

---

Самоорганизация в  
живой и неживой  
природе.  
Кибернетика.  
Синергетика.

# Структурные уровни организации материи.

---

- Структурные уровни материи образованы из определенного множества объектов какого-либо класса и характеризуются особым типом взаимодействия между составляющими их элементами.
- Закономерности новых уровней специфичны, несводимы к закономерностям уровней, на базе которых они возникли. Структурное многообразие, то есть системность является способом существования материи.

# Структурные уровни организации материи.

---

Неорганическая природа :

- микроэлементарный (уровень элементарных частиц и полевых взаимодействий)
- ядерный
- атомарный
- молекулярный
- уровень макроскопических тел различной величины
- планеты
- звездно-планетные комплексы
- галактики
- метагалактики

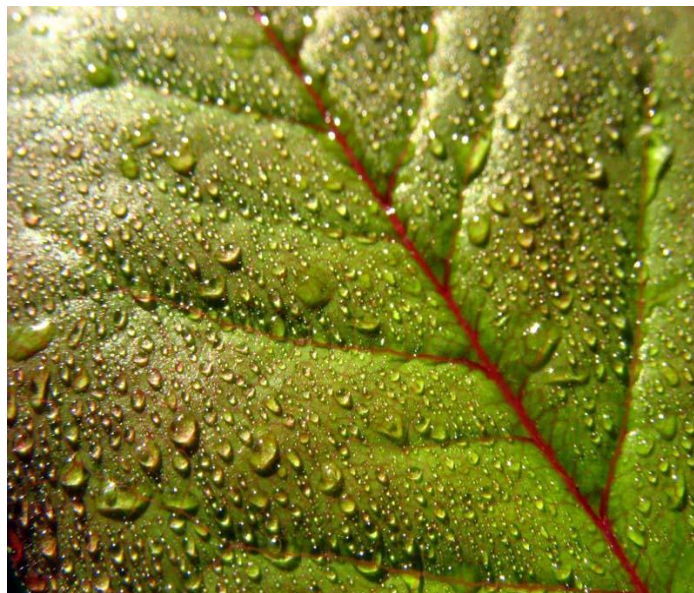


# Структурные уровни организации материи

---

Живая природа:

- уровень биологических макромолекул
- клеточный уровень
- микроорганизменный
- органов и тканей
- организм
- популяционный
- биоценозный
- биосферный.



## Система и элемент. Целое и часть.

---

- Система - комплекс взаимодействующих элементов.
- Элемент - далее неразложимый компонент системы при данном способе ее рассмотрения называется.

Для анализа сложноорганизованных, саморазвивающихся систем, когда между элементами и системой имеются "промежуточные комплексы" более сложные, чем элементы, но менее сложные, чем система, используют понятие "подсистема".

---

## **Основные законы классической (равновесной термодинамики).**

Термодинамическая система – это система, состоящая из большого числа частиц, взаимодействующих между собой.

Термодинамические системы могут быть:

а) изолированными (замкнутыми) – это те системы, которые не сообщаются с окружающей средой ни работой, ни теплом, ни веществом, ни информацией. Другое название – равновесные.

б) открытыми – сообщаются с окружающей средой.

Открытые системы не изучаются классической термодинамикой.

# Термодинамические законы.

Классическая термодинамика описывается двумя законами:

---

1. Закон сохранения и превращения энергии - *первое начало термодинамики.*

$$Q = \Delta U + A,$$

где  $\Delta U$  – изменение внутренней энергии,  $A$  – работа.

*Количество теплоты, сообщенное телу, идет на увеличение его внутренней энергии и совершение телом работы.*

**Сущность второго начала термодинамики - невозможно осуществить процесс, единственным результатом которого было бы превращение тепла в работу при постоянной температуре.**

Иногда этот закон выражают в еще более простой форме:

***Тепло не может перетечь самопроизвольно от холодного тела к более горячему.***



Рудольф Клаузиус использовал для формулировки второго закона термодинамики понятие **энтропии**, которое впоследствии Людвиг Больцман интерпретировал в термине **изменения порядка** в системе.

Когда энтропия системы возрастает, то соответственно усиливается беспорядок в системе. В таком случае второй закон термодинамики постулирует (закон возрастания энтропии):

**Энтропия замкнутой системы, т.е. системы, которая не обменивается с окружением ни энергией ни веществом, постоянно возрастает.**

Энтропия – это количественная мера хаоса в системе,  
мера неупорядоченности.

Общий итог достаточно печален: необратимая направленность процессов преобразования энергии в изолированных системах рано или поздно приведет к превращению всех видов энергии в тепловую, которая в среднем равномерно распределится между всеми элементами системы, что и будет означать термодинамическое равновесие, или полный хаос. Если наша Вселенная замкнута, то ее ждет именно такая незавидная участь. Из хаоса, как утверждали древние греки, она родилась, в хаос же, как предполагает классическая термодинамика, и возвратится.

## Равновесные и неравновесные состояния системы

### Равновесное состояние

Система меняет свою структуру только при наличии сильных возмущений.

Элементы системы пребывают в хаотическом движении. Энтропия возрастает.

Одно дискретное устойчивое состояние системы.

Нечувствительность к флуктуациям.

Поведение системы характеризуется линейными зависимостями.

### Неравновесное состояние

Система меняет свою структуру, реагируя на внешние условия. Приток энергии создает в системе упорядоченность; энтропия уменьшается.

Неравновесность - причина порядка системы; ее элементы ведут себя коррелировано.

Множество дискретных устойчивых состояний системы.

Чувствительность к флуктуациям.

Наличие бифуркации (критическое состояние, переломная точка в развитии системы).

Неопределенность поведения системы.

## Концепции эволюции реальных систем.

---

Материя способна  
осуществлять работу и  
против термодинамического  
равновесия,  
*самоорганизовываться и  
самоусложняться.*

## Самоорганизация в живой и неживой природе. Кибернетика.

- *Кибернетика* – от греческого искусство управления. В основе кибернетики лежит идея возможности использовать общий подход к рассмотрению процессов управления в системах различной природы.
- Рождение кибернетики принято связывать с именем Норберта Винера (1948 год книга «Кибернетика, или управление и связь в животном и машине»).



Классическое представление о мире, состоящем из материи и энергии, уступило место представлению о мире, состоящем из трех составляющих: энергии, материи и информации.

Информация – от лат.  
Ознакомление  
Разъяснение - обозначает меру организованности системы в противоположность понятию «энтропия» как меры неорганизованности.



- 
- Кибернетика как наука об управлении имеет, очевидно, объектом своего изучения управляющие системы. Для того чтобы в системе могли протекать процессы управления она должна обладать определенной степенью сложности и быть динамичной (изменяться).
  - К сложным динамическим системам относятся и живые организмы (животные и растения), и социально-экономические комплексы (организованные группы людей, бригады, предприятия, государства, отрасли промышленности), и технические агрегаты (поточные линии, транспортные средства).



---

*К основным задачам кибернетики относятся:*

- установление фактов, общих для всех управляемых систем или по крайней мере для некоторых их совокупностей;
- выявление ограничений, свойственных управляемым системам, и установление их происхождения;
- нахождение общих законов, которым подчиняются управляемые системы;
- определение путей практического использования установленных фактов и найденных закономерностей



- 
- Теоретическая кибернетика – разработка научного аппарата и методов исследования систем управления независимо от их конкретной природы (теория информации и теория алгоритмов, теория игр, исследование операций и т.д.)
  - Прикладная кибернетика подразделяется на *Техническую кибернетику* – управление техническими системами.
  - *Биологическую кибернетику* - общие законы хранения, передачи и переработки информации в биологических системах. Она подразделяется на медицинскую кибернетику (моделирование заболеваний, использование этих моделей для диагностики, прогнозирования и лечения); физиологическую кибернетику (изучает и моделирует функции клеток и органов в норме и патологии); нейрокибернетику (моделирует процессы переработки информации в нервной системе); психологическую кибернетику (моделирует психику на основе изучения поведения животных).

- 
- *Бионика* – промежуточное звено между биологической и технической кибернетикой- использование моделей биологических процессов и механизмов в качестве прототипов для совершенствования существующих и создания новых технических устройств.
  - *Социальная кибернетика* – наука, в которой используются методы и средства кибернетики в целях исследования и организации процессов управления в социальных системах.



---

В кибернетике отвлекаются от конкретных особенностей изучаемых систем, выделяют закономерности, общие для некоторого множества систем, и вводят понятие *абстрактной кибернетической системы*.



---

*Управление* – это воздействие на объект, выбранное на основании имеющейся для этого информации из множества возможных воздействий, улучшающее его функционирование или развитие.



# Самоорганизация в живой и неживой природе. Синергетика.

---

- «Синергетика»- в переводе с древнегреческого означает совместное, объединенное действие и подчеркивает кооперативный характер эффектов, связанных с самоорганизацией.
- Основоположниками синергетики считаются

Г. Хакен



И. Пригожин.




# СИНЕРГЕТИКА:

---

Фокусирует свое внимание на неравновесности, нестабильности как естественном состоянии открытых нелинейных систем, на множественности и неоднозначности путей их эволюции.

- В открытых системах ключевую роль – наряду с закономерным и необходимым – могут играть случайные факторы, флуктуационные процессы.
- Флуктуации - случайные отклонения физических величин от средних значений.
- Неравновесность порождает избирательность системы, ее необычные реакции на внешние воздействия среды. Неравновесные системы имеют способность воспринимать различия во внешней среде и "учитывать" их в своем функционировании.



---

Открытые неравновесные системы, активно взаимодействующие с внешней средой, могут приобретать особое динамическое состояние – **диссипативность.**

**Диссипативность** - качественно своеобразное макроскопическое проявление процессов, протекающих на микроуровне.

Благодаря диссипативности в неравновесных системах могут спонтанно возникать новые типы структур, возникают новые динамические состояния материи.

---


В развитии открытых и сильнонеравновесных систем наблюдаются

**2 фазы:**

- 1 фаза** - период плавного эволюционного развития, заканчивающийся неустойчивым критическим состоянием. Под точкой бифуркации понимается состояние рассматриваемой системы, после которого возможно некоторое множество вариантов ее дальнейшего развития.







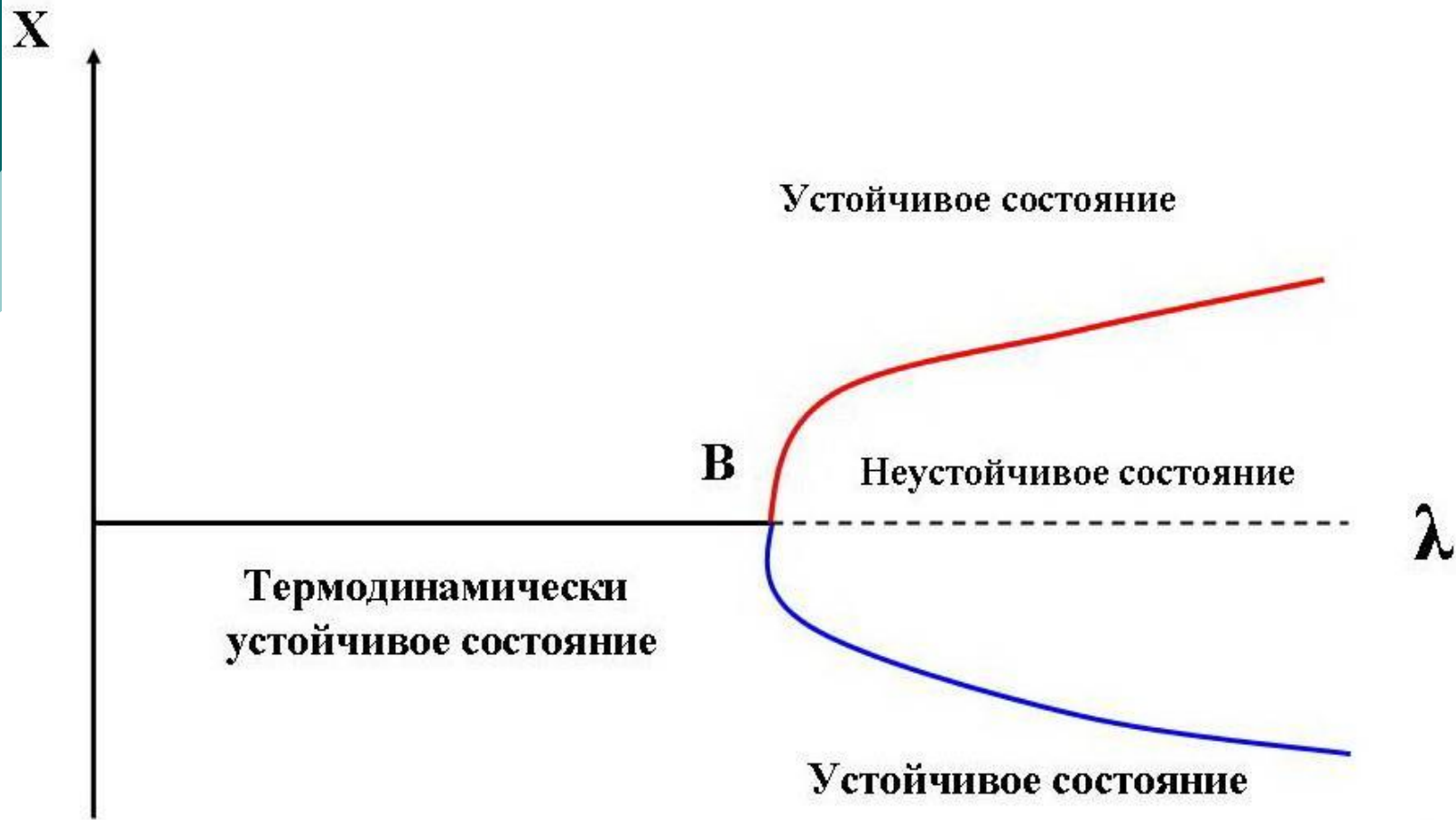
---

Аттрактор – это относительно устойчивое состояние системы, которое как бы притягивает к себе все множество траекторий развития, возможных после точки бифуркации.

**2 фаза:** выход из критического состояния одномоментно, скачком и переход в новое устойчивое состояние с большей степенью сложности и упорядоченности.

Новый порядок связан с появлением и накоплением **флуктуаций** в системе. В дальнейшем они нарастают и способствуют появлению хаоса в системе. Флуктуации ведут к возрастанию энтропии. Новый порядок всегда восстанавливается через хаос. Флуктуации расшатывают систему, она становится неустойчивой, и любое незначительное воздействие толкнет ее к саморазрушению, а дальше – к выбору пути. Любая революция есть выбор пути социальной системы. Система приходит к **точке бифуркации** (выбора), где существует несколько альтернатив дальнейшего развития.

# Явление бифуркации

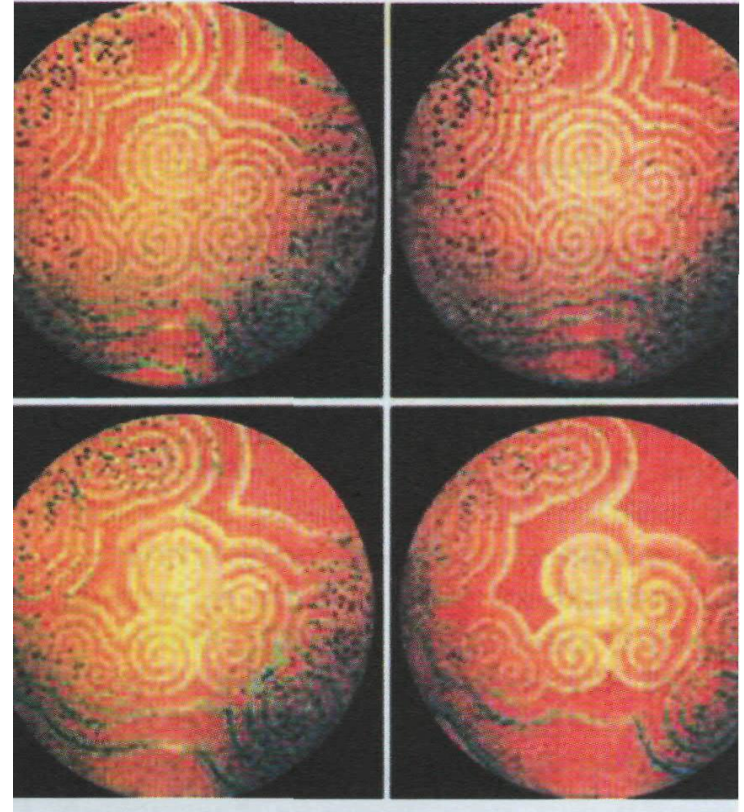


# Примеры самоорганизации систем разной природы

---

- **химические часы**  
**(реакция Белоусова-Жаботинского);**

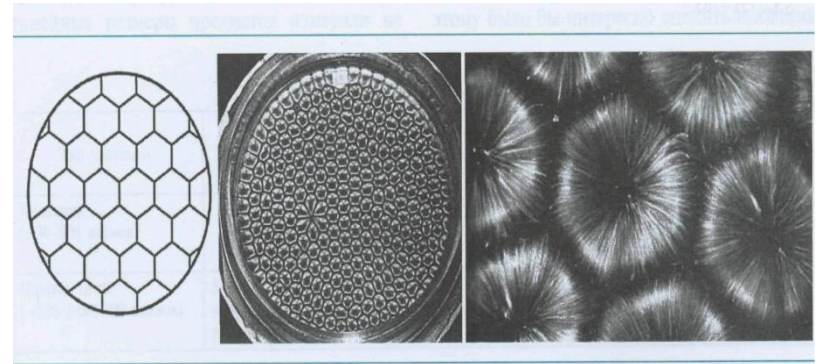
Конфигурации,  
возникающие при  
реакции Белоусова-  
Жаботинского в тонком  
слое в чашке Петри



# Примеры самоорганизации систем разной природы

---

Ячейки Бенара,  
возникающие в  
подогретом слое  
жидкости



# Примеры самоорганизации систем разной природы

---

- **действие лазера,**



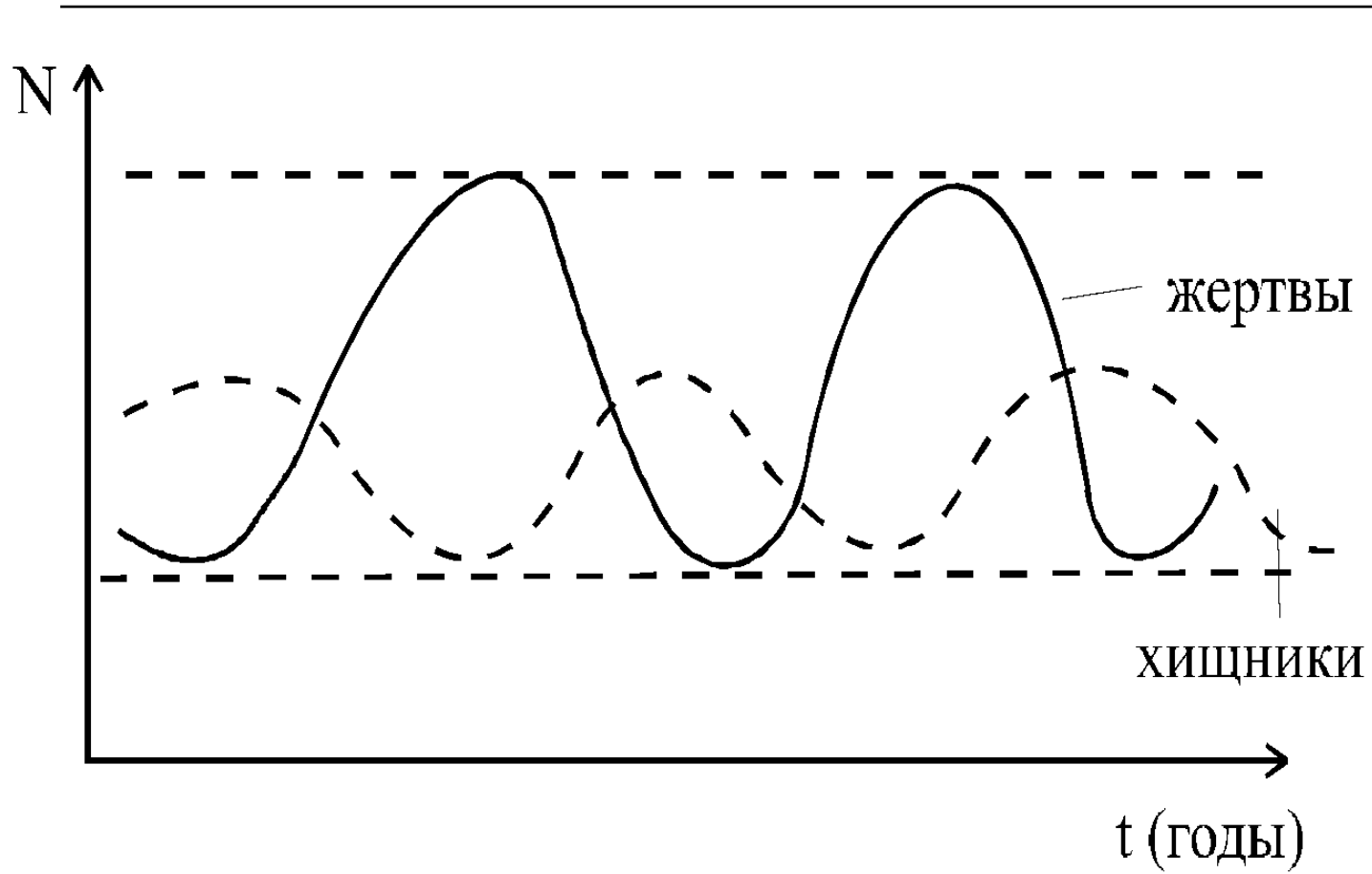
# Примеры самоорганизации систем разной природы

---

- **рост кристаллов;**
- **формирование живого организма;**
- **образование форм растений и животных;**
- **динамика популяций;**
- **пространственно-временные структуры в электрической активности сердца и мозга;**
- **образование уличных пробок,**
- **развитие рыночной экономики,**
- **формирование культурных традиций, общественного мнения,**
- **демографические процессы.**



# Динамика популяции жертв и хищника





## Некоторые условия самоорганизации

Система должна быть открытой и иметь приток энергии и вещества извне


Открытая система должна находиться вдали от точки термодинамического равновесия

Наличие флуктуации. Процесс возникновения и усиления порядка через флуктуации характеризуют как принцип самоорганизации

Самоорганизация основывается на положительной обратной связи, в отличие от динамического равновесия систем, которое опирается на отрицательную обратную связь

Процесс самоорганизации системы возможен только при определенном, достаточном количестве взаимодействующих элементов

Процесс самоорганизации предполагает нарушение симметрии

- 
- 
- Возникновение синергетики означает начало новой научной революции, так как она меняет стратегию научного познания и ведет к выработке принципиально новой картины мира и новой интерпретации фундаментальных принципов естествознания. Синергетика обращается к процессам неупорядоченности в открытых системах, неустойчивости, неравновесности.



---

## Заслуга синергетики:

- открыла и исследовала самоорганизующиеся процессы в самой простейшей элементарной форме и тем самым способствовала раскрытию единства и взаимосвязи между неживой и живой природой.
- дает возможность изучать процессы усложнения и эволюции материи с точки зрения ее самоорганизации на разных уровнях ее развития.
- философско-мировоззренческое значение: ее выводы и результаты служат естественнонаучным подтверждением самодвижения и внутренней активности материи.