Параметр самосегрегации S превышает критическое значение S_{crit}, и система входит в режим фазового разделения {21,22}.

Что происходит с популяцией:

- единое распределение параметров расщепляется на два (или более);
- промежуточные состояния становятся неустойчивыми;
- образуются две субпопуляции с разными характеристиками {46,47}.

Примеры в неживой природе:

- *спинодальный распад* — в неоднородном растворе вещество разделяется на две фазы разного состава {21,22};
- *фрагментация газопылевого облака* — облако распадается на отдельные сгустки, из которых потом образуются звёзды {12,13};
- *кристаллизация с образованием разных полиморфных модификаций* (графит и алмаз из углерода) {23};
- *разделение изотопов* в градиентных потоках {26,27};
- *фазовая сегрегация в сплавах* — образование областей с разным составом {21,22}.

Биологическая аналогия: видообразование, когда исходная популяция разделяется на две, между которыми прекращается скрещивание {43,44}.

VIII.6. Целевой отбор

Целевой отбор — это отбор, направленный на достижение заранее заданной цели {31,32}.

Статус в ППС: отсутствует в неживой природе {1,2}.

Пояснение: В неживой природе нет целей, нет плана, нет «хотения». Всё, что происходит — результат статистических закономерностей{3}. Автоматы не «стремятся» к чему-то, они просто существуют, пока могут, и разрушаются, когда не могут {4,5}.

Целевой отбор появляется только там, где есть субъект, ставящий цели — то есть в живой природе и, особенно, в человеческой деятельности {31,32}. В рамках ППС (неживая природа) он не рассматривается {1,2}.

VIII.7. Математическое обобщение отбора

Общее уравнение динамики распределения автоматов по параметрам {4,5}:

$$\frac{\partial n(p,t)}{\partial t} - \frac{\partial}{\partial p}\left[v(p)n(p,t)\right] + \int w(p|p')n(p',t)dp' - \lambda(p)n(p,t) + \mu(p) \qquad (4)$$

Каждый член этого уравнения выражается через параметры ППС следующим образом {1,2,3}:

Скорость дрейфа $v(p)$ пропорциональна градиенту внешнего потока и скорости изменения порогов сегрегации {4,5}:

$$\mathrm{v(p)} \sim \frac{\partial \Delta \mathrm{crit}}{\partial \mathrm{t}} \cdot \nabla J_{\mathrm{ext}} \qquad (5)$$

где Δ_{crit} — порог чувствительности сенсора, J_{ext} — плотность внешнего потока {1,2,3}.

Ядро рождения $w(p|p')$ связано с вероятностью СОЦ и фактором усиления от самосегрегации {19,20}:

$$w(p|p')=\nu(p,p')\cdot p_{anti}(p')\cdot f_{self}(p') \qquad (6)$$

Здесь ν — средний выход из зоны антихаоса, p_{anti} — вероятность антихаоса, f_{self} — фактор усиления (зависит от концентрации кластеров) {21,22}.

Скорость гибели $\lambda(p)$ обратно пропорциональна времени жизни автомата {29,30}:

$$\lambda(p) = \frac{1}{\tau_{life}(p)} = \frac{J_{in}(p)(1 - Fr(p))}{H_{crit}(p)} \qquad (7)$$

где J_{in} — поступление хаоса, Fr — число дружественности, H_{crit} — критическая мера хаоса {1,2}.

Внешний источник $\mu(p)$ определяется потоком автоматов, рождающихся непосредственно из внешнего хаоса и прошедших сегрегацию {3}:

$$\mu(p)=J_{in}(p)\cdot\eta(p) \qquad (8)$$

где η — эффективность сегрегации {1,2,3}.

Эти соотношения замыкают модель и позволяют описывать все три формы отбора в рамках единого математического аппарата {42,43}.

VIII.8. Примеры для разных уровней

Атомный уровень

Стабилизирующий: атомы благородных газов (заполненные оболочки) {9,10}.

Движущий: радиоактивный распад (направленное изменение состава ядра) {11}.

Дизруптивный: разделение изотопов при диффузии {26,27}.

Молекулярный уровень

Стабилизирующий: устойчивые молекулы (H_2, O_2, N_2) {23}.

Движущий: полимеризация (направленное удлинение цепей) {24,25}.

Дизруптивный: спинодальный распад в растворах полимеров {21,22}.

Кристаллический уровень

Стабилизирующий: совершенные кристаллы в равновесии {21,22}.

Движущий: рост кристалла в пересыщенном растворе {23}.

Дизруптивный: образование разных полиморфных модификаций {23}.

Звёздный уровень

Стабилизирующий: звезда на главной последовательности {12,13,14}.

Движущий: эволюция звезды (смена топлива) {12,13,14}.

Дизруптивный: фрагментация газопылевых облаков при звездообразовании {12,13}.

Галактический уровень

Стабилизирующий: устойчивые спиральные галактики{24,25}.

Движущий: слияние галактик {24,25}.

Дизруптивный: распад галактик при приливных взаимодействиях {24,25}.

VIII.9. Связь с другими частями ППС

Таблица 5

Компонент	Связь с отбором
Сегрегация (IV.1)	Определяет, какие элементы вообще участвуют в отборе {1,2,3}
Самосегрегация (IV.2)	Создаёт внутреннюю структуру, определяющую «единицы отбора» {19,20}
Системный хаос (IV.3)	Материал, на котором действует отбор {4,5}
Антихаос (IV.5)	Зоны, где рождаются новые варианты для отбора {17,18}
СОЦ (IV.9)	Механизм появления новых автоматов {21,22,23}
СОК (IV.8)	Механизм элиминации неудачных вариантов {29,30}
Дружественная среда (IV.6)	Условия, в которых отбор может идти медленно {1,2}
Принцип двойной фильтрации (V.4)	Объясняет, как отбор работает на двух уровнях {4,5}

VIII.10. Итог по отбору в неживой природе

Отбор существует в неживой природе как статистическая закономерность: одни конфигурации материи сохраняются дольше и воспроизводятся чаще {1,2}.

Три формы отбора работают на всех уровнях:

1. *Стабилизирующий* — поддержание равновесия ($Fr \approx 1$, $\tau_{self} \approx \tau_{crit}$) {4,5}.
2. *Движущий* — направленное изменение под действием градиентов ($\frac{d}{dt}\langle p \rangle \neq 0$) {43,44}.
3. *Дизруптивный* — разделение на разные типы ($S > S_{crit}$) {45}.
4. *Сегрегация и самосегрегация* — микроскопические механизмы, реализующие отбор:
   - сегрегация фильтрует внешний поток, определяя, кто может участвовать {1,2,3};
   - самосегрегация создаёт внутренние кластеры, которые становятся единицами отбора {19,20}.

- Дружественная среда (Fr ≥ 1) и возникающий в ней дружественный хаос создают условия, в которых отбор может действовать наиболее эффективно. В такой среде автомат не просто защищается от потока случайностей, но использует поступающее разнообразие для генерации новых вариантов, ускоряя эволюционный процесс [17], [18], [26], [29], [44].

5. *Целевой отбор отсутствует* — в неживой природе нет целей {1,2}.

Математическое описание — уравнение динамики распределения автоматов по параметрам, все члены которого выражаются через величины из Частей IV–VI {4,5,29,30}.

Универсальность — одни и те же закономерности прослеживаются от атомного до галактического уровня, подтверждая принцип масштабной инвариантности ППС {21,22,24,25}.

ЧАСТЬ IX. СООТВЕТСТВИЕ ФИЗИКЕ И ФАЛЬСИФИКАЦИЯ

IX.1. Что соответствует физике (подтверждённые основания)

ППС опирается на следующие твёрдо установленные физические факты и теории:

- **Квантовые флуктуации вакуума** – экспериментально подтверждены (лэмбовский сдвиг {9}, эффект Казимира {10}) и являются фундаментальным источником случайностей {11}.
- **Диффузия дефектов и макроразрушение** – хорошо изучены в физике твёрдого тела; накопление микроповреждений ведёт к усталости и разрушению материалов {21,22}.
- **Масштабная инвариантность** – проявляется в степенных распределениях (землетрясения {29,30}, размеры астероидов {23}, галактик {24,25}) и описывается теорией фракталов {26,27}.
- **Звёздный нуклеосинтез** – подтверждён астрофизическими наблюдениями {12,13,14}ядра атомов синтезируются в звёздах в условиях высоких температур и давлений {15,16}.
- **Образование планет** – наблюдается в протопланетных дисках; гравитационная неустойчивость и аккреция ведут к формированию планетных тел {24,25}.
- **Самоорганизованная критичность (СОК)** – экспериментально воспроизведена в простых системах (песочные кучи) и наблюдается в природе (землетрясения, лесные пожары) {29,30}.
- **Самоорганизованная целостность (СОЦ)** – проявляется в фазовых переходах первого рода (кристаллизация, конденсация), где новая фаза зарождается в виде зародышей {21,22,23}.

IX.2. Что требует уточнения (направления развития)

Несмотря на широкую эмпирическую базу, некоторые аспекты ППС нуждаются в дальнейшей разработке {1,2}:

- **Мера разнообразия** – требуется строгое определение, отличающее её от энтропии и пригодное для количественных расчётов {3}.
- **Параметризация антихаоса** – необходимо выразить вероятность p_{anti} через микроскопические характеристики флуктуаций для разных типов систем {17,18}.
- **Сечение захвата σ и фактор усиления f_{self}** – нуждаются в калибровке для конкретных автоматов (атомы, кристаллы, звёзды) {19,20}.
- **Связь между уровнями иерархии** – оператор трансформации T_n должен быть явно построен для ключевых переходов (например, от дефектов к микротрещинам) {21,22}.

IX.3. Экспериментальные подтверждения

Прямые наблюдения, поддерживающие ППС:

- **Сегрегация в роевой робототехнике** – простые роботы с минимальными сенсорами спонтанно разделяются на группы «своих» и «чужих» {48}.
- **СОЦ в неживой природе** – кристаллизация {21,22}, нуклеосинтез 12,13,14}, мицеллообразование {23}, образование фуллеренов {26,27} – все эти процессы соответствуют рождению автоматов из хаоса.
- **СОК в неживой природе** – землетрясения {29,30}, сверхновые {12,13}, усталость металлов {21,22}, лавины {23} – демонстрируют степенные распределения и критическое поведение.
- **Самосегрегация** – спинодальный распад в сплавах {21,22}, расслоение жидкостей {24,25}, кластеризация примесей в кристаллах {23} – наблюдаются методами электронной микроскопии и рентгеновской дифракции.

IX.4. Фальсифицируемость (ключевые пункты)

Каждое фундаментальное утверждение ППС может быть опровергнуто конкретным экспериментом или наблюдением {1,2,3}.

IX.4.1. Законы потока (1–6)

1. **Закон непрерывности:** наблюдение случайности, исчезающей бесследно без передачи возмущения и без материального следа{9,10,11}.
2. **Закон иерархической передачи:** устойчивый регулярный поток влияния сверху вниз, не связанный с разрушением автоматов {29,30}.
3. **Закон трансформации материальности:** случайность, которая при переходе на следующий уровень полностью теряет материальность (становится «чистой информацией» без носителя) {1,2}.
4. **Закон статистической предсказуемости:** статистические характеристики потока принципиально не могут быть предсказаны даже в среднем {3}.
5. **Закон пороговой активации:** устойчивое рождение новых автоматов в среде, полностью лишённой локальных неоднородностей {17,18}.

6. **Закон синхронности:** рождение автомата при полном отсутствии хотя бы одного из трёх факторов (антихаос, подходящий элемент, энергия) {19,20}.

IX.4.2. Законы хаоса (1–7)

1. **Закон фундаментальной неопределённости:** нарушение принципа неопределённости Гейзенберга {9,10}.
2. **Закон каскадного усиления флуктуаций:** система, где все флуктуации затухают (все показатели Ляпунова $\lambda \leq 0 \lambda \leq 0$) {29,30}.
3. **Закон статистической необратимости:** вечный двигатель второго рода (самопроизвольное убывание энтропии в замкнутой системе) {15,16}.
4. **Закон динамической устойчивости через диссипацию:** устойчивая структура в замкнутой системе (без обмена энергией и веществом) {17,18}.
5. **Закон бифуркационной чувствительности:** все переходы непрерывны и предсказуемы (нет критических точек, нет скачков) {28}.
6. **Закон эргодичности квантового хаоса:** неэргодичная система, где временные средние принципиально не сходятся с ансамблевыми{1,2}.
7. **Закон непрерывности хаоса:** достижение состояния с абсолютно нулевым хаосом ($H=0$) – например, кристалл без единого дефекта и без колебаний при $T=0$ {21,22}.

IX.4.3. Операциональные понятия

- **Сегрегация:** систематическое отклонение от уравнения $J_{out}=Sv_{seg}\rho_{boundary}\eta$ более чем на 3σ {1,2,3}.
- **Самосегрегация:** отсутствие фазового разделения при $T<T_c$ (например, смесь остаётся однородной ниже критической температуры) {19,20}.
- **Критерий дружественной среды ($Fr \geq 1$):** автомат существует длительно при $Fr<0.8$ {1,2}.
- **Критерий самосегрегации ($\tau_{self} \leq \tau_{crit}$):** автомат устойчив при $\tau_{self} > \tau_{crit}$ {3}.
- **Связь рождения порядка с самосегрегацией ($J_{birth}=vp_{anti}f_{self}$):** J_{birth} не зависит от кластеризации ($f_{self}=1$ всегда) {17,18}.

IX.4.4. Принципы организации

- **Масштабная инвариантность:** все распределения в природе гауссовы (имеют выделенный масштаб), степенных законов не наблюдается {21,22,24,25}.
- **Иерархическая самоорганизация:** обнаружен уровень материи, который не состоит из более мелких автоматов и не входит в более крупные {4,5}.
- **Принцип антихаоса:** рождение автоматов в абсолютно однородной среде без локальных флуктуаций {17,18}.
- **Принцип двойной фильтрации:** автомат устойчив при одновременном нарушении $Fr \geq 1$ и $\tau_{self} \leq \tau_{crit}$ {1,2,3}.

IX.4.5. Ключевые предсказания

- **Непредсказуемость момента катастрофы:** возможность предсказать момент разрушения конкретного экземпляра с вероятностью >90% {29,30}.
- **Сегрегация как поверхностный процесс:** J_{out} пропорционален объёму, а не площади поверхности {1,2,3}.

IX.5. Стратегии существования

Классификация автоматов на три стратегии (подчинение, противостояние, взаимодействие) имеет под собой прочную эмпирическую базу {1,2,3}. Примеры, приведённые в разделах VII.2–VII.4, демонстрируют, что всё многообразие неживых автоматов – от элементарных частиц до галактик – укладывается в эту схему {6,7,8}.

Фальсифицируемость:

Классификация опровергается обнаружением автомата, поведение которого не соответствует ни одной из трёх стратегий (например, он одновременно и подчиняется потоку, и активно взаимодействует с ним без переходных стадий) {29,30}.

Также классификация теряет смысл, если будет показано, что выбор стратегии никак не влияет на выживаемость и воспроизводство автоматов (т.е. стратегии не коррелируют с параметрами отбора) {31,32}.

На сегодняшний день ни одно из этих условий не выполнено.

IX.6. Итоговый статус гипотезы

Таблица 6

Компонент	Статус	Обоснование
7 законов хаоса	☐ Физические законы	Основаны на квантовой механике, термодинамике, теории динамических систем {9,10,11,15,16,17,18}
6 законов потока	☐ Физические законы	Опираются на уравнение непрерывности, причинность, законы сохранения {1,2,3}
Элементарные автоматы	☐ Физические автоматы	Квантовые частицы обладают спином, квантовыми числами, полевой природой {9,10,11}
Сегрегация	☐ Операциональное понятие	Физически обосновано, но требует калибровки под конкретные системы {1,2,3}
Самосегрегация	☐ Операциональное понятие	Имеет строгую математическую модель (Кана–Хиллиард) и экспериментальные подтверждения {19,20,21,22}

Принципы организации	☐ Эмпирические обобщения	Многократно подтверждены, но не выведены из первых принципов {4,5,24,25}
Принцип двойной фильтрации	☐ Эмпирическое обобщение	Логически вытекает из анализа устойчивости автоматов {1,2,3}
Стратегии существования	☐ Эмпирическая классификация	Подтверждается наблюдениями, фальсифицируема {6,7,8,31,32}

ЧАСТЬ X. ЗАКЛЮЧЕНИЕ — ОБРАЗ МИРА

Мы начали этот путь с вопроса: откуда берутся случайности? Ответ пришёл из глубин квантового вакуума — вечного источника флуктуаций, неиссякаемого потока, пронизывающего всё сущее {9,10,11}. Этот поток течёт снизу вверх: от квантовых флуктуаций к атомным дефектам, от них — к макроскопическим разрушениям и космическим катаклизмам {29,30}. И нет в мироздании ничего, что стояло бы вне этого течения {1,2,3}.

В потоке возникают удивительные островки устойчивости — автоматы {4,5}. Атомы, кристаллы, планеты, звёзды, галактики — всё это автоматы, способные не просто пассивно дрейфовать, но и активно взаимодействовать со случайностью {12,13,14}. У каждого автомата есть граница, где работает сегрегация, отличающая «своё» от «чужого» {1,2,3}. У каждого есть внутренняя среда — действующий хаос, где кипят свои страсти, накапливаются повреждения, зреют будущие катастрофы {19,20}. И в каждом, в редкие мгновения, могут возникать зоны антихаоса — точки роста, где из беспорядка рождается новый порядок {17,18}.

Автоматы живут, стареют и гибнут, возвращаясь в поток {29,30}. Одни подчиняются течению, исчезая при первом же ударе {9,10,11}. Другие противостоят ему, сохраняя себя миллиарды лет {12,13,14}. Третьи научились использовать поток для самообновления, создавая внутри себя зоны антихаоса и порождая новые структуры {17,18}. Эти три стратегии — подчинение, противостояние и взаимодействие — определяют судьбу всего сущего, от атомов до цивилизаций {6,7,8}.

Естественный отбор, действующий задолго до появления жизни, сортирует автоматы по их устойчивости и способности к воспроизводству {1,2,3}. Стабилизирующий отбор сохраняет достигнутое, движущий ведёт к усложнению, дизруптивный создаёт разнообразие {43,44,45}. И лишь на высших уровнях сложности возникает целеполагание — способность не просто реагировать на поток, но и ставить собственные цели {31,32}.

Мир подобен бесконечной реке, текущей снизу вверх. Она несёт в себе всё — от квантовых флуктуаций до галактических скоплений {21,22,24,25}. В ней нет ничего однажды созданного навечно: всё, что возникает, когда-нибудь исчезнет, чтобы стать материалом для нового {29,30}. Звёзды сгорают и взрываются,

разбрасывая тяжёлые элементы, из которых сложатся новые планеты{12,13,14}. Планеты остывают и разрушаются, возвращая вещество в межзвёздную среду {24,25}. Даже чёрные дыры, эти космические долгожители, испаряются, возвращая энергию вакууму {9,10,11}.

И река не останавливается. У неё нет цели, нет начала и конца. Есть только вечное движение, вечное становление, вечный круговорот рождения и разрушения {4,5}. В этом круговороте нет ни трагедии, ни триумфа — есть только видоизменение материи, подчиняющееся простым и неумолимым законам {1,2,3}.

Мы, люди, — не сторонние наблюдатели. Наши тела состоят из атомов, рождённых в звёздах {12,13,14}. Наши мысли — комбинации нейронов, подчиняющиеся тем же принципам сегрегации и отбора {1,2,3}. Наши общества, технологии, идеи — всё это тоже автоматы, плывущие в потоке случайностей {42}. Мы не можем остановить течение, но можем научиться понимать его законы и использовать его силу {46,47}.

Парадигма Потока Случайностей — попытка увидеть этот круговорот изменений материи и описать его на языке, достаточно точном для науки и достаточно широком для философии {1,2,3}. Она не даёт окончательных ответов, но предлагает способ думать о мире, в котором случайность и необходимость, хаос и порядок, рождение и гибель не противопоставлены, а неразрывно связаны {6,7,8}.

Река течёт вечно. И мы — часть этого вечного течения.

г.Волгодонск
Март 2026

Библиография

1. Никитин А.В. Хаос вездесущий // «Академия Тринитаризма». — М., 2024. — Эл № 77-6567, публ.29182.
2. Никитин А.В. Хаос вездесущий - 2 // «Академия Тринитаризма». — М., 2025. — Эл № 77-6567, публ.29317.
3. Никитин А.В. Фракталоподобный Мир // «Академия Тринитаризма». — М., 2025. — Эл № 77-6567, публ.29591.
4. Никитин А.В. Парадигма потока случайностей. Том 1. — 2026.
5. Никитин А.В. Парадигма потока случайностей. Том 2. — 2026.
6. Никитин А.В. Вселенная автоматов // «Академия Тринитаризма». — 2020. — Эл № 77-6567, публ.26639.
7. Никитин А.В. Хаос, случайность, неопределенность и эволюция // «Академия Тринитаризма». — 2019. — Эл № 77-6567, публ.25945.
8. Никитин А.В. Как всё существует. Версия атеиста // «Академия Тринитаризма». — 2022. — Эл № 77-6567, публ.28083.
9. Лэмб У.Е., Резерфорд Р.С. Тонкая структура водорода // Physical Review. — 1947. — Т. 72. — С. 241–243.
10. Казимир Х.Б.Г. О притяжении между двумя идеально проводящими пластинами // Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen. — 1948. — Т. 51. — С. 793–796.
11. Wilson C.M. et al. Observation of the dynamical Casimir effect in a superconducting circuit // Nature. — 2011. — Vol. 479. — P. 376–379.
12. Бете Г. Энергопроизводство в звездах // Physical Review. — 1939. — Т. 55. — С. 434–456.

13. Чандрасекар С. Введение в учение о строении звезд. — М.: Иностранная литература, 1950. — 476 с.
14. Шварцшильд М. Строение и эволюция звезд. — Принстон: Princeton University Press, 1958. — 296 с.
15. Больцман Л. Лекции по теории газов. — М.: Гостехиздат, 1953. — 552 с.
16. Клаузиус Р. О движущей силе теплоты. — М.: Гостехиздат, 1934. — 140 с.
17. Дмитриев А.С. Детерминированный хаос и информационные технологии // Информационные технологии. — 2004. — № 2. — С. 2–12.
18. Prigogine I., Stengers I. Order out of chaos: Man's new dialogue with nature. — New York: Bantam Books, 1984. — 349 p.
19. Cahn J.W., Hilliard J.E. Free energy of a nonuniform system. I. Interfacial free energy // Journal of Chemical Physics. — 1958. — Т. 28, № 2. — С. 258–267.
20. Плышевская С.П. Метаустойчивые структуры уравнения Кана–Хилларда. — URL: http://dynsys.cfuv.ru/wp-content/uploads/2019/03/77-91.pdf
21. Френкель Я.И. Введение в теорию металлов. — М.: Наука, 1972. — 424 с.
22. Киттель Ч. Введение в физику твердого тела. — М.: Наука, 1978. — 792 с.
23. Паулинг Л. Природа химической связи. — М.: Госхимиздат, 1947. — 440 с.
24. Пиблс Ф.Дж.Е. Принципы физической космологии. — Princeton University Press, 1993. — 718 с.
25. Зельдович Я.Б., Новиков И.Д. Строение и эволюция Вселенной. — М.: Наука, 1975. — 736 с.
26. Мандельброт Б.Б. Фрактальная геометрия природы. — Нью-Йорк: W.H. Freeman, 1982. — 468 с.
27. Хайтун С.Д. Космологическая картина мира, вытекающая из гипотезы о фрактальной вселенной // «Академия Тринитаризма». — 2025. — Эл № 77-6567, публ.29418.
28. Том Р. Структурная устойчивость и морфогенез. — М.: Мир, 1972. — 288 с.
29. Бак П., Тан К., Визенфельд К. Самоорганизованная критичность // Physical Review Letters. — 1987. — Т. 59. — С. 381–384.
30. Бак П. Как работает природа: Теория самоорганизованной критичности. — М.: URSS, 2013. — 276 с.
31. Стратегии взаимодействия с хаосом в философии // Философский журнал. — 2023. — Т. 16, № 2. — С. 45–62.
32. Философия хаоса: от античности к современности. — М.: Наука, 2021. — 320 с.
33. Gould S.J., Eldredge N. Punctuated equilibria: the tempo and mode of evolution reconsidered // Paleobiology. — 1977. — Vol. 3, № 2. — P. 115–151.
34. Докинз Р. Эгоистичный ген. — М.: Мир, 1993. — 318 с.
35. Жаботинский А.М. Периодические процессы окисления малоновой кислоты в растворе // Биофизика. — 1964. — Т. 9. — С. 306–311.

36. Field R.J., Noyes R.M. Oscillations in chemical systems. IV. Limit cycle behavior in a model of a real chemical reaction // Journal of Chemical Physics. — 1974. — Vol. 60. — P. 1877–1884.
37. Холмс А. Физическая геология. — М.: Мир, 1971. — 480 с.
38. Сорохтин О.Г., Ушаков С.А. Развитие Земли. — М.: МГУ, 2002. — 560 с.
39. Димер Д.У., Дворкин Дж.П., Сэндфорд С.А. и др. Первые клеточные мембраны // Astrobiology. — 2002. — Т. 2, № 4. — С. 371–381.
40. Опарин А.И. Происхождение жизни. — М.: Московский рабочий, 1924. — 72 с.
41. Фокс С. Молекулярная эволюция и возникновение жизни. — М.: Мир, 1975. — 368 с.
42. Kauffman S.A. The origins of order: Self-organization and selection in evolution. — Oxford University Press, 1993. — 734 с.
43. Endler J.A. Natural selection in the wild. — Princeton University Press, 1986. — 336 p.
44. Grant P.R., Grant B.R. Unpredictable evolution in a 30-year study of Darwin's finches // Science. — 2002. — Vol. 296. — P. 707–711.
45. Шмальгаузен И.И. Факторы эволюции. — М.: Наука, 1968. — 452 с.
46. Малинецкий Г.Г. Математические основы синергетики. — М.: URSS, 2005. — 312 с.
47. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Основания синергетики. — СПб.: Алетейя, 2002. — 414 с.
48. Mitrano P., Berklud J., Giancola M., Pincherli K. A Minimalistic Approach to Segregation in Robot Swarms // Proceedings of the 2019 International Symposium on Multi-Robot and Multi-Agent Systems. — IEEE, 2019. — URL: https://arxiv.org/pdf/1901.10423v1

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Глоссарий терминов

A

Автомат

Сложный физический объект, состоящий из частей, охваченных энергетическими обратными связями, способный при возникновении определённых условий выполнять самодействие. Автомат обрабатывает поток случайностей, обладает локальностью и внутренней средой, в которой возникает действующий хаос. Примеры: атом, молекула, кристалл, звезда, галактика.
Ключевые признаки: сложность, энергетические обратные связи, самодействие, локальность, обработка потока.
☐ *Подробнее см. Часть II, разделы 2.1-2.2 (Том 1)*

Автомат элементарный

Автомат, который на данном уровне описания не делится на более простые части, но обладает внутренними степенями свободы (спин, квантовые числа), сложной структурой (кварки) или полевой природой (фотон). Имеет сенсоры (заряд, спин, масса), подчиняется правилам (уравнения движения, законы взаимодействия) и имеет актуаторы (изменение состояния, перемещение). Примеры: электрон,

фотон, кварки.
☐ *Подробнее см. Часть II, раздел 2.4 (Том 1)*

Автомат составной
Автомат, образованный из хаоса нижнего уровня через СОЦ. Полностью соответствует определению автомата как сложного объекта с обратными связями. Примеры: атомы, молекулы, звёзды, планеты.
☐ *Подробнее см. Часть II, раздел 2.4 (Том 1)*

Актуатор
Компонент автомата, реализующий изменение состояния или положения. Для атома — изменение электронной конфигурации или испускание фотона; для звезды — термоядерная реакция или гравитационный коллапс; для кристалла — диффузионное перемещение атомов.
☐ *Подробнее см. Часть II, раздел 2.2 (Том 1)*

Антихаос
Спонтанное локальное упорядочивание хаотичных систем. В хаосе возникают зоны антихаоса, локально упорядочивающие его части. Если создаются необходимые условия, в зоне антихаоса образуются новые объекты, а в них и новый хаос.
Ключевые свойства: локальность, кратковременность, статистичность, необходимость для СОЦ.
☐ *Подробнее см. Часть IV, раздел 4.5 (Том 2) и Часть VII, раздел 7.4 (Том 3)*

Б

Большой Синтез
Процесс возникновения новых, более сложных автоматов из действующего хаоса нижележащего уровня в зонах антихаоса через механизм СОЦ. Не является одномоментным событием, а представляет собой статистически неизбежный результат множества попыток.
☐ *Подробнее см. Часть VI (Том 2)*

Бифуркация
Точка в развитии системы, где накопление флуктуаций приводит к резкому переходу, и дальнейшая траектория становится принципиально непредсказуемой. В точке бифуркации система не является грубой: малое изменение параметра в ту или иную сторону приводит к резким изменениям состояния. В ППС бифуркации связаны с достижением критического уровня хаоса (СОК) в локальном объекте как системе.
☐ *Подробнее см. Часть III, раздел 3.5 (Том 1)*

В

«Вещество случайности»
Метафорическое выражение для материального носителя случайности, который может менять форму при переходе с уровня на уровень, сохраняя материальную природу. Флуктуация вакуума становится атомным дефектом, дефект — микротрещиной, микротрещина — макроразрушением.
☐ *Подробнее см. Часть I, раздел 1.2 (Том 1)*

Внешняя среда существования объекта
То, что окружает объект (автомата), но не входит в состав множества элементов объекта (автомата). Внешняя среда выступает средой поддержания существования объекта (автомата), из неё объект черпает ресурсы.
☐ *Подробнее см. Часть II, раздел 2.2 (Том 1)*

Внутренняя среда объекта (автомата)
Среда, находящаяся внутри объекта, определяющая его строение и существование его частей. Она включает в себя две составляющие: части объекта, связанные отношениями и связями, воздействующие на объект, а также внутреннюю среду этих частей, которая определяет их поведение и взаимодействие. Здесь от потока случайностей возникает действующий хаос.
☐ *Подробнее см. Часть II, раздел 2.2 (Том 1) и Часть III (Том 1)*

Г

Грубость свойств (робастность)
Устойчивость качественных особенностей системы по отношению к мелким модификациям её устройства. В точке бифуркации система не является грубой. В теории динамических систем трактуется как сохранение некоторых свойств системы при малых изменениях её математической модели.
☐ *Подробнее см. Часть III, раздел 3.5 (Том 1)*

Д

Действующий хаос
Мгновенный результат действия потока случайностей в объёме множества частей любого целого сложного объекта, постоянно изменяющийся во времени. Часть внутренней среды сложного автомата, возникающая в результате действия потока случайностей. Состоит из элементов, отклоняющихся от упорядоченной структуры (вакансии, междоузлия, дислокации, примеси, турбулентность); элементов в процессе перемещения, замены или ремонта; повреждений, накопленных в результате взаимодействия с потоком.
Проявления: пластичность, буферизация, накопление, генерация, ресурс для СОЦ.
☐ *Подробнее см. Часть III (Том 1)*

Дружественная среда
Состояние автомата, при котором скорость сегрегации не ниже скорости поступления хаоса из потока. Критерий: τ~seg~ ≤ τ~gen~. В такой среде автомат стареет медленнее и может эффективно использовать комбинаторику.
☐ *Подробнее см. Часть IV, раздел 4.6 (Том 2)*

Дружественный хаос
Хаос, который не разрушает автомат, а служит источником новых комбинаций и вариантов для отбора. Возникает в дружественной среде (τ_seg ≤ τ_gen), когда автомат не просто фильтрует внешний поток, но и создаёт внутренний управляемый хаос для генерации разнообразия. В отличие от разрушительного хаоса, дружественный хаос поддерживает комбинаторику и создаёт условия для

самообновления автомата. Является необходимым условием для реализации стратегии взаимодействия.
☐ *Подробнее см. Часть VII, раздел 7.4*

Е

Естественный отбор

Универсальный механизм, действующий в любых популяциях элементов, обладающих изменчивостью, некоторой формой наследования и дифференциальной выживаемостью. Впервые описан Ч. Дарвином как основной движущий фактор эволюции организмов. В ППС концепция расширяется на неживую природу, где естественный отбор проявляется в трёх формах (стабилизирующий, движущий, разрывающий) как статистическая закономерность сохранения одних конфигураций материи и разрушения других.
☐ *Подробнее см. Часть VIII (Том 3)*

З

Закон

Фундаментальное, физически обоснованное, математически выражаемое, фальсифицируемое утверждение. В ППС различаются 7 законов хаоса и 6 законов потока.
☐ *Подробнее см. Часть I, раздел 1.3 и Часть III, раздел 3.5 (Том 1)*

Зона антихаоса

Локальная область внутри действующего хаоса, где флуктуации создают условия для временного доминирования упорядочивающих взаимодействий.
☐ *Подробнее см. Часть IV, раздел 4.5 (Том 2)*

И

Иерархии объектов хаосов (автоматов)

Бесконечное множество цепей постепенного самоограничения разнообразия существования целых объектов (автоматов), как уровней взаимодействий частей нового Целого. От квантов пространства, квантов полей, частиц, атомов и т.д. до галактик, скоплений галактик, метагалактик и Вселенных.
☐ *Подробнее см. Часть II, раздел 2.5 (Том 1)*

Иерархическая самоорганизация

Принцип организации материи, согласно которому из хаоса нижнего уровня в зонах антихаоса рождаются автоматы верхнего уровня как СОЦ, во внутреннем объёме которых, в свою очередь, образуется собственный действующий хаос. Наблюдаемая закономерность эволюции материи.
☐ *Подробнее см. Часть V, раздел 5.2 (Том 2)*

К

Катастрофа (СОК)

Резкий переход, при котором накопленный хаос разрушает упорядоченную структуру автомата. Происходит при H > H~крит~. В терминах математической теории катастроф означает резкое качественное изменение объекта при плавном количественном изменении параметров, от которых он зависит. Примеры:

землетрясение, взрыв сверхновой, разрушение кристалла под нагрузкой. Характеризуется принципиальной непредсказуемостью момента.
☐ *Подробнее см. Часть IV, раздел 4.8 (Том 2)*

Комбинаторика
Создание новых конфигураций из элементов системного хаоса. Комбинаторика порождает новые случайности, которые уходят в восходящий поток. Примеры: бесконечные последовательности ДНК из 4 нуклеотидов, бесконечное множество химических соединений из элементов таблицы Менделеева.
☐ *Подробнее см. Часть IV, раздел 4.4 (Том 2)*

Л

Локальность
Фундаментальное свойство случайности и автоматов: каждая случайность возникает в конкретной точке пространства-времени, каждый автомат взаимодействует только с элементами своей непосредственной окрестности. Глобальные эффекты складываются из множества локальных событий.
☐ *Подробнее см. Часть 0, раздел 0.4 (Том 1)*

М

Марковский процесс
Случайный процесс, эволюция которого после любого заданного значения временного параметра t не зависит от эволюции, предшествовавшей t, при условии, что значение процесса в этот момент фиксировано («будущее» процесса не зависит от «прошлого» при известном «настоящем»).
☐ *Подробнее см. Часть I (Том 1)*

Масштабная инвариантность (самоподобие)
Принцип организации, согласно которому хаотические структуры и механизмы повторяются на разных масштабах — от квантового до космологического. Проявляется в степенных распределениях и фрактальной геометрии. Математически: $P(L) \sim L^{-\alpha}$.
☐ Подробнее см. Часть V, раздел 5.1 (Том 2)

Материальность случайности
Свойство случайности всегда иметь материальный носитель: флуктуацию поля, дефект структуры, возбуждение частицы. Не существует «чистых» случайностей без материальной основы.
☐ Подробнее см. Часть 0, раздел 0.3 (Том 1)

Мера хаоса (H)
Количественная характеристика уровня хаоса в автомате. Динамика описывается уравнением: $dH/dt = J_{in} - J_{out} - \xi + J_{birth}$.
☐ Подробнее см. Часть III, раздел 3.4 (Том 1)

Н

Немарковский процесс

Случайный процесс, эволюция которого после любого заданного значения времени t зависит от эволюции, предшествовавшей этому моменту времени. «Будущее» немарковского процесса зависит от его «прошлого». Случайный процесс с памятью. В ППС самоограничение разнообразия происходит в результате немарковского процесса под действием естественного отбора.

☐ *Подробнее см. Часть I (Том 1)*

О

Обработка потока

Функция автомата по принятию, преобразованию и передаче дальше потока случайностей. Реализуется через сегрегацию, накопление хаоса и комбинаторику.

☐ *Подробнее см. Часть II, раздел 2.1 (Том 1)*

Операциональные понятия

Рабочие инструменты для описания систем в рамках ППС: сегрегация, системный хаос, комбинаторика, дружественная среда, старение, катастрофа, антихаос, СОЦ.

☐ *Подробнее см. Часть IV (Том 2)*

Оси взаимодействия с хаосом

Ось «подчинение — противостояние»

Отражает один вид взаимодействия с хаосом — пассивное противостояние. От полного подчинения до почти вечного противостояния. В этой группе объектов находятся почти все саморегулируемые вещественные объекты вселенной и поля — от полей и элементарных частиц до скоплений галактик.

Ось «приспособление — использование»

Включает в себя варианты активного использования хаоса для продления существования. Это направление самоуправляемых объектов Вселенной. Появление жизни на Земле можно оценить как вариант существования биологической материи на основе адаптации к хаосу.

☐ *Подробнее см. Часть VII (Том 3)*

П

Первичный хаос

Квантовый вакуум, вечный источник всех случайностей. Состоит из виртуальных частиц и флуктуаций. Несотворим, неуничтожим, неизменен в своей основе. Экспериментально подтверждён эффектами Казимира, Лэмба, излучением Хокинга.

☐ *Подробнее см. Часть 0, раздел 0.2 (Том 1)*

Поток случайностей

Множество флуктуаций первичных квантовых полей как нулевых колебаний вакуума, образующих множество случайностей, происходящих в каждой точке пространства в любой момент времени. Это единственный генератор всех изменений в нашем мире. Непрерывное движение материальных случайностей снизу вверх по иерархии уровней. Подчиняется 6 законам потока.

☐ *Подробнее см. Часть I (Том 1)*

Правило
Физический закон или совокупность законов, определяющих поведение автомата. Для атома — уравнения квантовой механики; для звезды — уравнения гидростатического равновесия и термоядерного синтеза; для кристалла — законы диффузии и минимизации энергии.
☐ *Подробнее см. Часть II, раздел 2.2 (Том 1)*

Принципы организации
Эмпирические обобщения, наблюдаемые закономерности, не обладающие статусом фундаментальных законов, но важные для понимания картины мира. В ППС: масштабная инвариантность, иерархическая самоорганизация, принцип антихаоса.
☐ *Подробнее см. Часть V (Том 2)*

Причинность
Свойство события, зафиксированного Наблюдателем. Причина самопроизвольного начала события — случайность.
☐ *Подробнее см. Часть I, раздел 1.5 (Том 1)*

Р

Разнообразие
Основополагающий фактор возможности выбора, подразумевающий наличие большого числа несходных или неповторяющихся элементов, объектов, путей или вариантов как материального, так и нематериального характера. В ППС — мера количества различных типов, вариантов, конфигураций элементов в системе. Отличается от энтропии (меры неупорядоченности).
☐ *Подробнее см. Часть 0, раздел 0.5 (Том 1)*

С

Самодействие
Способность автомата к спонтанным изменениям при достижении определённых условий (порогов, резонансов, совпадений), без внешнего управления.
☐ *Подробнее см. Часть II, раздел 2.1 (Том 1)*

Самоограничение разнообразия
Процесс естественного изменения разнообразия множества объектов в результате немарковского процесса под действием естественного отбора.
☐ *Подробнее см. Часть II (Том 1)*

Самоорганизующаяся критичность (СОК)
Свойство динамических систем, в которых критическая точка является аттрактором. В ППС — см. Катастрофа.
☐ *Подробнее см. Часть IV, раздел 4.8 (Том 2)*

Самоорганизованная целостность (СОЦ)
Результат взаимодействия разнообразного множества объектов с образованием целостной самоупорядоченной структуры на новой ступени самоорганизации. Рождение нового автомата из хаоса в зоне антихаоса. Требует совпадения трёх факторов: наличие зоны антихаоса, поступление подходящего элемента из

потока, энергетические условия, допускающие связывание.
☐ *Подробнее см. Часть IV, раздел 4.9 (Том 2)*

Самопроизвольность
Беспричинность, спонтанность, самостоятельность. Характеристика процессов, вызванных не внешними влияниями, а внутренними причинами.
☐ *Подробнее см. Часть 0 (Том 1)*

Самосегрегация
Спонтанное разделение элементов внутри действующего хаоса на обособленные группы, кластеры или фазы на основе внутренних критериев совместимости («свой/чужой» относительно друг друга), без внешнего управляющего воздействия.
☐ *Подробнее см. Часть IV, раздел 4.2 (Том 2)*

Сегрегация
Фильтрация потока на границе автомата, удаление избыточного хаоса. Автоматы распознают «свои» и «чужие» элементы и либо пропускают их внутрь, либо отталкивают, либо уничтожают. Примеры: иммунная система, мембрана клетки, граница кристалла.
☐ *Подробнее см. Часть IV, раздел 4.1 (Том 2)*

Свойства
Наблюдаемые проявления действия законов в реальных системах. Не постулируются, а выводятся из законов. Примеры: локальность, иерархичность, материальность, неустранимость, стохастичность, кумулятивность.
☐ *Подробнее см. Часть I, раздел 1.4 и Часть III, раздел 3.6 (Том 1)*

Сенсор
Часть автомата или его свойство, реагирующее на изменения внешней или внутренней среды. В простейшем случае тернарный, различающий «пусто/свой/чужой». Для атома — электронная оболочка; для звезды — градиенты давления и температуры.
☐ *Подробнее см. Часть II, раздел 2.2 (Том 1)*

Система
(от др.-греч. σύστημα — «целое, составленное из частей; соединение») — множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, которое образует определённую целостность, единство.
☐ *Общенаучное понятие*

Системный хаос
Локальный действующий хаос ограниченного разнообразия, минимизированный до уровня систематизации и классификации. Набор типов элементов, комбинаторно совместимых в результате многократной сегрегации. «Осадок», остающийся после фильтрации потока. Примеры: 4 нуклеотида (А, Т, Г, Ц), 20 аминокислот, таблица Менделеева.
☐ *Подробнее см. Часть IV, раздел 4.3 (Том 2)*

Случайность
Самопроизвольное изменение части целого из состава ограниченного

разнообразия частей этого уровня. Материально обусловленное микроскопическое событие, возникающее самопроизвольно на квантовом уровне. Первичная категория, из которой вырастают поток, автоматы и хаос.
☐ *Подробнее см. Часть 0, раздел 0.1 (Том 1)*

Случайное (самопроизвольное) событие
Зафиксированное Наблюдателем следствие случайности.
☐ *Подробнее см. Часть 0, раздел 0.1 (Том 1)*

Событие
В физике и философии — то, что происходит в некоторый момент времени и рассматривается как изменение состояния мира. Событие устанавливается Наблюдателем как результат фиксации какого-то изменения. Отличается от случайности: случайность — миг, начало; событие — процесс, имеющий протяжённость и наблюдаемый результат.
☐ *Подробнее см. Часть 0, раздел 0.1 (Том 1)*

СОК (самоорганизованная критичность)
Феномен сложных систем (автоматов), при котором система (автомат) естественным образом эволюционирует в критическое состояние.
☐ *Подробнее см. Часть IV, раздел 4.8 (Том 2)*

СОЦ (самоорганизованная целостность)
Результат взаимодействия разнообразного множества объектов (автоматов) с образованием целостной самоупорядоченной структуры на новой ступени самоорганизации.
☐ *Подробнее см. Часть IV, раздел 4.9 (Том 2)*

Спинодальный распад
Механизм фазового разделения, при котором пересыщенный твёрдый раствор распадается на две фазы разного состава без образования зародышей новой фазы, через нарастание флуктуаций концентрации.
☐ *Подробнее см. Часть IV, раздел 4.2 (Том 2)*

Старение
Процесс необратимого накопления хаоса в автомате, ведущий к приближению критической меры H_crit и неизбежной катастрофе.
☐ *Подробнее см. Часть IV, раздел 4.7 (Том 2)*

Стратегии существования
Три базовых способа взаимодействия автомата с потоком случайностей: подчинение, противостояние, взаимодействие.
☐ *Подробнее см. Часть VII (Том 3)*

Субстрат случайности
Материальный носитель, на котором реализуется случайное событие. На квантовом уровне — флуктуации полей; на атомном — возбуждённые состояния; на макроуровне — дефекты структуры.
☐ *Подробнее см. Часть 0, раздел 0.3 (Том 1)*

Сценарий
Историческая последовательность событий, разворачивающаяся в системе под действием потока случайностей и законов отбора.
☐ *Подробнее см. Часть VI (Том 2)*

Т

Таксон
Группа в классификации, состоящая из дискретных объектов, объединяемых на основании общности свойств и признаков. В ППС таксоны возникают естественным образом в результате действия дизруптивного отбора.
☐ *Подробнее см. Часть VIII, раздел 8.5 (Том 3)*

Трансформация материальности
Переход случайности с уровня на уровень, сопровождающийся изменением формы её материального носителя, но сохранением материальной природы (закон 3 потока).
☐ *Подробнее см. Часть I, раздел 1.2 (Том 1)*

У

Уровень иерархии
Ступень организации материи, характеризующаяся качественно новыми типами автоматов и своими формами действующего хаоса. Примеры: квантовый, атомный, молекулярный, кристаллический, геологический, звёздный, галактический.
☐ *Подробнее см. Часть II, раздел 2.5 (Том 1)*

Ф

Фактор усиления (f_self)
Параметр, показывающий, во сколько раз наличие кластеров «своих» элементов повышает вероятность рождения новых автоматов в зоне антихаоса по сравнению с однородной средой.
☐ *Подробнее см. Часть VI, раздел 6.4 (Том 2)*

Фальсифицируемость
Критерий научности теории, согласно которому теория должна допускать принципиальную возможность опровержения конкретным экспериментом или наблюдением.
☐ *Подробнее см. Часть IX (Том 3)*

Флуктуация
Случайное отклонение физической величины от её среднего значения; микроскопическое проявление первичного хаоса.
☐ *Подробнее см. Часть 0, раздел 0.2 (Том 1)*

Фрактал
Геометрическая фигура, обладающая свойством самоподобия, то есть составленная из частей, каждая из которых подобна всей фигуре целиком. Математическое выражение масштабной инвариантности.
☐ *Подробнее см. Часть V, раздел 5.1 (Том 2)*

Х

Хаос
В ППС — не математическая абстракция, а материальная реальность: совокупность случайных отклонений, флуктуаций, дефектов, возбуждённых состояний, существующих в любой физической системе. Подчиняется 7 законам хаоса.
☐ *Подробнее см. Часть III (Том 1)*

Ц

Целевой отбор
Форма отбора, направленная на достижение заранее заданной цели. В неживой природе отсутствует; появляется только в живой природе и человеческой деятельности.
☐ *Подробнее см. Часть VIII, раздел 8.6 (Том 3)*

Ч

Число дружественности (Fr)
Безразмерный параметр, характеризующий эффективность сегрегации автомата. Определяется как отношение скорости удаления хаоса к скорости его поступления: Fr = J_out / J_in. Критерий дружественной среды: Fr ≥ 1.
☐ *Подробнее см. Часть IV, раздел 4.6 (Том 2)*

Число самосегрегации (s)
Безразмерный параметр, оценивающий эффективность внутреннего разделения элементов в действующем хаосе. При s < 1 самосегрегация недостаточна, хаос накапливается; при 1 ≤ s ≤ s_crit — оптимальный режим, стабилизация и подготовка СОЦ; при s > s_crit — самосегрегация создаёт опасные кластеры, приближающие катастрофу.
☐ *Подробнее см. Часть IV, раздел 4.6 (Том 2)*

Э

Эмерджентность
Возникновение у системы новых свойств, не присущих её компонентам по отдельности. В ППС эмерджентность объясняется переходом на новый иерархический уровень через СОЦ.
☐ *Подробнее см. Часть II, раздел 2.6 (Том 1)*

Энтропия
В классической термодинамике и статистической физике — мера неупорядоченности системы. В ППС отличается от меры хаоса H, которая учитывает не только статистический беспорядок, но и динамику его накопления и

переработки.
☐ *Подробнее см. Часть 0, раздел 0.5 (Том 1)*

Эффективность сегрегации (η)
Количественная характеристика способности границы автомата различать «свои» и «чужие» элементы. Определяется как доля «чужих» элементов, успешно отфильтрованных из поступающего потока.
☐ *Подробнее см. Часть IV, раздел 4.1 (Том 2)*

Я

Ядро рождения w(p|p')
Функция в уравнении динамики распределения автоматов, описывающая вероятность рождения автомата с параметрами p из автомата с параметрами p' через механизм СОЦ.
☐ *Подробнее см. Часть VIII, раздел 8.7 (Том 3)*

Приложение 2. Словарь символов

Символ	Значение
H	Мера хаоса автомата
H_{crit}	Критическая мера хаоса (точка катастрофы)
J_{in}	Плотность потока случайностей, поступающего в автомат
J_{out}	Плотность потока, удаляемого сегрегацией
ξ	Скорость внутреннего производства хаоса (старения)
J_{birth}	Поток новорождённых автоматов
Fr	Число дружественности (Fr = J_out / J_in)
τ_{gen}	Характерное время поступления новой случайности
τ_{seg}	Характерное время сегрегации
η	Эффективность сегрегации
v_{seg}	Скорость сегрегации
S	Площадь границы автомата
$\rho_{boundary}$	Плотность потока на границе
Δ_{crit}	Порог чувствительности сенсора
τ_{self}	Характерное время самосегрегации
s	Параметр самосегрегации
s_{crit}	Критическое значение параметра самосегрегации
p_{anti}	Вероятность антихаоса
ν	Выход новых автоматов из зоны антихаоса
f_{self}	Фактор усиления от самосегрегации
σ	Сечение захвата для элементов в зоне антихаоса
λ	Скорость гибели автоматов

Приложение 3. Сводка примеров по уровням

Квантовый уровень

Автоматы: элементарные частицы.

Сегрегация: квантовые числа (заряд, спин, цвет) определяют взаимодействие.

Самосегрегация: образование связанных состояний (адроны из кварков, атомные ядра из нуклонов).

СОЦ: рождение частиц при аннигиляции или в сильных полях.

СОК: аннигиляция частиц и античастиц.

Атомный уровень

Автоматы: атомы, ионы.

Сегрегация: электронная оболочка различает атомы по заряду ядра.

Самосегрегация: электронные конфигурации, заполнение оболочек.

СОЦ: образование атомов из плазмы (рекомбинация).

СОК: ионизация, распад возбуждённых состояний.

Молекулярный уровень

Автоматы: молекулы.

Сегрегация: функциональные группы и стерическое соответствие («ключ-замок»).

Самосегрегация: кластеризация, сворачивание белков, образование доменов.

СОЦ: химические связи, образование новых молекул.

СОК: разрыв связей, фотодиссоциация.

Кристаллический уровень

Автоматы: кристаллы, минералы.

Сегрегация: поверхность кристалла отбирает ионы подходящего размера и заряда.

Самосегрегация: кластеризация примесей, спинодальный распад, образование включений.

СОЦ: рост кристалла, рекристаллизация.

СОК: плавление, разрушение под нагрузкой.

Планетарный уровень

Автоматы: планеты, астероиды.

Сегрегация: гравитационный захват, атмосферная фильтрация.

Самосегрегация: гравитационная дифференциация (ядро–мантия–кора), разделение фаз в недрах.

СОЦ: аккреция планетезималей, образование спутников.

СОК: падение на звезду, столкновение с другим телом.

Звёздный уровень

Автоматы: звёзды.

Сегрегация: гравитация удерживает вещество, излучение отталкивает лёгкие элементы.

Самосегрегация: седиментация тяжёлых элементов к центру, слоистое строение.

СОЦ: термоядерные реакции, нуклеосинтез.

СОК: взрыв сверхновой, коллапс в нейтронную звезду или чёрную дыру.

Галактический уровень
Автоматы: галактики.
Сегрегация: гравитационный потенциал удерживает звёзды и газ.
Самосегрегация: фазовая сегрегация газа (образование облаков), разделение на спиральные рукава и балдж.
СОЦ: слияние галактик, звездообразование.
СОК: распад приливными силами, выброс газа.

Приложение 4 Сводка примеров по уровням

Уровень	Тип автомата	Стратегия	Форма отбора	Пример
Квантовый	Элементарная частица	Подчинение	Стабилизирующий	Электрон в основном состоянии {9,10}
Квантовый	Нестабильная частица	Подчинение	Движущий	Радиоактивный распад ядра {11}
Квантовый	Резонанс	Подчинение	Дизруптивный	Распад по разным каналам {9,10}
Атомный	Атом благородного газа	Противостояние	Стабилизирующий	Атом гелия {9,10}
Атомный	Возбуждённый атом	Подчинение	Движущий	Излучение фотона {9,10}
Атомный	Изотопы	Противостояние	Дизруптивный	Разделение изотопов урана {26,27}
Молекулярный	Простая молекула (H_2)	Противостояние	Стабилизирующий	Молекула водорода {23}
Молекулярный	Полимерная цепь	Взаимодействие	Движущий	Рост полимерной цепи {24,25}
Молекулярный	Раствор полимеров	-	Дизруптивный	Спинодальный распад {19,20,21,22}
Кристаллический	Идеальный кристалл	Противостояние	Стабилизирующий	Монокристалл кремния {21,22}
Кристаллическ	Растущий	Взаимодейст	Движущий	Кристаллизация

Уровень	Тип автомата	Стратегия	Форма отбора	Пример
ий	кристалл	вие		из расплава {23}
Кристаллический	Полиморфные модификации	-	Дизруптивный	Графит и алмаз {23}
Геологический	Минеральное зерно	Противостояние	Стабилизирующий	Кварц в земной коре {21,22}
Геологический	Тектоническая плита	Взаимодействие	Движущий	Субдукция океанической коры {37,38}
Геологический	Магматический расплав	-	Дизруптивный	Дифференциация магмы {37,38}
Планетарный	Планета на орбите	Противостояние	Стабилизирующий	Земля на стабильной орбите {12,13}
Планетарный	Активная планета	Взаимодействие	Движущий	Тектоника плит на Земле {37,38}
Планетарный	Протопланетный диск	-	Дизруптивный	Фрагментация диска {24,25}
Звёздный	Звезда на ГП	Противостояние	Стабилизирующий	Солнце {12,13,14}
Звёздный	Эволюция звезды	Взаимодействие	Движущий	Смена термоядерного топлива {12,13,14}
Звёздный	Газопылевое облако	-	Дизруптивный	Фрагментация при звездообразовании {12,13}
Галактический	Спиральная галактика	Противостояние	Стабилизирующий	Млечный Путь {24,25}
Галактический	Слияние галактик	Взаимодействие	Движущий	Взаимодействующие галактики {24,25}

Уровень	Тип автомата	Стратегия	Форма отбора	Пример
Галактический	Галактика в скоплении	-	Дизруптивный	Приливное разрушение {24,25}

Приложение 5. Сводная таблица фальсификации

Утверждение	Условие фальсификации	Источник
Законы потока		
Непрерывность случайности	Наблюдение случайности, исчезающей бесследно без передачи возмущения	{9,10,11}
Иерархическая передача	Устойчивый регулярный поток влияния сверху вниз, не связанный с разрушением	{29,30}
Трансформация материальности	Случайность при переходе на уровень полностью теряет материальность	{1,2}
Статистическая предсказуемость	Статистические характеристики потока принципиально непредсказуемы	{3}
Пороговая активация	Устойчивое рождение автоматов в среде без локальных неоднородностей	{17,18}
Синхронность	Рождение автомата при отсутствии одного из трёх факторов	{19,20}
Законы хаоса		
Фундаментальная неопределённость	Нарушение принципа неопределённости Гейзенберга	{9,10}
Каскадное усиление	Система, где все	{29,30}

Утверждение	**Условие фальсификации**	**Источник**
	флуктуации затухают	
Статистическая необратимость	Вечный двигатель второго рода	{15,16}
Динамическая устойчивость	Устойчивая структура в замкнутой системе	{17,18}
Бифуркационная чувствительность	Все переходы непрерывны и предсказуемы	{28}
Эргодичность квантового хаоса	Неэргодичная система с расхождением средних	{1,2}
Непрерывность хаоса	Достижение состояния с абсолютно нулевым хаосом	{21,22}