

*95-летию СЕРГЕЯ ПАВЛОВИЧА КУРДЮМОВА*



СЕРГЕЙ ПАВЛОВИЧ КУРДЮМОВ – видный ученый-математик, член-корреспондент Академии наук СССР, участник Атомного и Космического Проектов. Основные работы Сергея Павловича были посвящены укреплению обороноспособности нашей страны.

С.П.Курдюмов – основоположник отечественной синергетики.

Сергей Павлович – Учитель и Просветитель, один из самых ярких представителей научной аристократии.

С.Т.ЗАХИДОВ

СИНЕРГЕТИКА И  
САМООРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМ,  
ОБЪЕДИНЕННЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИМ  
РОДСТВОМ

# СИНЕРГЕТИКА

*Синергетика* – новая система познания мира в его единстве, глобальная наука, жадно изучающая все существующее во всей его сложности, выступает как начало многовекового процесса синтеза различных областей знаний.

*Синергетика* зародилась в недрах математики и теоретической физики, как область знаний о нелинейных процессах в различных средах. Сегодня она включает в себя идеи классической и неклассической (неравновесной) термодинамики, теорию хаоса и теорию катастроф.



## Самоорганизация – ключ к пониманию структуры и функции

Синергетика

С.П. Курдюмов

Математическое моделирование



Предметное знание

Философская рефлексия

«Язык концепций, понятий, моделей, объединяющий естественников, гуманитариев, математиков»

В.С. Степин

«... общая теория саморазвивающихся систем, основа научной картины мира XXI века»

«... общая теория неустойчивости в системах разной природы»

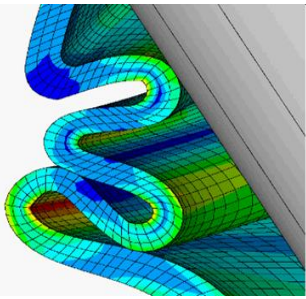
Д.С. Чернавский

Предметом изучения *синергетики* являются кооперативные явления, нелинейные неустойчивые процессы, режимы с обострением, механизмы пространственно-временной самоорганизации систем различной природы.

*Синергетика* сделала предметом своего изучения практически все природные системы, стала междисциплинарной наукой. При этом ничего из конкретных наук она не вытесняет.

*Синергетика* дает возможность рассматривать старые проблемы в новом свете, переформулировать вопросы, перереконструировать проблемное поле науки, позволяет снять технологические барьеры, страх перед сложными системами.

Так считал **Сергей Павлович Курдюмов**. Кстати, именно Сергей Павлович дал дифференцировку понятиям «неустойчивость» и «нестабильность». Неустойчивость ведет систему по термодинамической ветке в пропасть, или, говоря на языке ИАР, в энтропийный котел молекулярного мира. Нестабильность создает благоприятные условия для эволюционного прорыва системы в новую реальность, в новое качество.



**Нелинейный мир** – непредсказуемый, неопределенный, нестабильный мир, мир, в котором возрастает вероятность совершения маловероятных событий. *Нелинейность* – существенные «отклонения» от основной дороги истории,

развития, которые, как известно, часто идут зигзагами, необычная реакция на внешние воздействия, в результате которых система приобретает качественно иное состояние.



**Нелинейные системы** – системы, развитие которых проявляется в нарушениях, сбоях, сломах, застреваниях, разрывах, системы, находящиеся в состоянии хаоса.

В **нелинейных системах**, как говорится, возможны невозпроизводимые явления, несколько стационарных состояний, бифуркации, неустойчивости, возникновение хаотической траектории, резкие перемены, чередование эволюций и инволюций, сверхчувствительность, исключение детерминизма, и всякие другие фокусы.



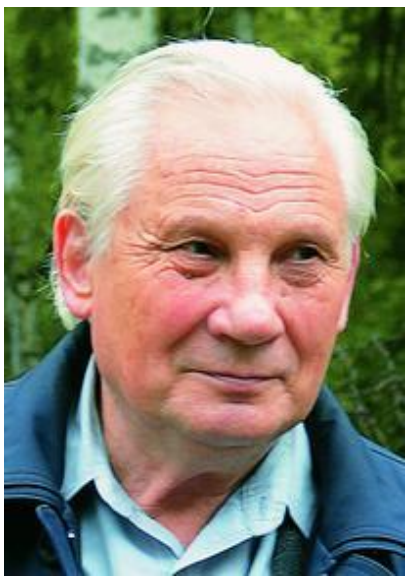
**Нелинейная динамика** — междисциплинарная наука, в которой изучаются свойства нелинейных динамических систем, одновременно детерминированных и стохастических, развивающихся в режимах с обострением.

Методы нелинейной динамики перешли сегодня в сферу прикладных задач, банковских технологий, медицинской диагностики, стратегического планирования.



**Линейный мир** – мир регламентаций и регуляций, мир, где все прозрачно, пропорционально, идеально и точно, стабильно, воспроизводимо и предсказуемо, без трений и изменений.





*«Простейшие нелинейные модели глубоко  
содержательны!*

*В нелинейности есть и своя красота,  
и простота!»*

*С.П.Курдюмов*

# Образные модели нелинейной динамики:



1. Извилистое течение реки вниз к морю - течение по пути наименьшего сопротивления.
2. «Путь пьяницы» - движение по хаотической, неопределенной траектории, которое каким-то мистическим образом приводит пьяницу домой, бросает в объятия жены и детей, спасает семью от катастрофы.

И в первом, и во втором случае мы имеем дело, как это не парадоксально, с устойчивым движением.

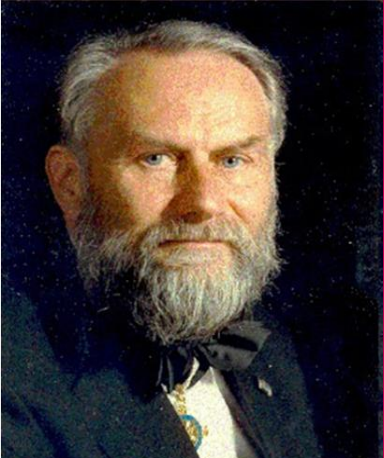
## СИНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕОРИИ УТВЕРЖДАЮТ:

**Нестабильность** ведет к образованию структур, **неустойчивость** – по термодинамической ветке в энтропийный котел молекулярного мира.

**Неустойчивость** – состояние цунгцванга, когда любой ход может только ухудшить состояние системы. Напротив, **нестабильность** – способность системы восстанавливать установившееся состояние после внезапного нарушения последнего внутренним и внешним фактором.

Роль **нестабильности** и **неустойчивости** в науке и жизни будут главными темами нового тысячелетия.





**Г. Хакен**, говоря о проблеме хаоса, поставил перед физиками задачу разобраться в сути хаотического движения и разработать пути к управлению хаосом, поскольку с «приручением» хаоса следует ожидать много такого, что окажется чрезвычайно важным в смысле практического применения.



**Александр Юрьевич Лоскутов**, который

много времени проводил в работе с Пригожиным и Курдюмовым, утверждал: «Хаос - понятие математическое, а все остальное рассуждение».

Наверное, он имел право так говорить, поскольку его совместный с Михайловым фундаментальный труд «Введение в синергетику» – во многом произведение математическое. С другой стороны на память приходят слова Иоганна Вольфганга Гёте: «Математики - своего рода французы – стоит им сказать что-нибудь, как они переведут это на свой язык, и тогда получается нечто совсем другое».

«.... Хаос в теории хаоса есть порядок».

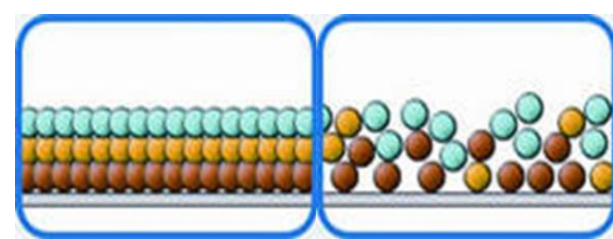
*Современная теория хаоса* - это учение о постоянно изменяющихся сложных системах, теория, описывающая нестабильный, нелинейный мир, нерегулярное «непредсказуемое» поведение простых систем.

*Теория хаоса* утверждает, что небольшие изменения могут породить огромные последствия, что предсказать будущее невозможно, т.к. всегда будут ошибки измерения, порожденные незнанием всех факторов и условий.

Ученые считают, что *теория хаоса* полезна как средство интерпретации научных данных по-новому.



# ПОРЯДОК

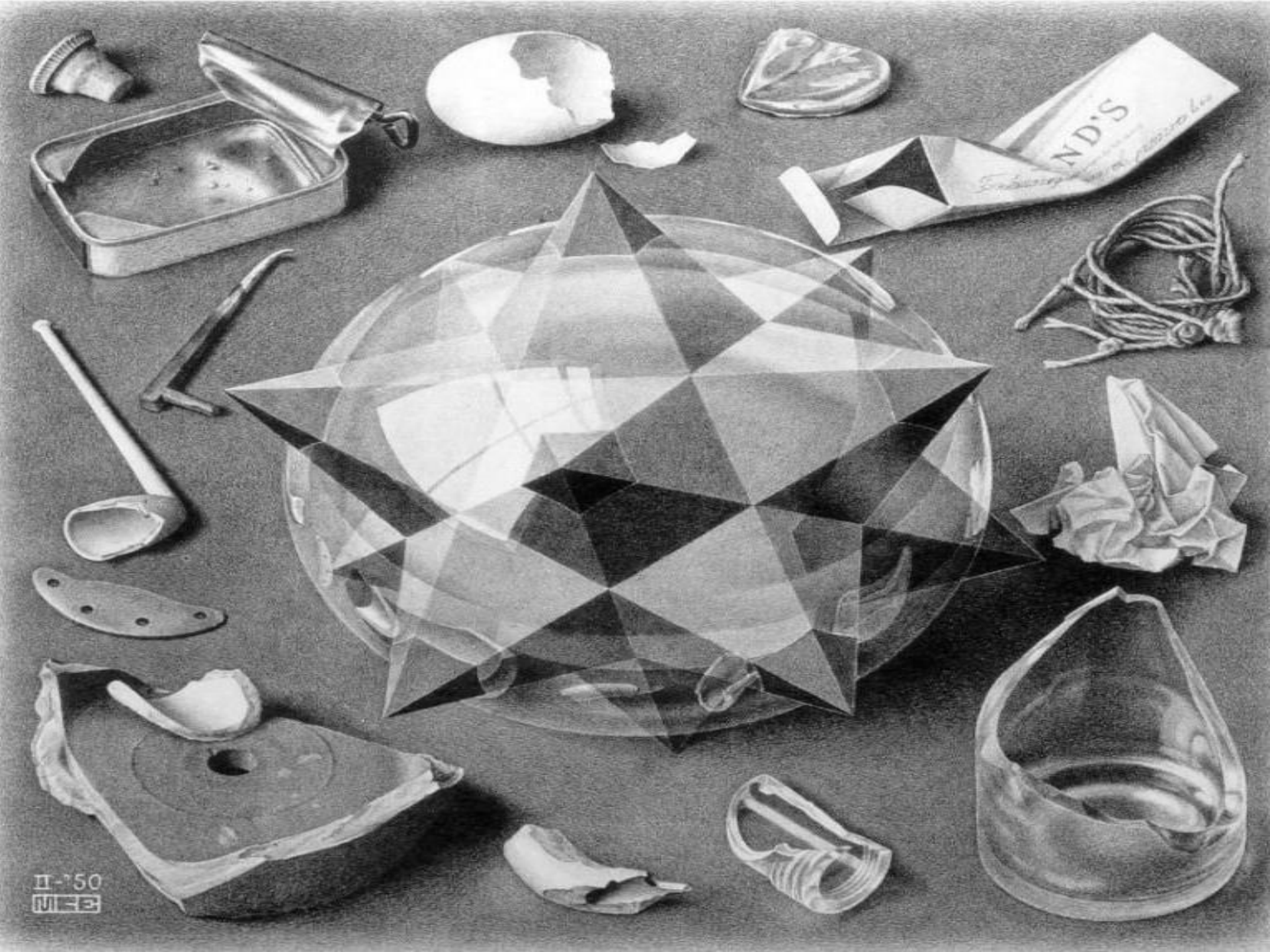


**Порядок** – “замороженный” беспорядок, минимум энтропии; порядок знаменует собой конец хаоса, ограничение степеней свободы, указывает на существование устойчивости, какой-то определенности, организованности, стационарности, предсказуемости, налаженности, регулярности, правильности пространственно-временного расположения чего-нибудь, равновесия, когда силы притяжения преобладают над силами отталкивания, соответствия, симметрии, наличие иерархической организации. **Порядок** – основа простоты и гармонии, красоты, совершенства и справедливости. **Порядок** – власть разума и божественного начала.

**Порядок** – это солнечная система, движение планет, кристалл, законы квантовой механики. Совершеннейший порядок во Вселенной мог зародиться лишь при сознательном сотворении Высшего Разума (Планк). Чем выше порядок в системе, тем медленнее она развивается. **Порядку** соответствует наименьшая вероятность, поскольку все в мире стремится к беспорядку. Один из механизмов сохранения порядка в системе – самоорганизация.

**Порядок** – кресты на Арлингтонском кладбище





II-150  
MEE

# Можно привести еще несколько ценных постулатов из работ по теории хаоса

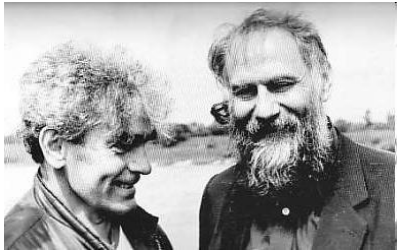


**В.А.Садовничий**



**В.В.Козодеров**

Понимание «законов хаоса» позволяет увязать устойчивость глобального развития с внутренними хаотическими явлениями социально-экономических систем.



**Ю.Л. Климонтович и  
Г. Хакен**

В биологии, а также в социологии и экономике объективная информация об изменении степени хаотичности еще недостаточна, чтобы делать вывод о наличии процесса самоорганизации или деградации.

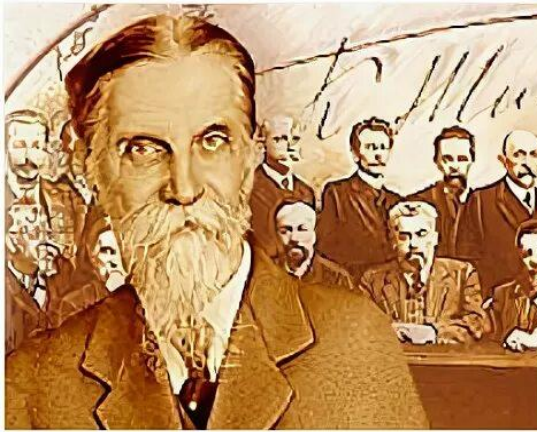


**В.В.Василькова**

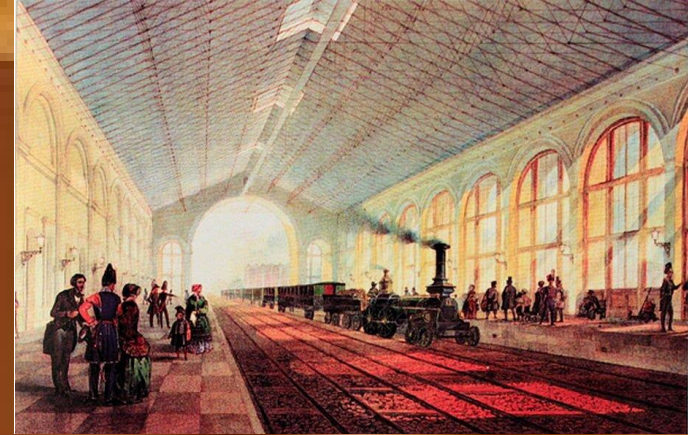
Порядок в синергетике понимается как макроскопическая упорядоченность при сохранении микроскопической молекулярной разупорядоченности, т.е. порядок на макроуровне вполне мирно уживается с хаосом на микроуровне. Хаос никогда не исчезает и присутствует в порядке.



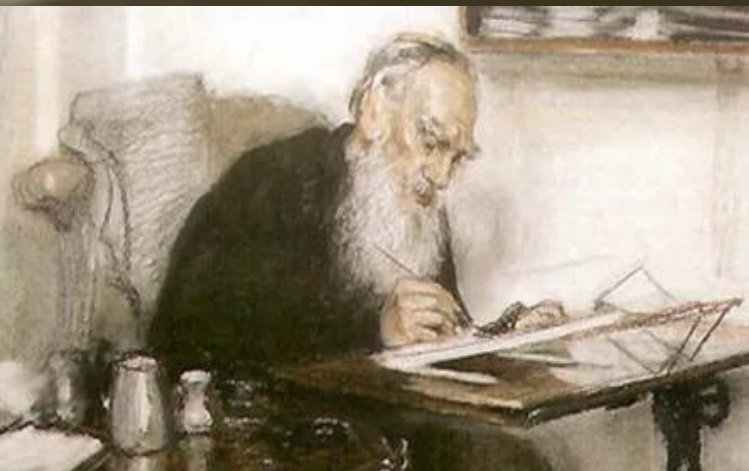
**И.Р.Пригожин:** Порядок и беспорядок предстают как два аспекта одного целого и дают нам различное видение мира».



**Климент Аркадьевич  
Тимирязев —  
русский естествоиспытатель  
заслуженный профессор  
Московского университета**



«Убедите человека, садящегося в поезд Николаевской железной дороги, с расчетом быть завтра в Петербурге, что эта уверенность основана на целом хаосе нелепейших случайностей. А между тем с философской точки зрения это верно. Какая сила движет паровоз? Упругость пара. Но физика нас учит, что это только результат несметных случайных ударов несметного числа частиц, носящихся по всем направлениям, сталкивающихся и отталкивающих и т.д. Но это далеко не все. Есть еще и другой хаос случайных явлений, который называют трением. Вооружившись микроскопом, увидим, что творится с частицами железа там, где колесо локомотива прильнуло к рельсу. Вон одна частица зацепилась за другую, как зубец шестерни, а рядом две, может быть, так прильнули, что их не разорвать, вон третья оторвалась от колеса, а вон четвертая – от рельса, а пятая, быть может, соединившись с кислородом и накалившись, улетела. Это ли не хаос? И однако из этих двух хаосов, - а сколько бы их еще набралось, если бы посчитать! – слагается, может быть тривиальный, но вполне определенный результат, что завтра я буду в Петербурге»



**Л.Н.Толстой: По-моему мнению, внешний беспорядок этот полезен и неизменен, как он не кажется страшным и неудобным для учителя. Нам кажется, что беспорядок растет, делается все более и более, и нет ему пределов, кажется, что нет другого средства прекратить его, как употребить силу, а стоило только немного подождать и беспорядок (или оживление) самоестественно улегся бы в порядок, гораздо лучший и простейший, чем тот, который мы выдумываем.**

# Теория катастроф – теория сложных нелинейных систем

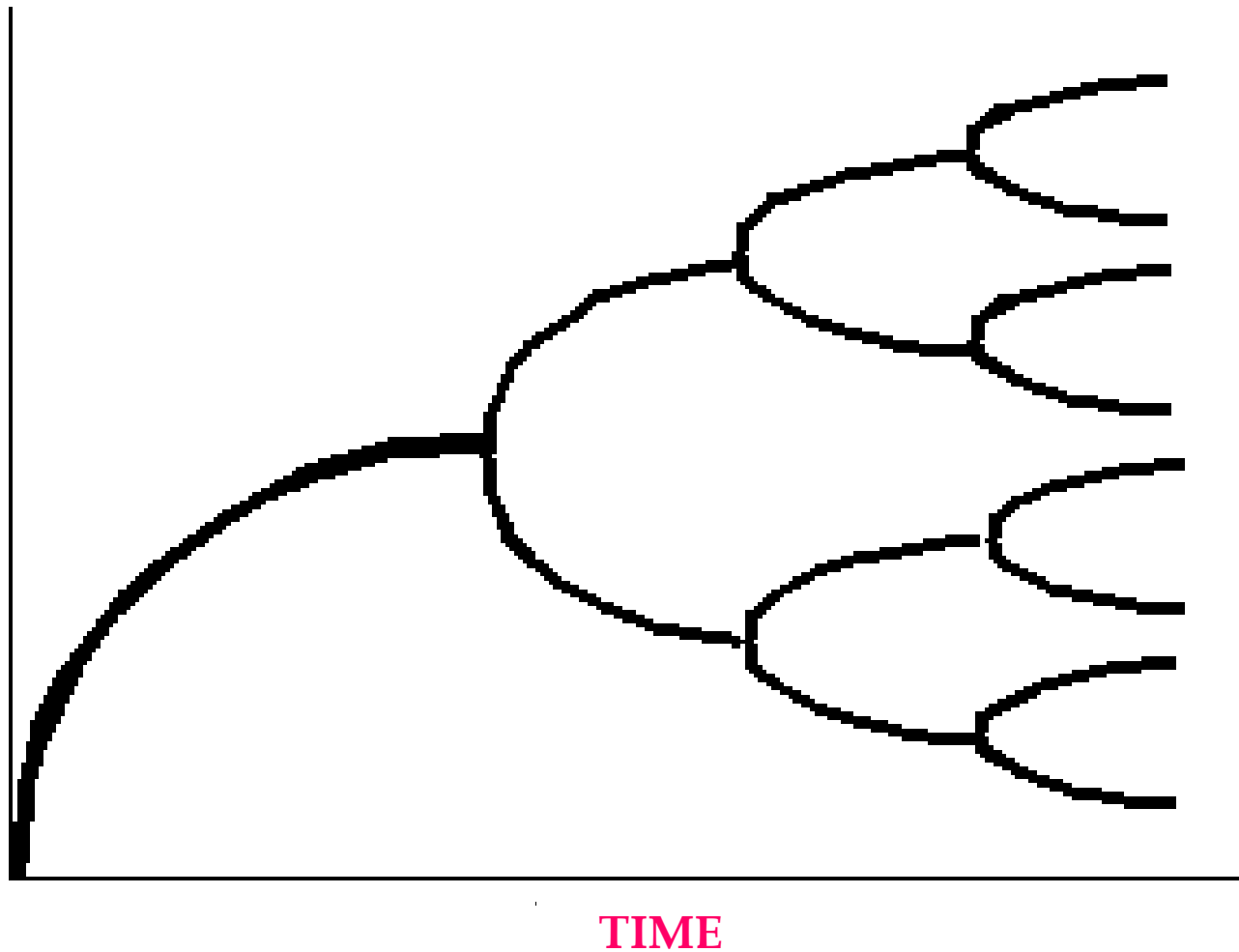
*Теория катастроф изучает качественные, внезапные, скачкообразные изменения состояния системы при непрерывных плавных изменениях внешних условий, изменения, которые разрывают путь природы, нарушают естественный порядок вещей, состояний.*



Потеря системой устойчивости приводит к катастрофе.

После катастрофы возникает новая система норм.

# Типичная карта бифуркации





На Констанцском соборе, когда поборники строгости нравов жаловались на порочную жизнь пап и вопили о необходимости реформы нравов, один из кардиналов, а именно *Пьер де Айи* (1350-1420) прогремел им в ответ: «Только сам черт может еще спасти католическую церковь, а вы требуете ангелов».



«Только воровство еще может спасти собственность, клятвопреступление – религию, незаконнорожденность – семью, а беспорядок – порядок», – кричала французская буржуазия после государственного переворота.

Из всего ясно: и в том, и в другом случае речь идет о том, что нарушены законы развития общества и, чтобы удержать общество от полного распада, изменить и улучшить его внутреннюю структуру, необходимо нелинейное, катастрофическое решение проблемы. И такое решение есть. Это – привнесение в систему, вставшую на путь дезорганизации и регрессивного развития, порядкаобразующих,



хаотических элементов, способных, вступая в игру, аннигилировать нежелательные процессы и беспорядок, запустить механизм самоорганизации – переход системы в качественно иное состояние, более совершенное, упорядоченное и устойчивое.





**Терроризм**



**Коррупция**



**Криминал**

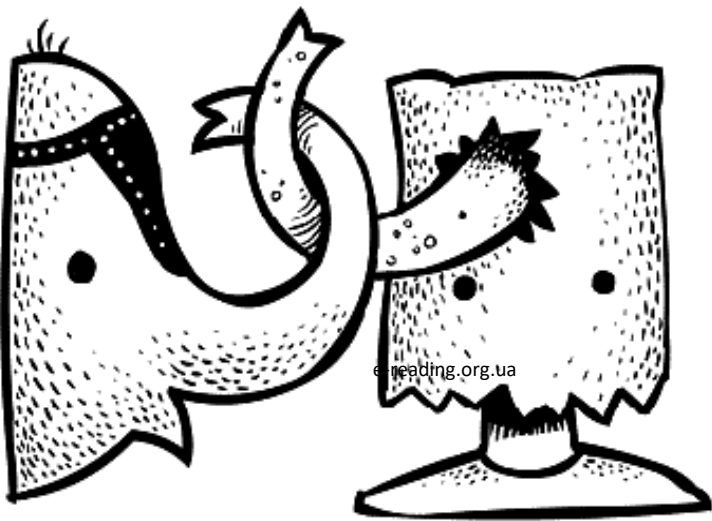


**Глобальный праздник плоти**

скорее всего и есть те новые катастрофические управляющие параметры, способные отменить мертвый порядок, вывести континенты, государства, экономики, религии из энтропийной ямы.

### **СЛОВОМ**

все это вместе взятое в терминах синергетики называется пересечением двух хаосов, в результате которого рождается новый порядок.



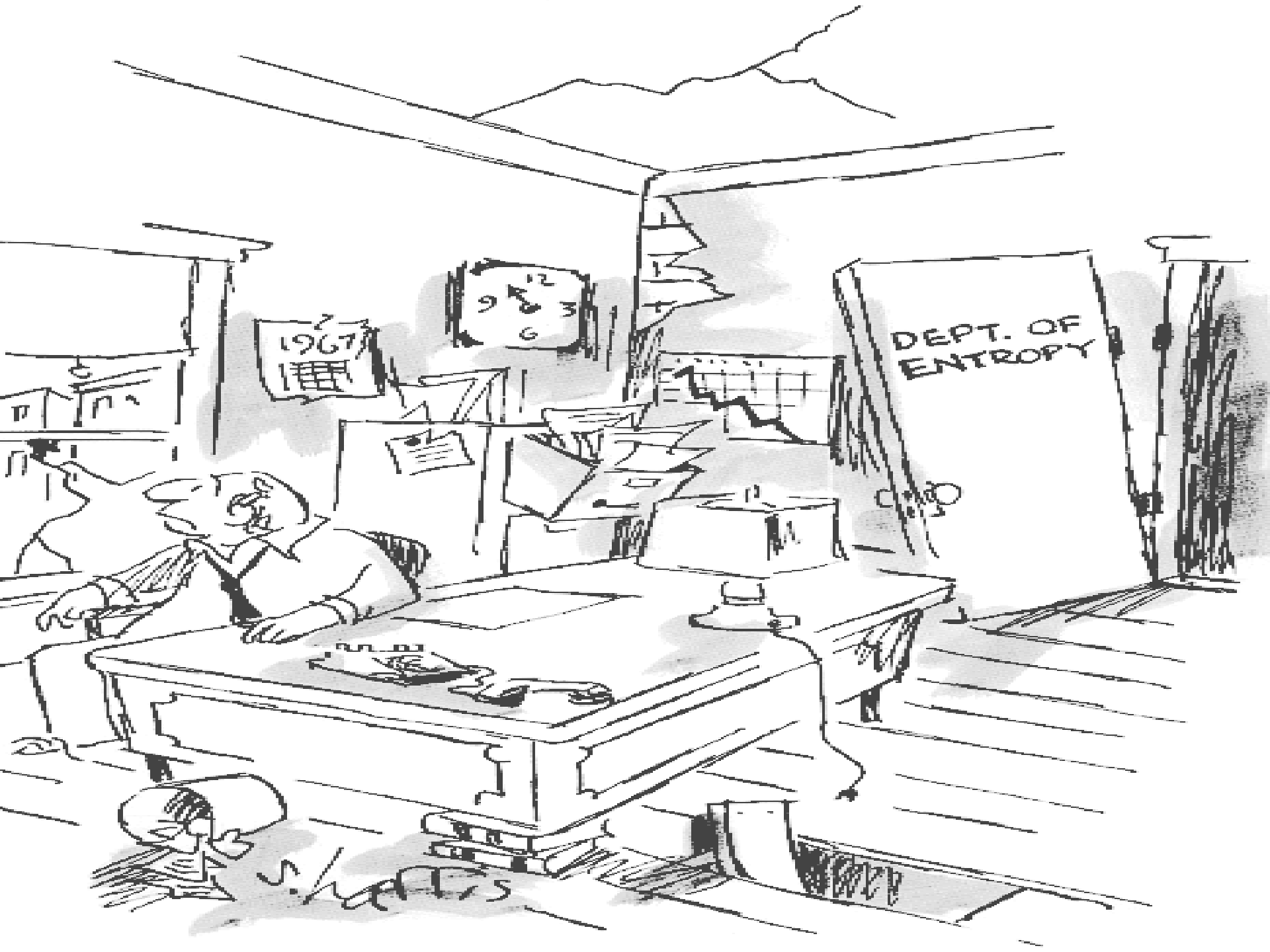
*Экспериментальные исследования показали, что комбинирование (синергетический эффект) двух мутантных хаотических геномов – а "не лучшего с лучшим" – может приводить к взаимному исправлению недостатков; нежелательные мутации превращаются в положительные приобретения. Только благодаря скрещиванию двух родительских форм, хилых, не блещущих высокой жизнеспособностью, удалось вскрыть в геномике не только отрицательные стороны, но и*

*формирование крупных положительных генетических ресурсов, повышающих статус генома, о чем свидетельствует жизненный подъем у их потомков. Другими словами, там, где обычно лучшее получается из лучшего можно искать лучшее также из мутантов, ставших худшими, но искупающих это своим обогащением синтетических путей (Рапопорт, 1973).*

*С помощью введения генов, обладающих энтропийными полуметальными и летальными действиями, можно подтолкнуть депрессированные организмы на одну из благоприятных для них траекторий развития, активизировать изменения в пределах генных единиц, что приводит к возможности усиления признаков.*



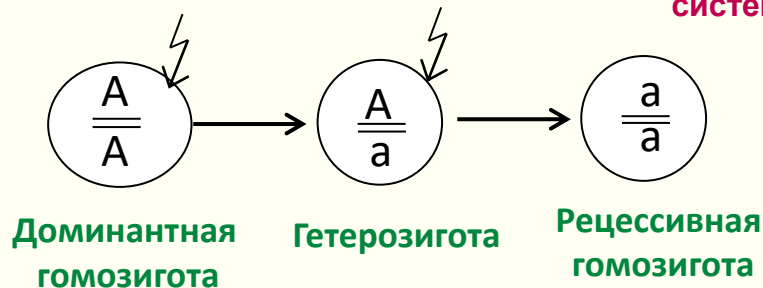
**Все это вместе взятое в терминах синергетики, как я уже говорил, называется пересечением двух хаосов, рождающим новый порядок. Или освежением вырождающихся пород.**



# ГЕНЕТИЧЕСКАЯ САМООРГАНИЗАЦИЯ

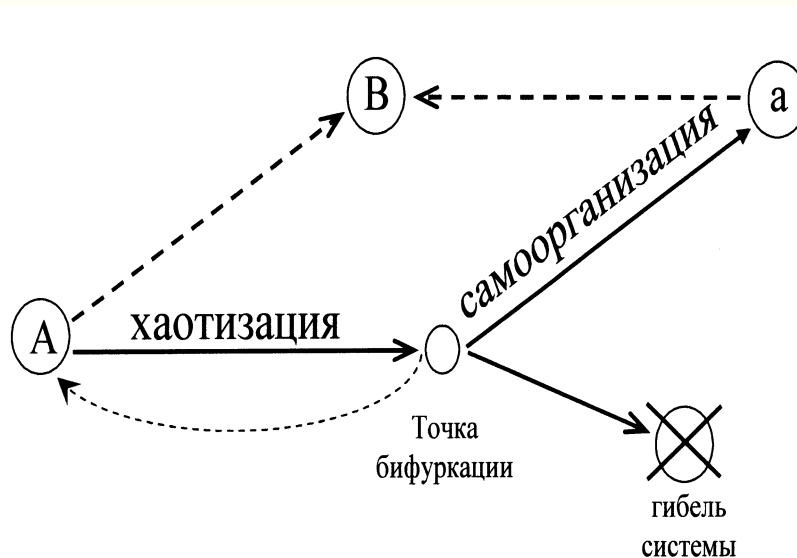
Антиэнтропийные «метаморфозы» могут происходить с любыми системами.

Илья Пригожин



**$A \rightarrow a$  – верх стал низом**

Самоорганизация - процесс спонтанного возникновения из энергии хаоса новых, более сложных и упорядоченных структур - предмет изучения синергетики, постулирующей, в том числе то, что многообразие природных систем предполагает разнообразие действующих в них механизмов самоорганизации.





**В.М. Васнецов Картина «Витязь на распутье»**

В картине Виктора Васнецова «Витязь на распутье» на камне показаны три сценария: «Как прямо ехать — живу не бывать — нет пути ни проезжому, ни прохожому, ни пролетному». Следуемые далее надписи: «направу ехать — женату быти; налеву ехать — богату быти». На камне они прикрыты мохом или стерты. Такое объяснение дал Васнецов Стасову. Стасов похвалил Васнецова.



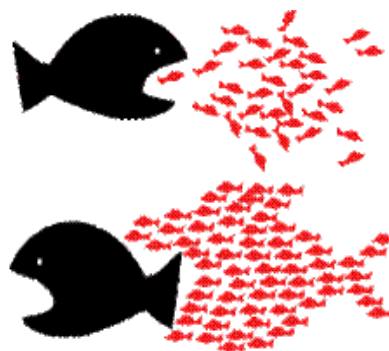
«...доминантные гены, детерминировавшие на протяжении чудовищных отрезков времени адаптивные признаки, через какое-то время могут создать тупиковое положение в эволюции генома. И тогда крупномасштабный квантовый скачок к рецессивности открывает вероятность, чтобы осуществить дивергенцию в направлении нового доминантного гена иного строения, контролирующего другую каталитическую функцию». И как следствие, другую форму биологического существования.

# БИОЛОГИЧЕСКАЯ САМООРГАНИЗАЦИЯ

(«Биологическая эволюция – антиэнтропийная тенденция»)

*«Биология обязана генетике своим рождением, но биология наделена собственным положением, оригинальностью и свободами»  
И.А.Рапопорт*

**Не дайте себя сожрать**



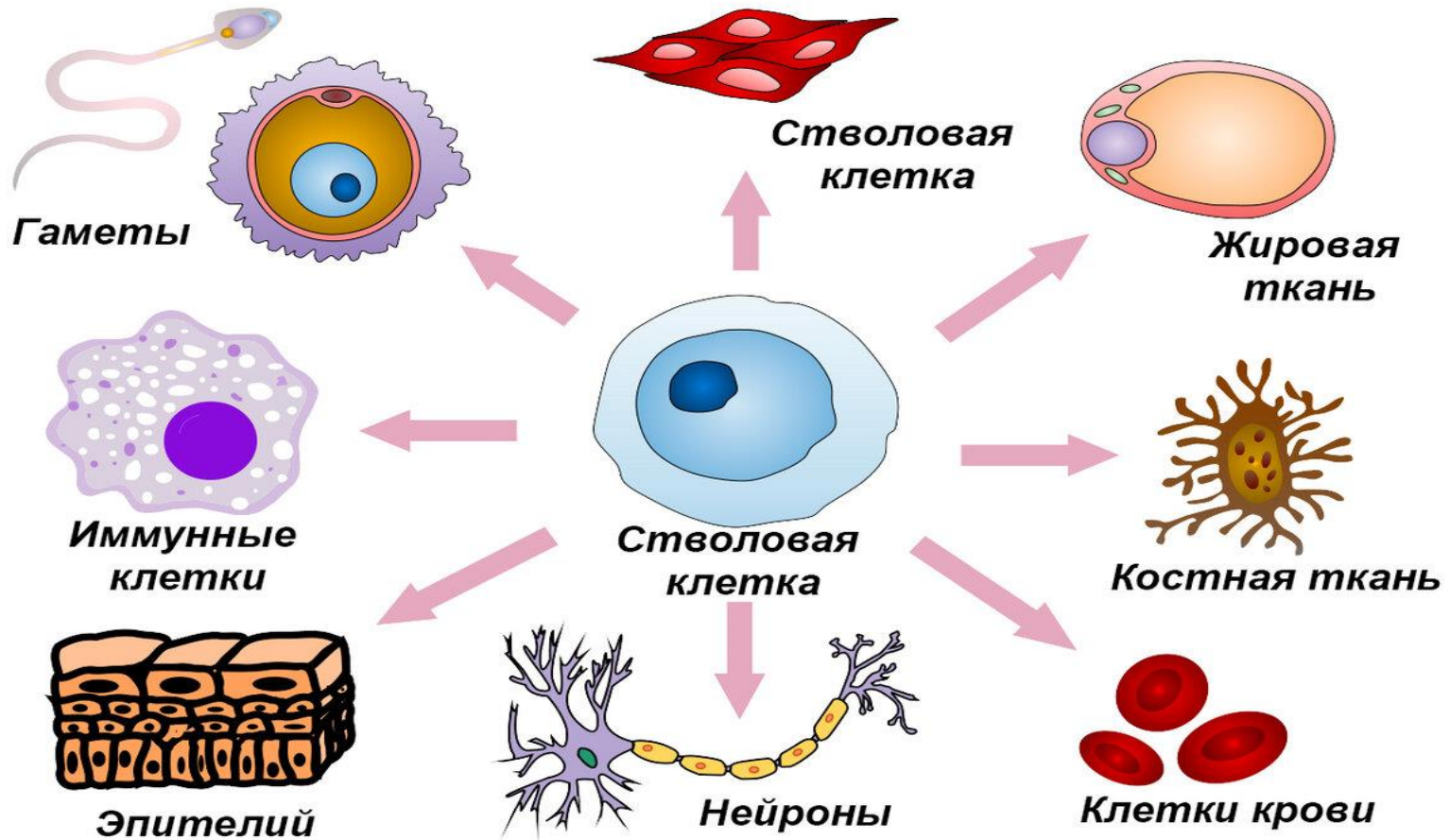
*«Наши гены могут приказать нам быть эгоистичными, но мы вовсе не обязаны подчиняться им всю жизнь»  
Р.Докинз*

Наращение генетической энтропии во времени или по другим причинам, нам не известным, в конечном счете, подрывает «экономику» клетки, дезорганизует ее строение, угрожает гибелью. Однако не следует чрезмерно преувеличивать роль генов и хромосом в развитии и функционировании сложно организованных биологических систем. Последние никогда не бывают законченными.

## Они открыты

В катастрофических условиях в них обнаруживаются механизмы самоорганизации, реальные и метафизические. Эти механизмы останавливают разрушительные процессы, сообщают клеткам и тканям дополнительное сопротивление враждебным силам природы.

Стволовая клетка – это клетка, способная к самоподдержанию и быть коммитированной на дифференцировку, т.е. способной давать начало многим самым разнообразным специализированным клеткам, образующим ту или иную ткань.



В большинстве случаев дезинтеграционные процессы не затрагивают периферию клеточной системы, где располагаются так называемые родоначальные, стволовые клетки. Последние проявляют высокую устойчивость к повреждающим эффектам физических и химических агентов.





Другой хорошо известный, как физикам, так и биологам, пример биологической самоорганизации – это движение дельфинов в воде. Ученые показали, что при этом движении по толстой упругой коже дельфинов пробегают складки, которые возникают в условиях критического возрастания скорости, когда поток воды может вот-вот перейти из ламинарного состояния к турбулентному. В этот момент на коже дельфинов возникает как бы “бегающая волна”, которая гасит образующиеся завихрения, помогая поддерживать постоянное ламинарное обтекание.

На более высоких уровнях биологической организации, например, на уровнях популяции и экосистем можно увидеть схожую закономерность. Так, хорошо известно, что в периоды повышения смертности в популяции животных круто меняется физиология ее членов: повышается жизненный тонус и устойчивость к неблагоприятным условиям существования, а высокая скорость размножения быстро восстанавливает численность популяции, спасая ее от безвозвратного исчезновения. Известно также, что некоторые виды и популяции насекомых, против которых в свое время была развернута широкомасштабная химическая война, пережив период сильных потрясений, ответили более мощным ударом, а именно, катастрофическим размножением, приведшем к тому, что через несколько поколений появились сверхустойчивые к пестицидам формы, о которых природа не знала на протяжении 300 млн. лет эволюции насекомых.



Что касается сложных экосистем, то процессы их атомизации – распада на отдельные группы и потери внутреннего порядка (что может иметь даже адаптивное значение), также в дальнейшем сменяются процессами самоорганизации и формирования новых биологических сообществ. **Экология становится междисциплинарной, синергетической наукой, современная экология исследует катастрофические процессы и явления в природе. А как известно, с точки зрения экономики предупреждение катастрофы – весьма разумный способ действий.**

# САМООРГАНИЗАЦИЯ СОЦИУМА

*Ласточка вьет гнездо, паук плетет паутину,  
дерево вырастает в землю,  
в них самих находится причина такого действия.*  
**Аристотель**

У человечества нет другого выхода,  
как ясно понимать механизм самоорганизации  
сложных систем и знать эволюционные правила  
запрета, чтобы обеспечить будущее человечеству  
**С.П.Курдюмов**

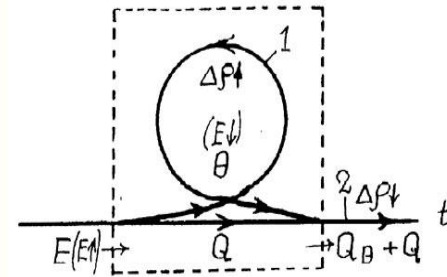
*И крупные социальные системы, как и биологические, таят в своих глубинах скрытые потенциалы развития, специфические, но, возможно, более эффективные формы организации, средства и пути, гарантирующие не просто сохранение и выживание социума в условиях нарастающего кризиса и разрушительного хаоса, но и выход его на новую траекторию устойчивого (или квазиустойчивого) развития.*





## Профессор МГУ А. П. Руденко.

Александр Прокофьевич заложил основания для исследований химической эволюции и феноменов самоорганизации в химии и ...человеческом обществе.



А.Хазен, анализируя динамику развития социальной системы в условиях катастрофы, пришел к выводу, что система, накопившая огромное количество ошибок, неспособна нормально, устойчиво функционировать, и чтобы выйти из сложившегося тупика, не погибнуть, сохраниться в русле эволюционного (исторического) процесса, необходима революция – хаотизация системы с последующим установлением нового равновесия, как "цели" (аттрактора). И пока ничего лучше этого способа борьбы с принципом максимума производства энтропии Природа не придумала.



Один из любопытных примеров самоорганизации, когда новая социальная норма, новый порядок создаются за счет процессов, идущих снизу вверх, приводит **Ф.Фукуяма** в своей книге **“Великий разрыв”**. Это – так называемый феномен “грузиков”....





Фукуяма пишет: “В Спрингфилде, штат Виргиния, на углу Блэнд-стрит и Олд-Кин-Милл-роуд во время утреннего часа пик образуется очередь людей. Останавливается машина, и два-три пассажира – никто из них водителю не знаком – садятся, чтобы поехать на север в центр Вашингтона.



Вечером тот же ритуал протекает в обратном порядке: машины, полные незнакомцами, возвращаются из городского центра и высаживают своих пассажиров так, чтобы они могли сесть на свои собственные средства передвижения и добраться домой. Люди, которые совершают такие совместные поездки, называют себя “грузиками”. Эта практика возникла после того, как правительство из-за нефтяного кризиса ввело на дорогах правило “большой загрузки автомобилей”, которое означает, что во время часа пик каждая машина, использующая дорогу, ведущую в округ Колумбия, должна иметь как минимум трех пассажиров. Введенные правила дали водителям и пассажирам возможность сэкономить сорок минут по дороге на работу в город. “Грузики” выработали за эти годы сложный набор правил. Ни автомобили, ни пассажиры не могут нарушить очередность; пассажиры вправе отказаться сесть в конкретную машину; курение и предложение денег запрещены; этикет “грузиков” требует, чтобы разговоры не касались спорных вопросов - таких, как секс, религия и политика. Процесс замечательным образом упорядочен.

“Грузики”, по сути создают социальный капитал. Они выработали правила кооперации, которые позволяют им добраться до работы быстрее. Культура “грузиков” не была специально кем-то создана. Ни правительственная бюрократия, ни историческая традиция, ни харизматический лидер не установили правил, где встречаться и как себя вести; все это появилось просто из желания людей быстрее добираться до работы. Правительство, конечно, некоторым образом ответственно за причину появления “грузиков”... “Грузики” как общественное явление спонтанно заняли “экологическую нишу”, созданную постановлением правительства, и это есть пример социального порядка, направленного снизу вверх и созданного людьми, преследующими свои собственные частные интересы”.

# ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Дезорганизация, хаотизация, неустойчивость-нестабильность открывают шлюзы для самоорганизации, под которой понимают максимально полезную работу против равновесия.

Самоорганизация - или процесс спонтанного возникновения из энергии хаоса новых, более сложных и упорядоченных структур - самая таинственная и критическая проблема современной науки. Структуры, возникающие в процессах самоорганизации, Пригожин назвал диссипативными структурами.

Известно, что в нестабильных системах обнаруживаются механизмы самоорганизации, останавливающие разрушительные процессы.

Особо хочу подчеркнуть, что, к сожалению, генетика пока не включена основательно в круг интересов синергетики. Но как только между ними установится мощная связь, многое, что сегодня составляет содержание науки о дискретной наследственности и изменчивости, может испытать новое рождение.

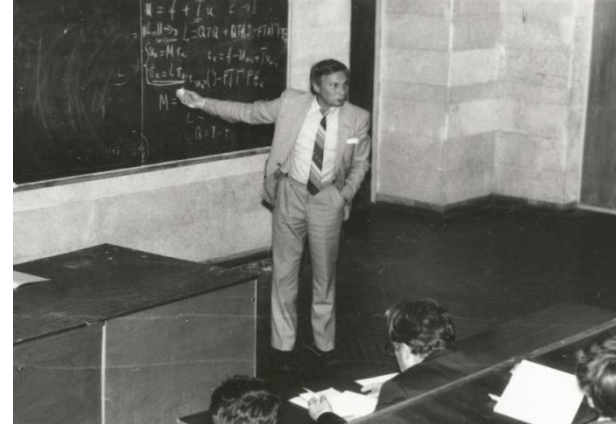
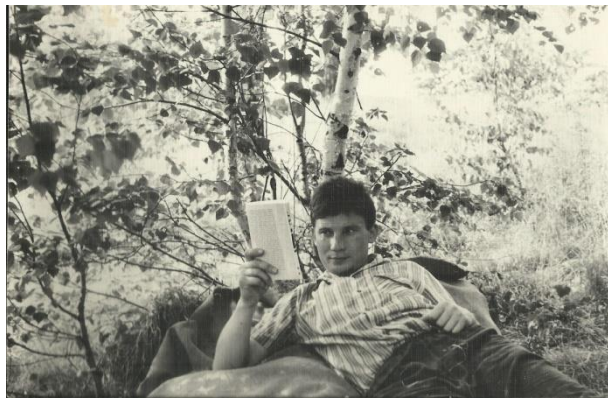
В свою очередь, синергетика, если глубоко проникнет в сущность явлений и законы генетики, имеющей свои существенные теоретические отношения с квантовой механикой и химией, то в этом случае синергетика получит новые модели и плодотворные идеи. Она также получит верные ключи к пониманию тонких и, возможно, весьма специфических механизмов самоорганизации. И на этой почве получит ключи к пониманию того, как шел эволюционный процесс, шел ли он от простого ли к сложному, или от сложного к сложному.

Либо, как полагал основатель английской школы генетики Вильям Бэтсон, "...всё существующее было когда-то предвечно создано во всей своей сложности и потом только изменялось, теряя по пути часть своих первозданных свойств или перетасовывая эти свойства в новых комбинациях".

Огромный вклад в развитие и популяризацию отечественной синергетики внесли ученики Сергея Павловича Курдюмова Буданов и Малинецкий, Куркина и Князева, его соратники и товарищи Капица и Чернавский, Руденко и Лоскутов, Моисеев и Степин, Валентина Васильевна, Владимир и Зоя Курдюмовы.

Благодарю супругов Курдюмовых. Владимира Сергеевича и Зою Эдуардовну за любезно предоставленные мне научные материалы, в том числе архивные, за полезные обсуждения и критические замечания во время подготовки к настоящему докладу. Поблагодарить их за содействие и дружелюбие.

**И СПАСИБО  
всем вам, дорогие коллеги, за внимание**

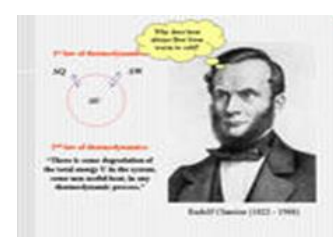






**ADDENDUM**

Термодинамическая теория энтропии **Клаузиуса** (поток бесполезно рассеиваемой энергии, некомпенсированной теплоты необратимого процесса)



Вероятностная теория энтропии **Больцмана и Планка** (гипотеза «элементарного беспорядка»)



Информационная теория энтропии **Сциларда и Шеннона** (неопределенность, связанная с появлением некоторого события)



Динамическая теория энтропии **Колмогорова** (отклонение траектории от заданного направления)



Генетическая (мутационная) теория энтропии **Рапопорта** (показатель неупорядоченности в генах и хромосомах, выражается в частотах мутаций)



# Доминантность и рецессивность — господство и подчиненность. И никаких промежуточных форм

**Доминантный тип генов** различных видов живых существ, сложившихся под влиянием Естественного отбора, коррелирован с какими-то элитными чертами, благоприятными для условий жизни, для сопротивления экстремальным условиям температуры, осадков, ветров, инфекций, вредителей. Доминантные гены формируют наиболее интенсивные по каталитическим качествам ферменты. Иногда доминантные гены занимают тупиковое положение в эволюции генного строения, тогда шаг назад, к рецессивности, открывает малую вероятность осуществить дивергенцию в направлении к доминантным генам иного строения, контролирующим другие каталитические функции.

Доминировать – господствовать, выделяться из однородной среды, возвышаться. Доминантные гены: мы выше, мы лучше остальных (расистская идея).

Доминирование признаков при наследственности: случай, когда при скрещивании двух форм, при котором одна обладает каким-нибудь определенным признаком, а другая им не обладает, получается первое поколение, сплошь с этим признаком, называемым доминирующим.

**Доминанта** – господствующая нота в аккорде (соединение музыкальных звуков, производимых одновременно, созвучие).

**Рецессивность** - антоним доминантности.

**Рецессивные гены** работают медленно, они снижают или вообще лишают ферменты активности. Рецессивам для получения более высоких урожаев надо установить более высокие нормы удобрений.

В дикой флоре выше содержание доминантов. Сорняки, как продукт Естественного отбора, имеют абсолютный максимум доминантных генов и поэтому успешно конкурируют с культурными растениями с большим рецессивным грузом. В некоторых случаях Естественный отбор не отвергает рецессивы, в особенности если они осуществили полезный поворот в строении фермента.

В рецессивных генах сохраняются "пережитки" прежней доминантности. Поэтому при определенных условиях они могут проявлять активность доминантного гена. .

# ТОЛКОВЫЙ СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

**Бифуркация** - вилкообразное раздвоение, например, реки, горного хребта, кровеносного сосуда. Бифуркация - это место или точка разветвления на качественно новые типы поведения, критическая точка в жизни сложной системы, спонтанный переход системы в новое качественное состояние при достижении критических условий. Бифуркация – это обычно внезапное изменение, а не медленная и постепенная эволюция. Художественный образ бифуркации - «Витязь на распутье».

**Генетика** — наука о корпускулярной наследственности и изменчивости.

**Генетический** – относящийся к происхождению чего-либо или исходящий из него.

**Гены** - дискретные носители наследственности. Хорошие гены имеют тенденцию проходить через сито в следующее поколение. Плохие гены обыкновенно заканчивают свой путь в организмах, которые либо гибнут в молодости, либо не размножаются. Гены – это информация в чистом виде: информация, которую можно зашифровать, перешифровать, расшифровать без потерь и искажений смысла.

**Дарвинизм** — наука о потерях, глобальных кризисах. Дарвин: песчинка может склонить весы природы. Борьба за существование складывается из прямой борьбы с врагами, из борьбы с условиями, из конкуренции.

**Деградация** – состояние нулевой информации и максимальной энтропии.

**Детерминизм** – цепочка однозначно связанных событий, в которой все предопределено от первого до последнего звена и нет места случаю. Детерминизм – в философском смысле – необратимая неизбежность.

**Динамика** - изучает движение тел под влиянием действующих сил, состояние движения, развития в противоположность покою. **Движение молекул** – тепловые явления, **движение атомов** – химические реакции (химические реакции приводят к производству энтропии), **движение электронов** – это электрические процессы.

**Диссипация** - поток бесполезной энергии, производство энтропии.

**Диссипативная** структура образуется вследствие притока отрицательной энтропии (свободной энергии). Пространственно-временные диссипативные структуры возникают в сильно неравновесных условиях, например, в колебательных химических реакциях или регулярных пространственных структурах.

**Информация** – осведомление, сведения об окружающем мире и протекающих в них процессах, воспринимаемых специальными устройствами, устраненная неопределенность. Генетическая информация – наследственная информация, которая сохраняется при смене множества поколений.

**Изменчивость** – существование организмов в разных формах и вариантах, одномоментное разнообразие генотипов и фенотипов у особей и их групп любой степени родства.; способность организмов реагировать на воздействие факторов среды морфофизиологическими изменениями.

**Конвективный** - упорядоченное макроскопическое движение.

**Мутации** - отклонение от закономерной нормы, случайное производство альтернативных возможностей единственный источник новых структур, новой информации. Мутации – положительный материал для Естественного отбора. Полезные прогрессивные мутации органически вписываются в генетический материал, порождая новый порядок. Эволюция движется мутациями. С помощью экспериментального мутагенеза можно «вручную» двигать вперед эволюцию. Мутационный анализ количественно взвешивает меру наступления беспорядка, с одной стороны, и возврата к порядку — с другой.

**Наследственность** - свойство организмов обеспечивать материальную и функциональную преемственность между поколениями, а также обуславливать специфический характер индивидуального развития в определенных условиях внешней среды. Сходство между особями, связанными родством, называется наследственностью.

**Наследственность и изменчивость** — два противоположных и вместе с тем неразрывно связанных между собой процесса, свойственных всему живому на Земле. Консервативное начало – наследственность, прогрессивное – изменчивость. Воспроизведение жизни — это есть наследственность.

**Нелинейность** - индикатор множественности эволюционных путей и возможностей, качественных ломок, фазовых переходов, ситуаций на «краю хаоса», когда флуктуации могут сбросить систему в иное состояние.

**Неустойчивость** – свойство системы легко сбиваться при первом легком порыве ветра, состояние системы, при котором любые, даже пренебрежимо малые внешние воздействия (возмущения) могут привести к неограниченно большим изменениям, усиление чувствительности к различным флуктуациям. Архетипом неустойчивости может служить перевернутый маятник, который готов упасть вправо или влево в зависимости от малейших внешних воздействий (динамический хаос) или случайных тепловых флуктуаций материала маятника, ранее абсолютно несущественных. Неустойчивость – развитие есть, вектора развития – нет.

**Обработка информации** – способность к созданию, хранению, воспроизводству и использованию информации.

**Открытые системы** — это такие системы, которые поддерживаются в определенном состоянии за счет непрерывного притока извне вещества, энергии или информации. Постоянный приток вещества, энергии или информации является необходимым условием существования неравновесных состояний в противоположность замкнутым системам, неизбежно стремящимся (в соответствии со вторым началом термодинамики) к однородному равновесному состоянию. В **замкнутых системах** энтропия служит мерой относительной степени хаотичности. Энтропия возрастает в процессе эволюции к равновесному состоянию. Закрытые системы не обмениваются с окружающими телами энергией, веществами и информацией. Равновесные состояния соответствуют не только максимальной энтропии, но и являются устойчивыми.

**Параметр порядка (управляющие параметры)** – постоянная величина, обыкновенно выражающая характерные свойства того, что выражается самими системами; некие ведущие переменные, подчиняющие себе другие переменные. Параметр порядка характеризует состояние неустойчивости самоорганизующиеся системы. Степень упорядоченности сложных структур характеризуется параметром порядка. Параметры порядка определяют поведение всех элементов системы (принцип подчинения), которые, в свою очередь, обратно воздействуют на параметры порядка и определяют их. Выбор управляющих параметров представляет во многих случаях самостоятельную задачу. При конвективном движении – это разность температур, концентрация вещества в химических реакциях, в медицине – это лекарственные вещества, в генетике – частоты мутации. Роль управляющего параметра играет и скальпель хирурга, мутагены в руках генетика. Главные идеи произведения или необычные явления в искусстве выполняют функции параметров порядка, организуя композицию и сюжет художественного произведения.

**Процесс** - продвижение – последовательная смена явлений, состояний стадий развития; правильная смена соединенных между собой причинной связью событий.

**Работа** - мера действия силы; в термодинамике – процесс превращения одного вида энергии в другой, способ обмена энергией между термодинамической системой с окружающей средой.

**Равновесие** – все точки системы неподвижны по отношению к данной системе отсчета. Равновесное состояние отвечает максимуму энтропии, и является тем самым наиболее хаотичным. Неравновесное состояние – антиэнтропийный процесс, равновесное состояние – энтропийный процесс. Равновесие текущее – стационарное (не зависящее от времени) неравновесное состояние открытой системы, устойчивое по отношению малым отклонениям. Тепловое равновесие – всего лишь подкласс всех явлений природы.



**Развитие** – процесс последовательных закономерных смен состояний, выделение разнообразий и противоположностей, увеличение сложности какой-либо системы, улучшение приспособленности организма, увеличение масштабов явления, количественный рост экономики и качественное улучшение её структуры. Развитие и размножение – антиэнтропийный принцип.

**Регресс** – обратное движение, по нисходящей линии, в сторону упадка, вырождение, переход от более высоких форм развития к более низким. Регрессивные явления не определяют общей линии развития природы, но оказывают известное влияние на историю.

**Режим с обострением** – экстремальная фаза эволюции, сверхбыстрое развитие процессов.

**Самоорганизация** – *vis viva* – сверхестественная сила, раскрытие сокровенного, реализация потенциального; процесс спонтанного перехода системы из более хаотического состояния к состоянию более упорядоченному, неравновесное упорядочивание. Самоорганизация – необратимый процесс, который путем кооперативного воздействия дискретных систем ведет к образованию комплексных структур в этих системах. Самоорганизация – «надкритическое явление». Самоорганизация – один из возможных путей эволюции. Процессы самоорганизации возможны при обмене энергией и массой с окружающей средой, т.е. при поддержании состояния равновесия, когда потери на диссипацию компенсируются извне. Если результатом становится возникновение и, возможно, регенерация динамических объектов (подсистем) более сложных, чем элементы среды, из которых они возникают, то организация в отличие от самоорганизации, может характеризоваться образованием однородных стабильных статических структур. Процессы самоорганизации могут протекать спонтанно или под воздействием, и быть обусловлены внутренними свойствами элементов. "Пусковыми кнопками" процессов самоорганизации и эволюции служат определенные неустойчивости системы.

**Стабильность** – прочность, устойчивость и постоянность. Устойчивость – способность системы сохранять свою структуру и функциональные особенности при воздействии внешних факторов или внутренних. Стоять твердо, не колебаться и не падать при первом легком дуновении ветра.

**Статистика** - наука, изучающая явления путем массового исчерпывающего наблюдения и измеренная их мерой, числом и весом, с целью получения из цифрового материала общих выводов; числовые данные о массовых явлениях.

**Стохастичность** - случайность процесса, характер хода которого во времени точно определить невозможно, однако доступно предсказать вероятность возникновения или иного его течения.

**Стационарный** - неподвижный, постоянный, остающийся на месте; стационарное состояние – устойчивое состояние, при котором общее количество вещества и энергии в системе не изменяется. Все величины не зависят от времени.

**Степени свободы** – число независимых переменных, необходимых, чтобы задать конфигурационное состояние системы.

**Система** - группирование в законченное связанное целое; совокупность частей (элементов), способствующих общему отпавлению; порядок, правильность в расположении частей, стройный ряд.

**Структура** - строение, устройство, сложение, способ организации элементов и характер связи между ними.

**Теорема Больцмана:** При временной эволюции ( при условий внешней замкнутости) к равновесному состоянию степень хаотичности растет и достигает максимального значения в состоянии равновесия. Однако в замкнутой системе возможны флуктуации энергии, т.е. отклонения от среднего значения энергии  $E$ . Это означает, что имеет место внутренняя незамкнутость.

**Теплота** – кинетическая энергия молекул газа. **Тепловая смерть** – равномерно разлитая по всему миру бесполезная теплота.

**Термодинамика** - в первоначальном классическом понимании - теория соотношения между механическими и тепловыми явлениями, часть математической физики; наука, изучающая любые процессы превращения материи, связанные с выделением или поглощением энергии, совершением работы, переносом вещества. Короче говоря, общая феноменологическая теория любых процессов и явлений. Законы термодинамики вводятся как постулаты, поэтому они оказываются справедливыми для любых процессов, явлений, веществ.

**Равновесная термодинамика**: диссипация энергии, забывание начальных условий, эволюция к хаосу.

**Неравновесная термодинамика** - раздел термодинамики, изучающий системы вне состояния термодинамического равновесия и необратимые процессы. Возникновение этой области знания связано главным образом с тем, что подавляющее большинство встречающихся в природе систем находятся вдали от термодинамического равновесия, являются открытыми, и функционируют только при условии их обмена с внешней средой веществом, энергией, информацией. Именно потоки тепла и вещества удерживают систему от перехода к равновесию. Сильно неравновесные ситуации приводят к усилению чувствительности систем, неустойчивость, бифуркация. Неравновесные взаимосвязи являются непременным условием самоорганизации. **II начало термодинамики** – общий закон природы. Он гласит, что все естественно протекающие процессы в природе порождают рост энтропии, которому соответствует равномерное распределение тепла и выравнивание температур. Обычно этот закон интерпретируется как тенденция к возрастанию разупорядоченности. Другими словами, все системы Вселенной необратимо эволюционируют в направлении хаоса, разрушения, распада.

**Турбулентность** – хаотические пульсации поля скоростей, давления, температуры, плотности и т.п.).

**Флуктуации** – колебания, изменения каких-нибудь признаков, случайное отделение системы от равновесия, отклонение от обычной равномерности, небольшие, нерегулярные, хаотические изменения какой-либо физической величины, связанные с тепловыми движениями или квантовым эффектом. Флуктуации направлены против роста энтропии, ведут к смене режимов. Повсюду, где есть жизнь, есть место положительным флуктуациям. Флуктуации превращаются в фактор, направляющий глобальную эволюцию системы. *Мутации* – термодинамические флуктуации генетического происхождения.

**Хаос** – нечто бесформенное, беспорядок, полное неустройство, путаница, безначалие. В музыке – нестройная масса звуков, нескладица. Хаотический – совершенно беспорядочный, перепутанный, беспорядочно перемешанный, расстроенный. Хаотизация - нарастание беспорядочности, разрушение норм, игра не по нотам.

**Шум** – беспорядочные, неблагоприятные колебания случайной величины около ее среднего значения, помехи, то, что не несет полезной информации, нежелательные явления.

**Эволюция** – мирное постепенное развитие, без скачков и потрясений, процесс постепенного перехода одного состояния в другое. Прогрессивная эволюция действует в направлении подъема и усложнения организации.

Биологическая эволюция – исторический процесс образования новых органических форм посредством Естественного отбора, открытого Ч. Дарвином в природе. Естественный отбор, по Дарвину, это сохранение в борьбе за жизнь тех разновидностей, которые обладают каким-либо преимуществом в строении, физиологических свойствах, инстинкте. Нет признаков – нет Естественного отбора. В форме Естественного отбора, что может показаться парадоксальным, выступает хаос, приводящий к рождению огромного числа новых форм и состояний, наиболее благоприятных и уничтожающий ненужные состояния, движения, процессы. Эволюция – это непрерывно растущая упорядоченность биологических объектов, бросающих вызов принципу мировой энтропии.

**Экология** - наука об экономии природы, образе жизни и внешних отношениях организмов друг с другом (Геккель,1866).

**Энергия** - способность тела или системы тел производить при данных условиях известное количество работы или преодолевать сопротивление.

**Энтропия** – часть внутренней энергии какой-нибудь замкнутой системы тел, непревратимая в работу. Энтропия растет вследствие рассеяния или выравнивания, в то время как энергия в общем остается постоянной. Таким образом, энтропия стремится к некоторому максимуму, достигаемому тогда, когда уже не остается никакой полезной (превратимой в другие виды) энергии (состояние так называемой тепловой смерти). В начале это понятие применялось только к теплоте, теперь же ко всякой форме энергии, и, в целом, к широкому кругу явлений. Энтропия – это потенциальная энергия, энергия в режиме ожидания.

Оствальд: энтропию можно рассматривать как количественную меру величины содержащейся в системе энергии.

Энтропия – – математическая величина, характеризующая меру внутренней неупорядоченности системы, другими словами, описание хаоса числом. Больцман и Планк: энтропия системы служит мерой царящего в ней беспорядка.

А.Ф.Иоффе: Статистический характер 2 начала термодинамики: все возможно и все возможности действительно осуществляются, но только одних больше — они попадают на глаза, других меньше — их мы не встречаем. По Эбелингу и Ульбрехту энтропия является ключевой физической величиной при описании самоорганизации, связанной с ценными формами энергии и с упорядоченным состоянием системы.

**Энтропийный принцип** - это второй закон термодинамики: описание изменений степени хаотичности в процессе временной эволюции. Увеличение энтропии соответствует переходу в более вероятные состояния, и последние более неупорядочены.