

Лекция № 16

**Экстремальное
состояние организма и
законы термодинамики**

Экстремальное состояние организма – особая форма жизнедеятельности, отражающая переломный момент существования высокоорганизованной живой системы, наступивший внезапно вследствие неблагоприятного воздействия

Первое начало термодинамики  **закон сохранения энергии**
Второе начало термодинамики  **закон энтропии**

1908 г. – М. Рубнер сопоставил законы термодинамики с биологическими процессами в организме на примере его старения

Нелинейные процессы характерны для естественных явлений вообще и имеют особое распространение в сложных биологических системах, определяя принцип их функционирования

Основу нелинейности (необратимости) процессов составляет энтропия.

Энтропия выражает разность между «полезным» обменом энергии и диссипированной, рассеянной энергией, теряемой безвозвратно и непроизводительно по отношению к конечному результату процесса

$$dS = d_e S + d_i S,$$

где:

dS – энтропия

$d_e S$ – энергия, теряемая во внешнюю среду за счет трения, вязкости и других форм рассеивания (e – exchange)

$d_i S$ – энергия, затрачиваемая на полезную работу внутри процесса (i – inside)

Диссипативная система – любая система, полная энергия которой (кинетическая + потенциальная) по мере завершения ею работы постепенно убывает, переходя в неупорядоченные формы, т.е. рассеивается.



Эти системы:

- **неравновесны и неустойчивы;**
- **имеют определенную периодичность функциональной осцилляции;**
- **имеют механизм внутренней саморегуляции**
- **сохранение устойчивого покоя требует затрат энергии**

Синергетика (теория самоорганизации или иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах) основана на идее системности, целостности мира, общности закономерностей его развития на всех уровнях организации (включая живые системы), на признаках нелинейности и необратимости, происходящих в мире изменений, взаимосвязи случайности и необходимости, т.е. хаоса и порядка.

Синергетика занимается изучением систем, состоящих из множества подсистем самой различной природы, таких как:

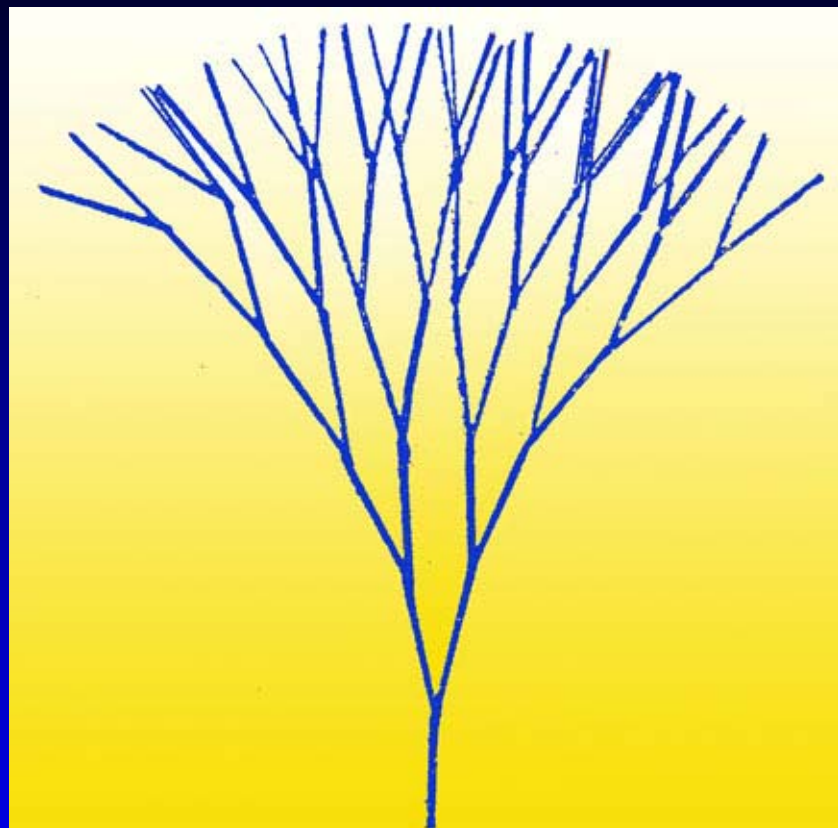
- ✱ электроны
- ✱ атомы
- ✱ молекулы
- ✱ клетки
- ✱ нейроны
- ✱ механические элементы
- ✱ фотоны
- ✱ органы
- ✱ животные
- ✱ люди

(Г. Хаген, 1985)

Синергетика рассматривает «каким образом взаимодействие подсистем приводит к возникновению пространственных, временных и пространственно-временных структур в макроскопическом масштабе»

(Г. Хаген. Синергетика. Иерархия неустойчивости в самоорганизующихся системах и устройствах. Пер. с англ. М, Мир, 1985 г)

Аттрактор – строго координированное во времени и пространстве сведение множества нелинейных функциональных процессов, имеющих общее предназначение, в определенной конечной точке



Простая пространственная композиция на основе бифуркаций

Динамика каждого внутрисистемного процесса проходит через критические значения, или точки «бифуркации», после чего процесс необратимо продолжает развиваться либо в «правильном» – упорядоченном направлении, либо в любом другом – случайном, хаотичном направлении.

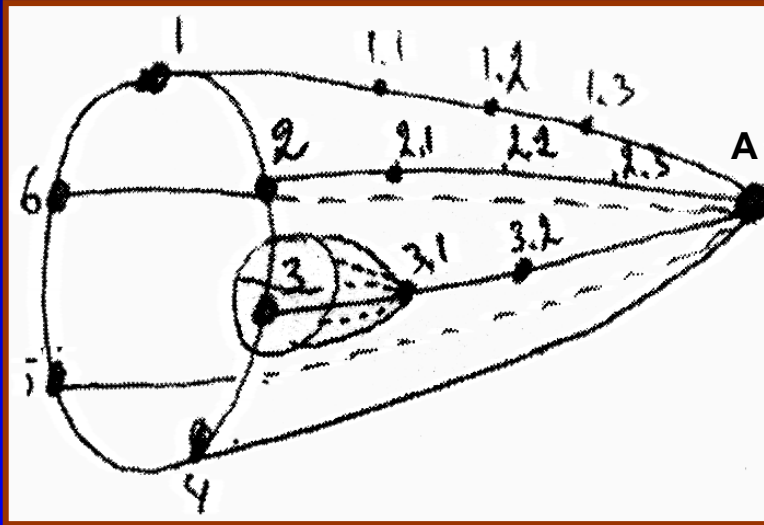


Схема аттрактора, реализующего доминанту устойчивости

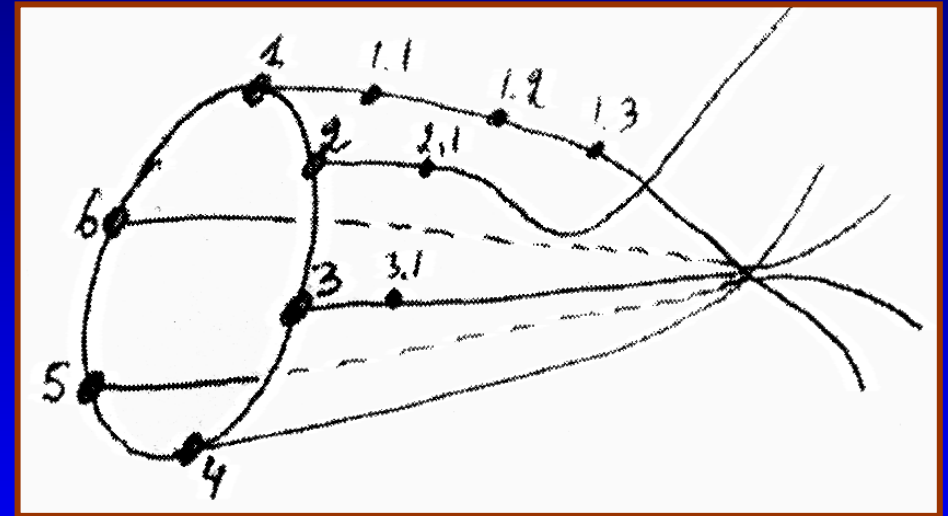


Схема аттрактора при дисфункции

Одновременное сочетание нескольких бифуркаций в развитии внутренних процессов в системе приводит ее в крайне неустойчивое, разбалансированное состояние.

Она становится уязвимой к любым, самым минимальным внешним воздействиям с непредсказуемым результатом.

Принцип саморегуляции заключается в динамическом взаимодействии двух начал, присущих любой сложной биологической системе:

- стремление к порядку**
- стремление к хаосу**

Дизрегуляция –

**основа экстремального
состояния организма**

Экстремальное состояние организма



Гипотетическая подсистема

**Преобразование
энергии**

**Распределение
энергии в интересах:**

- ✓ всего организма
- ✓ для энергоспроизводства
- ✓ для обновления клетки и тканей

(С.Н. Гринченко, С.Л. Загускин. Механизмы живой клетки: алгоритмическая модель.)

Две гипотезы

1. В условиях грубой разбалансированности жизненных процессов главная битва за выживание живой системы перемещается на уровень глубинных факторов системообразования

2. Сохранение сложной живой системы в критической ситуации может достигаться за счет разрушения её инфраструктурных элементов с высвобождением энергии

З а к л ю ч е н и е

- 1. Физические законы в значительной мере определяют жизнедеятельность организма человека.**
- 2. Взаимодействие множества подсистем, начиная с электронов, атомов и заканчивая организмом в целом, приводит к возникновению пространственных и пространственно-временных структур.**
- 3. Устойчивое функционирование этих структур обеспечивается за счет того, что к конечной цели каждой цепочки процесса устремляются сразу несколько функциональных алгоритмов одной и той же направленности.**
- 4. Отклонение одного или нескольких функциональных процессов от детерминированного алгоритма приводит к тому, что вместо того, чтобы запустить следующий необходимый организму процесс, происходит беспорядочное накопление промежуточных продуктов метаболизма – медиаторов.**

З а к л ю ч е н и е

5. Организм человека как сложная живая система представляет собой яркий пример неравновесной системы, существующей по законам термодинамики. Абсолютное большинство внутренних процессов живых систем носит необратимый характер.
6. До настоящего времени не удастся выяснить особенности пространственно-временных взаимодействий медиаторов, механизмов саморегуляции и цикличности важнейших биологических механизмов как в норме, так и при экстремальных состояниях.
7. Вмешательство в глубинные молекулярно-клеточные процессы без достаточных знаний этих процессов при экстремальном состоянии организма чревато усугублением, ускорением диссипации неравновесной системы, т.е. окончательной разбалансировки жизненно важных процессов.
8. Дальнейший прогресс в изучении процессов, происходящих в живом организме как в норме, так и при экстремальном состоянии связан с интеграцией фундаментальных знаний медицины и физики.