

# ТЕОРИЯ СИСТЕМ. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА

---

*Модель функциональной системы*

*П. К. Анохина.*

К принципиальным особенностям понимания сути реального мира в современной науке относится представление о

- системной организации природы,

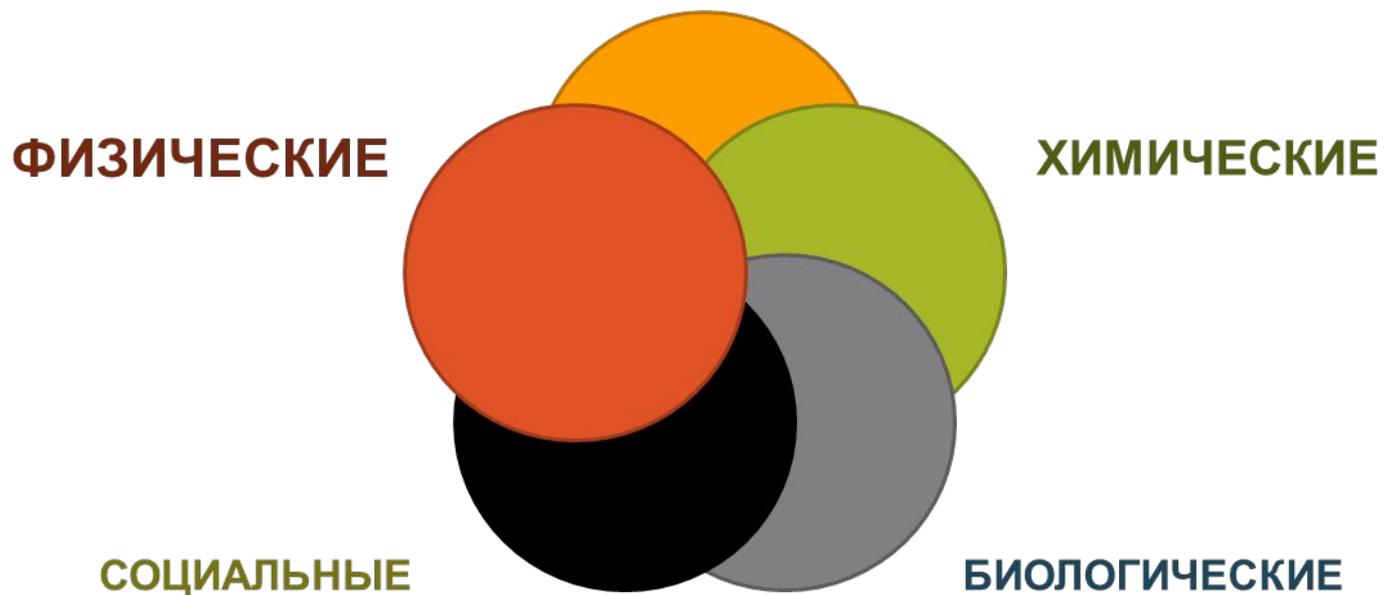
*-ее глобальном эволюционизме,*

- самоорганизации и историчности.

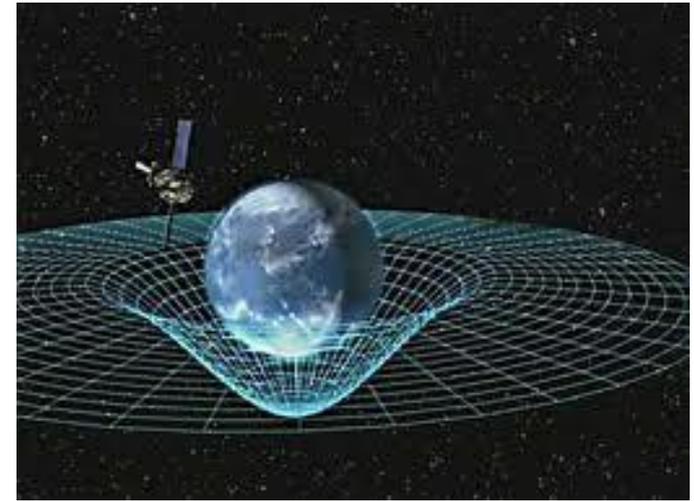


# ПРИРОДНЫЕ СИСТЕМЫ

МЕХАНИЧЕСКИЕ



Система - это внутренне (или внешне) упорядоченное множество взаимосвязанных элементов, определенная целостность, проявляющая себя как нечто единое по отношению к другим объектам или внешним условиям.

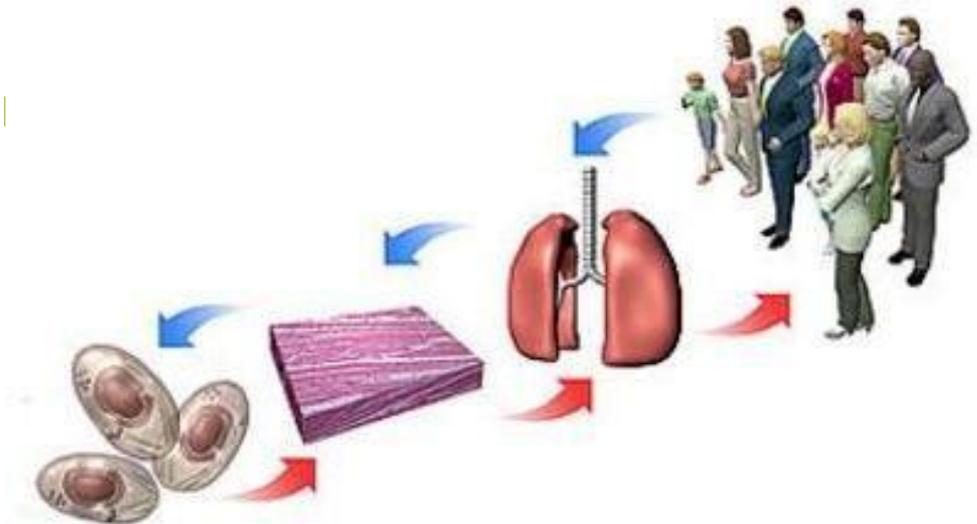


Множество объектов будет целостной системой, если энергия связи между ними больше их суммарной кинетической энергии совместно с энергией внешних воздействий, направленных на разрушение системы.

С переходом от мегасистем к макросистемам, молекулам и атомам, к гравитационным силам добавляются электромагнитные, намного сильнее, чем первые. В атомных ядрах действуют еще более мощные ЯДЕРНЫЕ СИЛЫ.

***Чем меньше размеры материальных систем, тем прочнее связи между их элементами.***

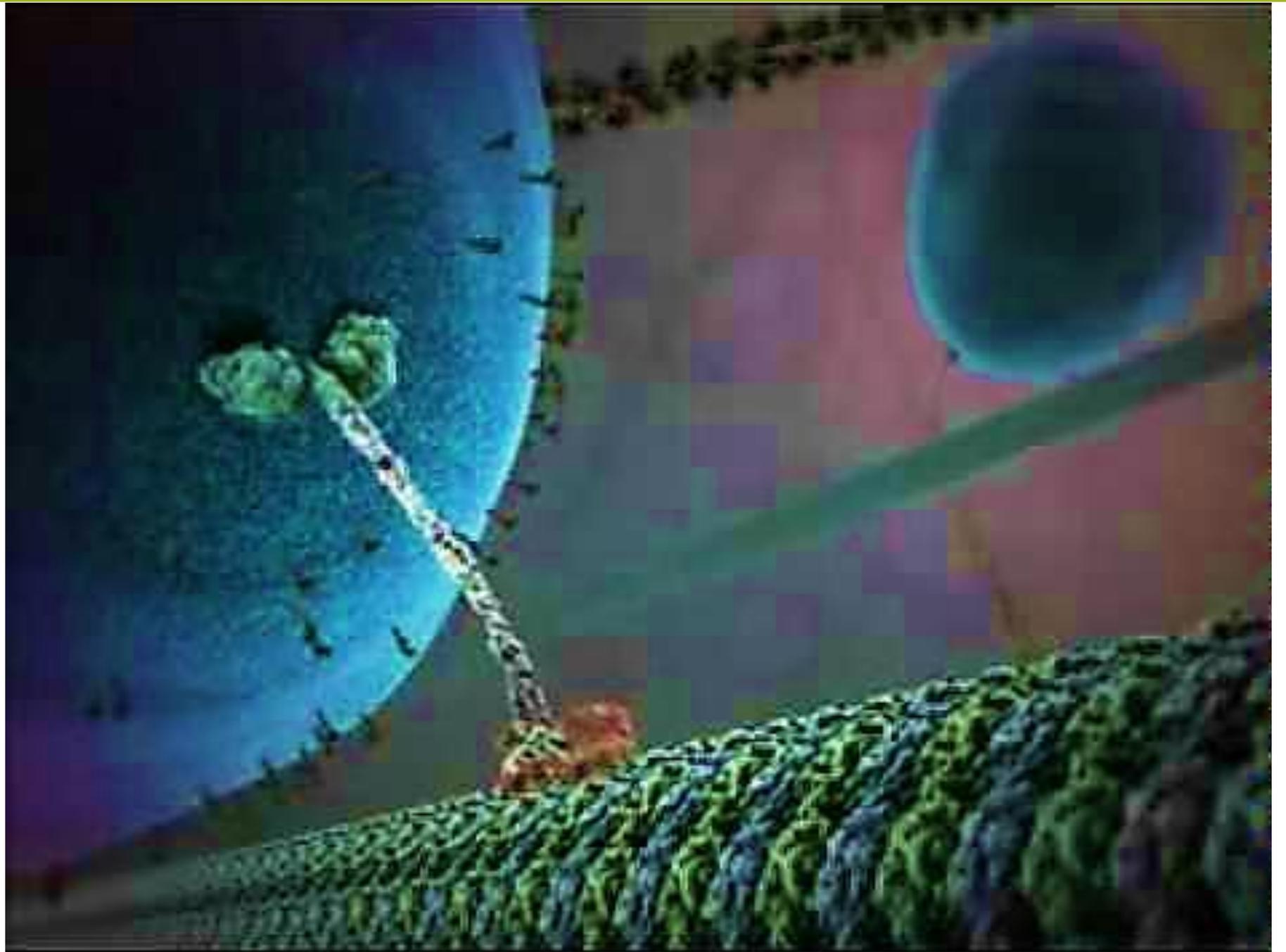
Любая система является **одновременно над- и подсистемой**, что отражает иерархичность строения материи и ее пространства.



[www.nsp.lv](http://www.nsp.lv)

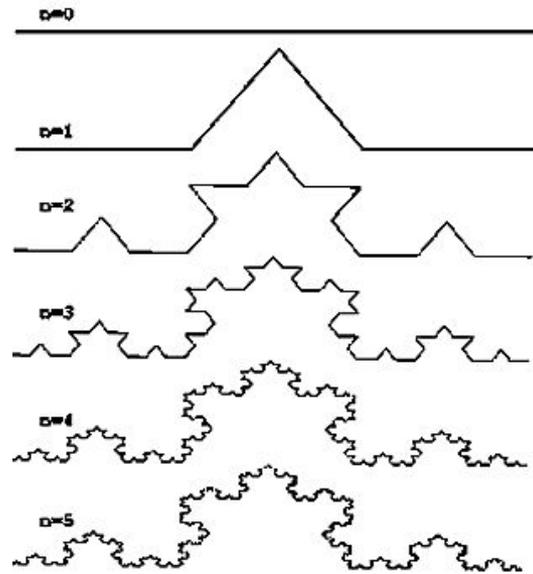
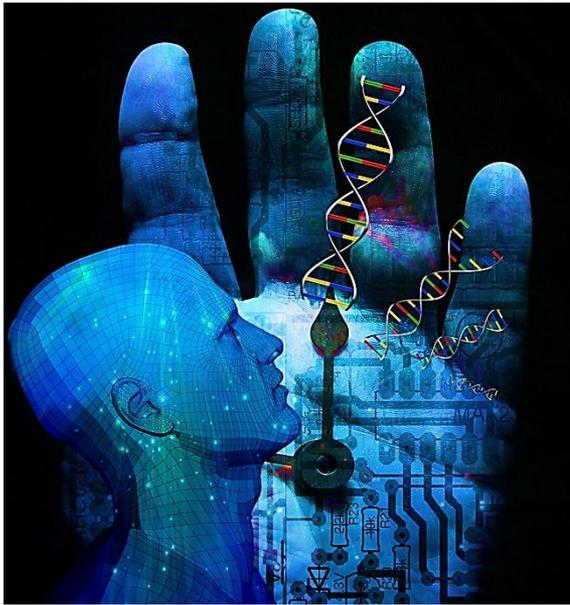
Например, любая ткань организма включает в себя клетки и межклеточное вещество различного типа и выступает при этом как надсистема, в то время как различные ткани образуют определенный орган тела и здесь уже ткань рассматривается как подсистема.

В то же время любая надсистема является матричным отражением ее подсистем.



**Фрактал** - это объект, обладающий свойством масштабного самоподобия.

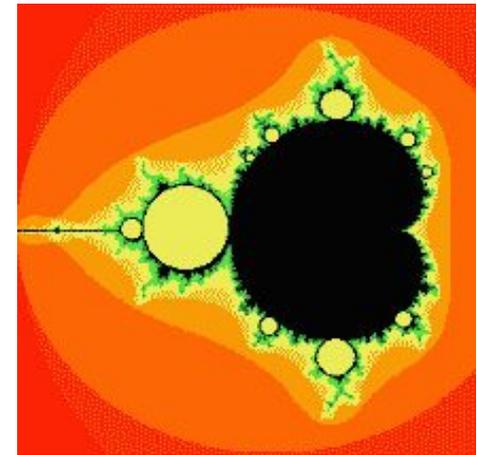
В этом смысле фрактальный объект аналогичен голографическому изображению, где практически по любому осколку голограммы можно восстановить всю картину.



**«Кривая Коха»**

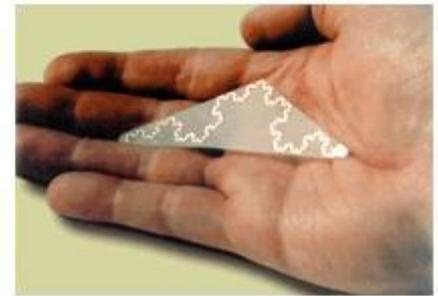


**Треугольник  
Серпинского**



## Использование фрактальной геометрии при проектировании антенных устройств

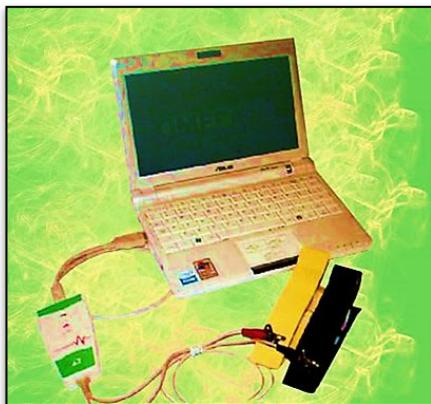
было впервые применено амер. инж Натаном Коэном, который жил тогда в центре Бостона, где была запрещена установка на зданиях внешних антенн. Коэн вырезал из алюминиевой фольги фигуру в форме кривой Коха и затем наклеил ее на лист бумаги, а затем присоединил к приемнику.



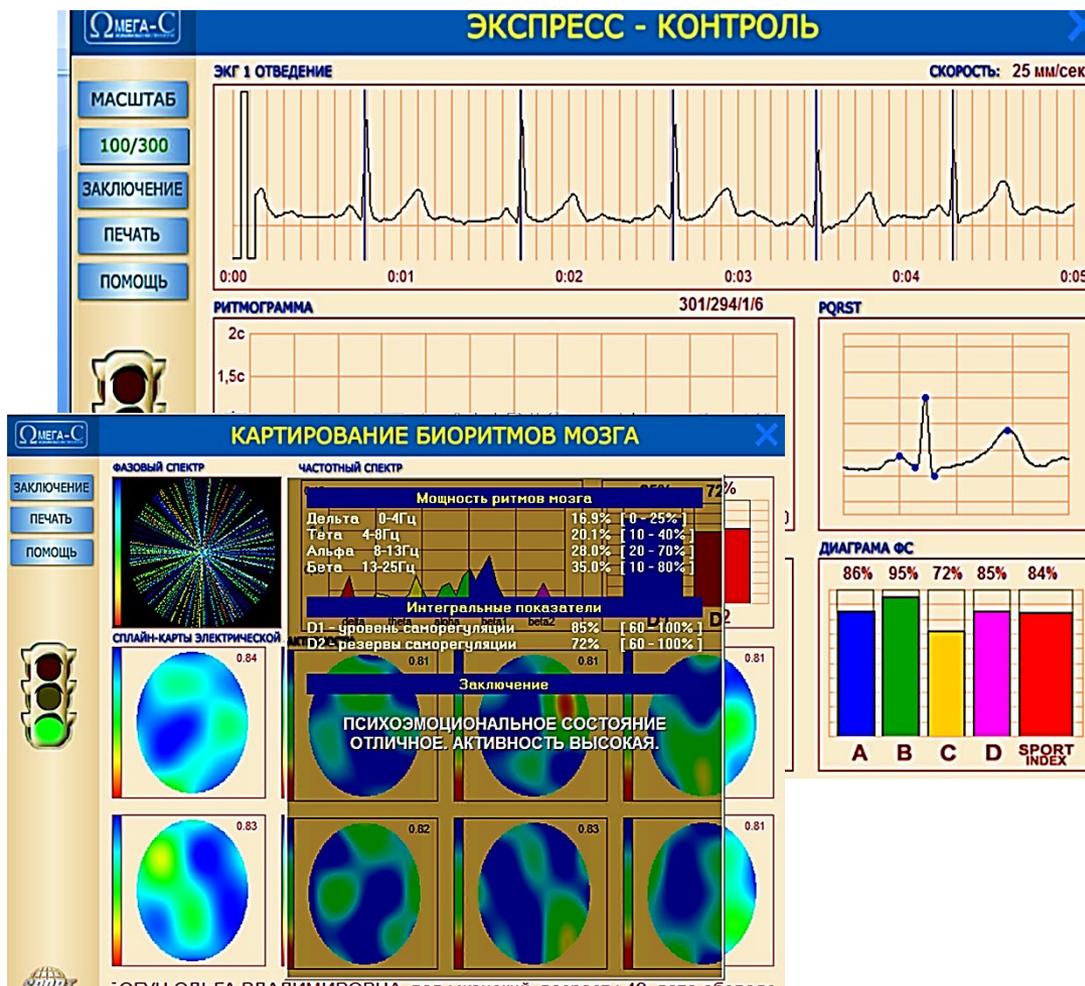
Оказалось, что такая антенна работает не хуже обычной. И хотя физические принципы такой антенны не изучены до сих пор, это не помешало Коэну обосновать собственную компанию и наладить их серийный выпуск.

В данный момент американская фирма "Fractal Antenna System" разработала антенну нового типа. Теперь можно отказаться от использования в мобильных телефонах торчащих наружных антенн. Так называемая фрактальная антенна располагается прямо на основной плате внутри аппарата.

# РИТМ СЕРДЦА КАК ФРАКТАЛ ОБЩЕГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА



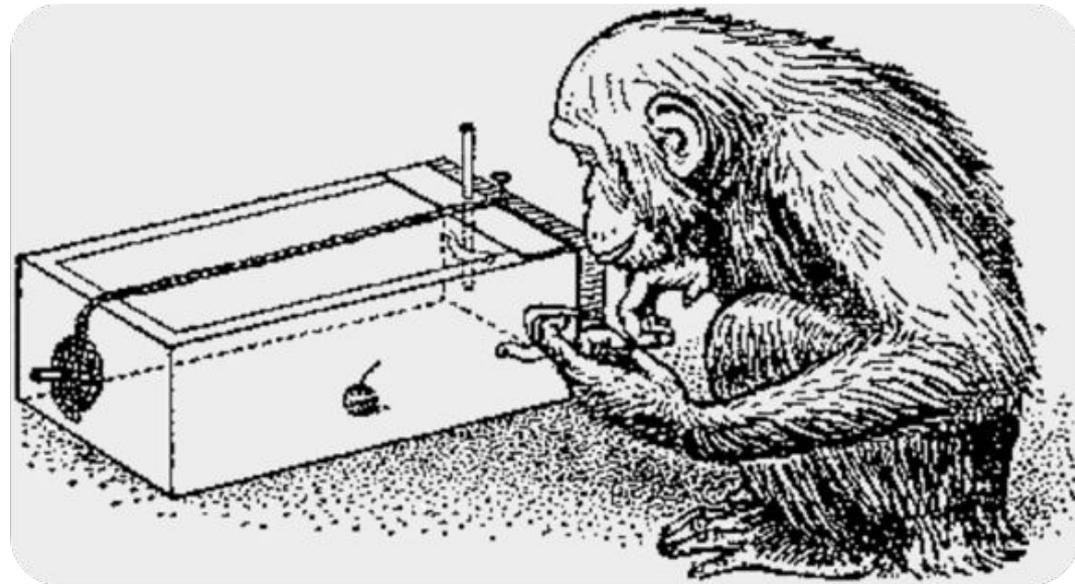
Скрининг-диагностика «Омега-М»



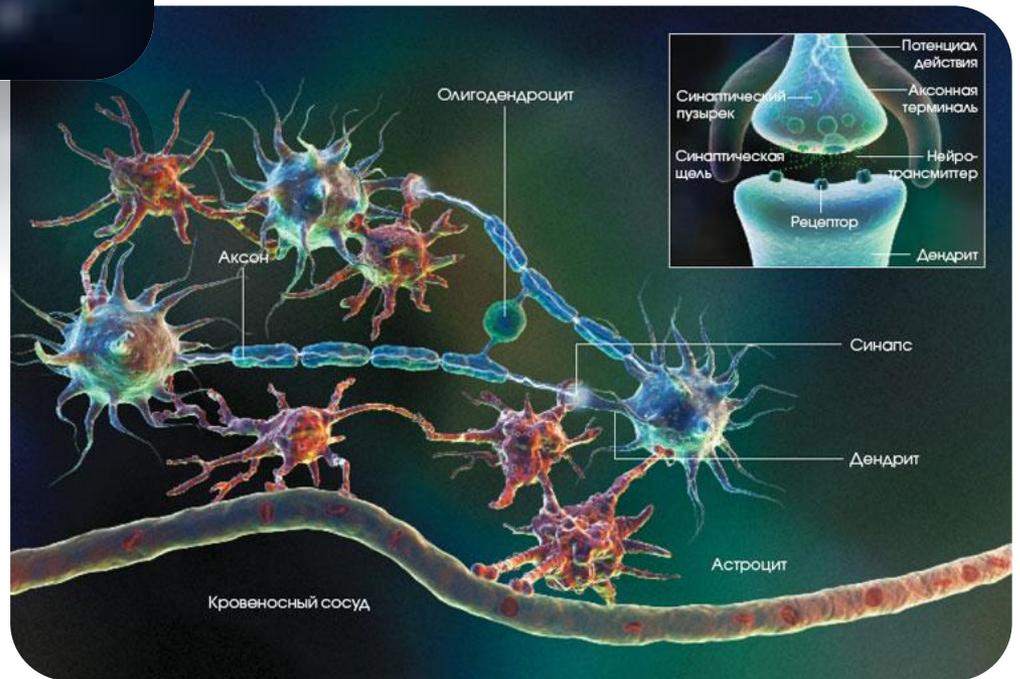
# Эмерджентность

- Эмерджентность или эмергентность (от англ. emergent — возникающий, неожиданно появляющийся)[1] в теории систем — наличие у какой-либо системы особых свойств, не присущих её элементам, а также сумме элементов, не связанных особыми системообразующими связями; несводимость свойств системы к сумме свойств её компонентов; **синоним — системный эффект.**
- В биологии и экологии понятие эмерджентности можно выразить так: одно дерево — не лес, скопление отдельных клеток — не организм. Например, свойства биологического вида или биологической популяции не представляют собой свойства отдельных особей, понятия наследуемость, рождаемость, смертность неприменимы к отдельной особи, но применимы к популяции или виду в целом.
- В эволюционистике выражается **как возникновение новых функциональных единиц системы**, которые не сводятся к простым перестановкам уже имевшихся элементов.
- В почвоведении: эмерджентным свойством почвы является плодородие.
- В классификации систем эмерджентность может являться основой их систематики как критериальный признак системы

- Инсáйт (от англ. insight — пронидательность, проникновение в суть, понимание, озарение, внезапная догадка, прозрение) — многозначный термин из области зоопсихологии, психологии, психоанализа и психиатрии, описывающий сложное интеллектуальное явление, суть которого состоит в неожиданном, отчасти **интуитивном прорыве** к пониманию поставленной проблемы и «внезапном» нахождении её решения.



Инсáйт



# ЭФФЕКТ СОТОЙ ОБЕЗЬЯНЫ

На японском острове Косима обитала колония диких обезьян, которых ученые кормили сладким картофелем (бататом), разбрасывая его по песку. Обезьянам нравился батат, но не нравился песок на нем, животные не любят есть грязную пищу. И вот однажды 18-месячная самка Имо обнаружила, что может решить эту проблему, вымыв батат.

Она научила этому трюку свою мать и других обезьян. А когда число научившихся мыть батат обезьян достигло 100, все обезьяны, жившие на близлежащих островах, вдруг, без какого бы то ни было внешнего побуждения, тоже начали мыть картофель.

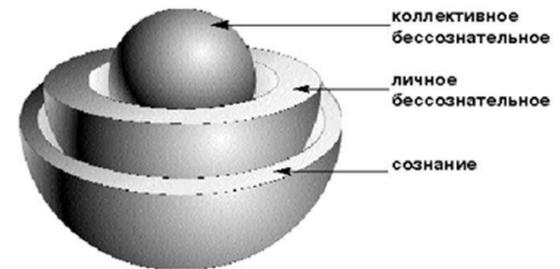
В науке это явление получило название «**эффект сотой обезьяны**».



Психоаналитические теории  
Карл Густав Юнг (Jung, 1875—1961)

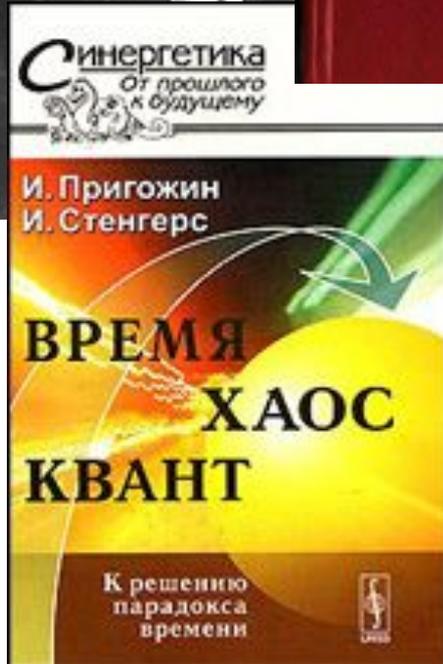
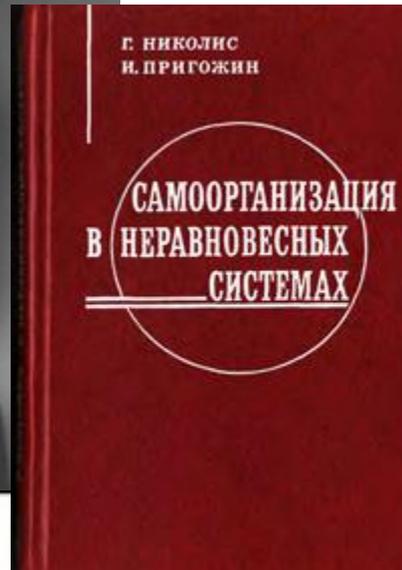
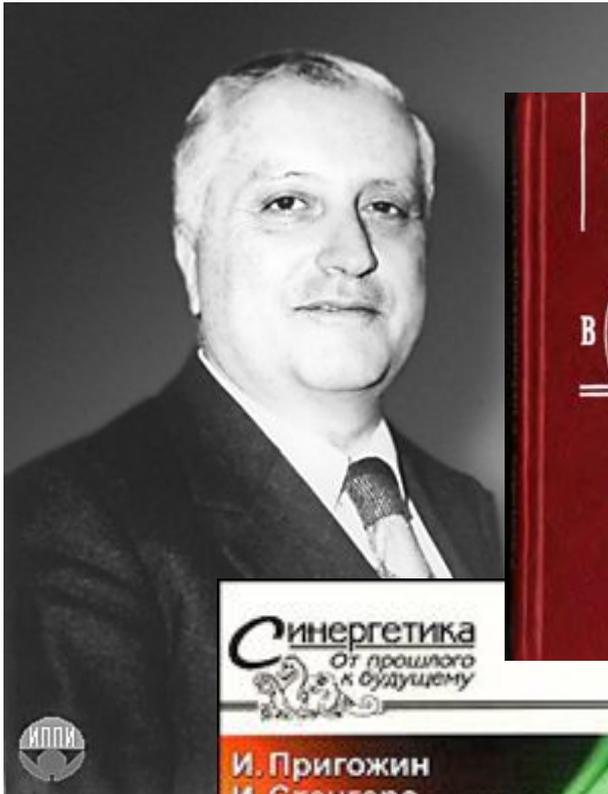


Модель личности Юнга:



**Личное бессознательное** содержит в себе локальные проблемы, конфликты, порожденные в течение одной отдельной жизни.

**Коллективное бессознательное** ставит перед человеком проблемы иного — экзистенциального — уровня, решение которых даже в индивидуальном порядке важно для выживания и эволюции всего вида. ...архетипы..

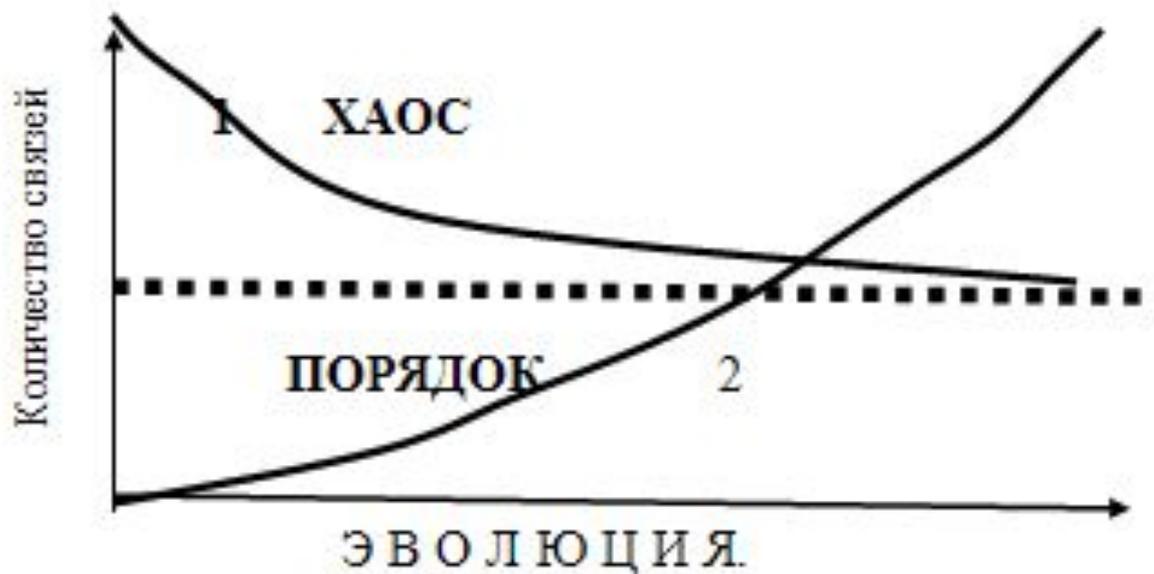


# Илья Рома́нович Приго́жин

(фр. *Ilya Prigogine*;  
25 января 25 января 1917 25  
января 1917, Москва —  
28 мая 28 мая 2003 28  
мая 2003, Брюссель<sup>[1]</sup>) —

бельгийский и американский физик  
и химик российского  
происхождения,  
лауреат Нобелевской премии по  
химии 1977 года 1977  
года, виконт Бельгии.

Один из двух лауреатов  
Нобелевской премии по химии  
российского происхождения (второй  
— Николай Семёнов).<sup>[2]</sup>

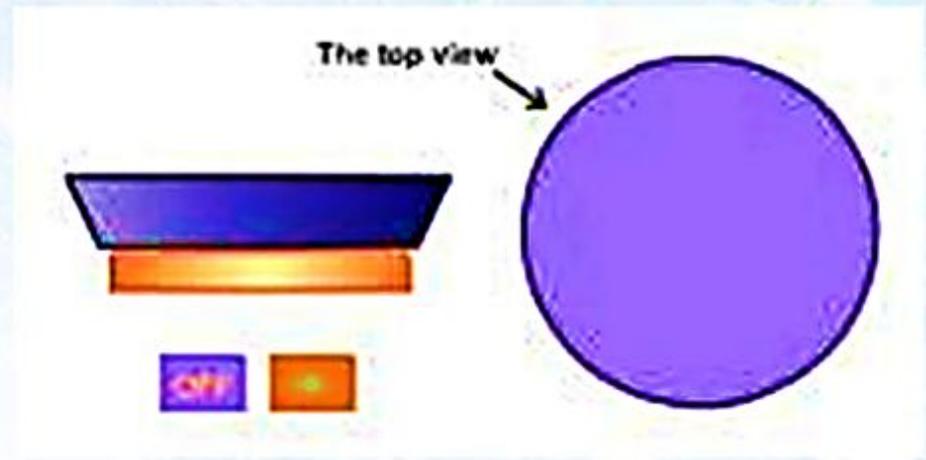
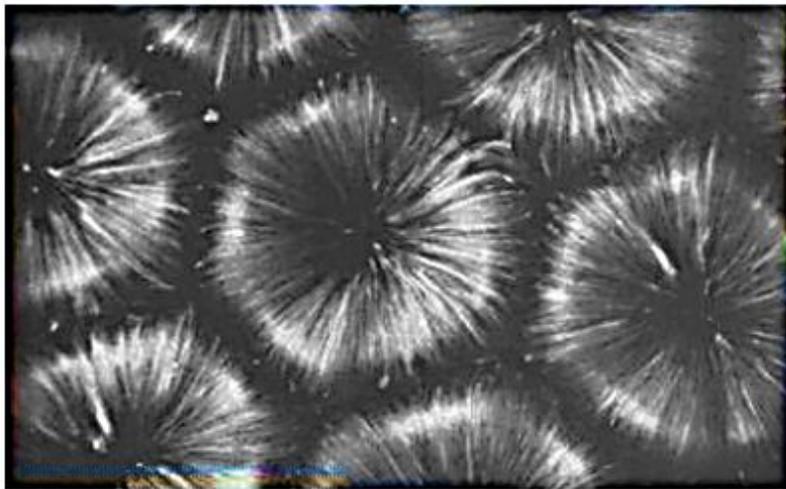
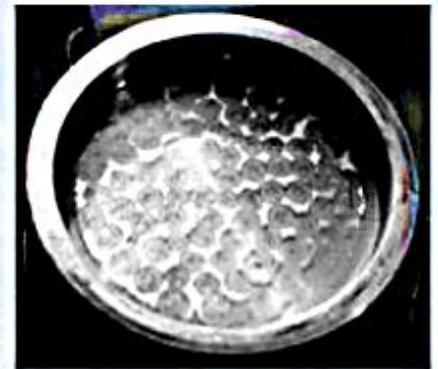
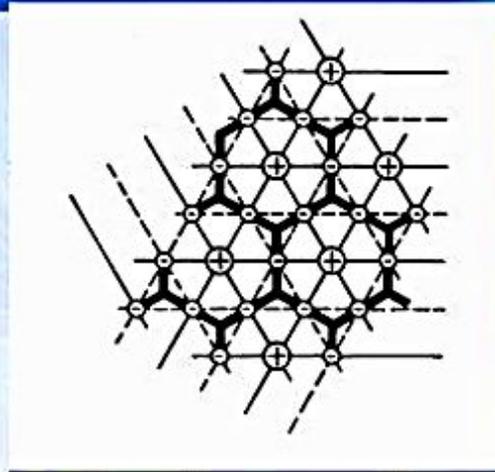
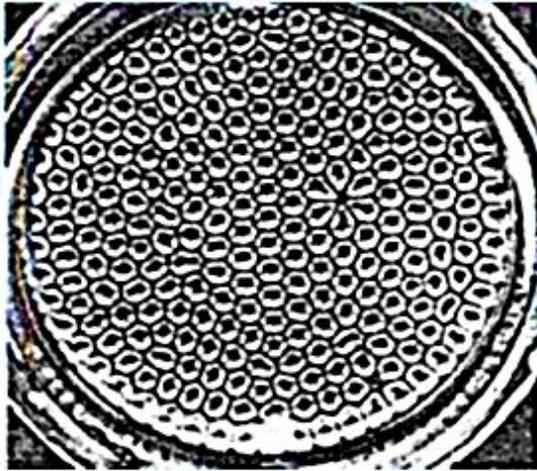


# АЛГОРИТМ ПРОЦЕССОВ ОТКРЫТОЙ НЕЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ

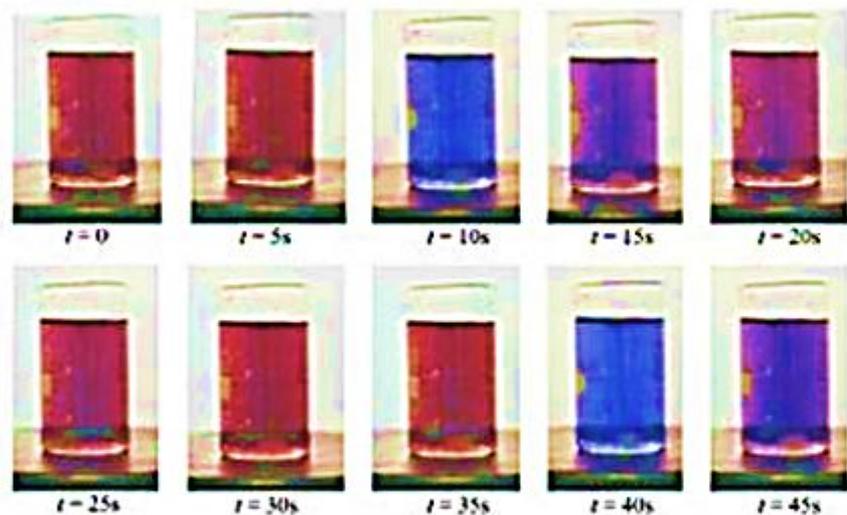
- 1. Медленное развитие
- 2. Накопление
- 3. Неравновесие
- 4. Точка бифуркации
- 5. Флуктуации
- 6. Хаос. Энтропия
- 7. Самоорганизация
- 8. Эволюционный скачок



# Ячейки Бенара

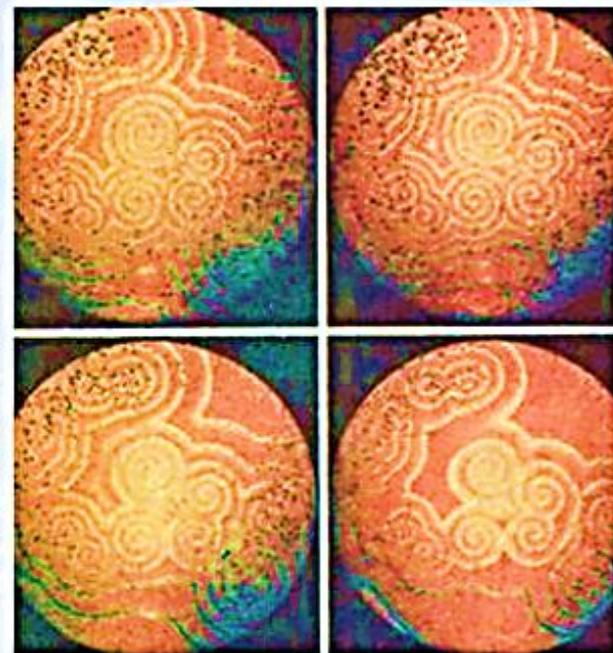


# Реакция Белоусова-Жаботинского



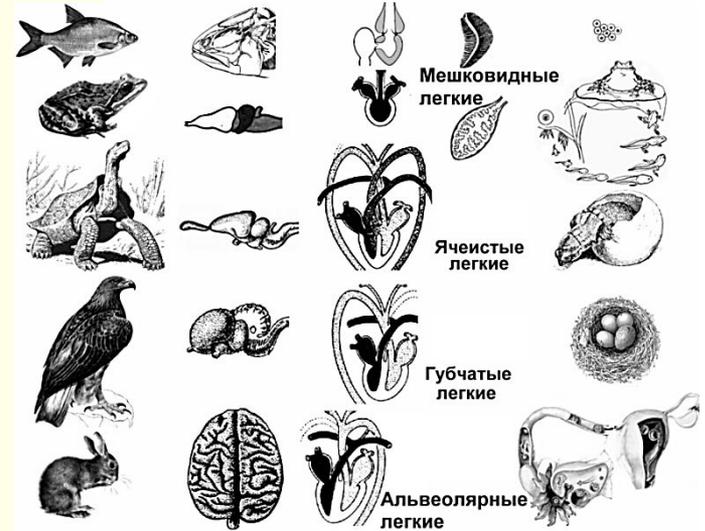
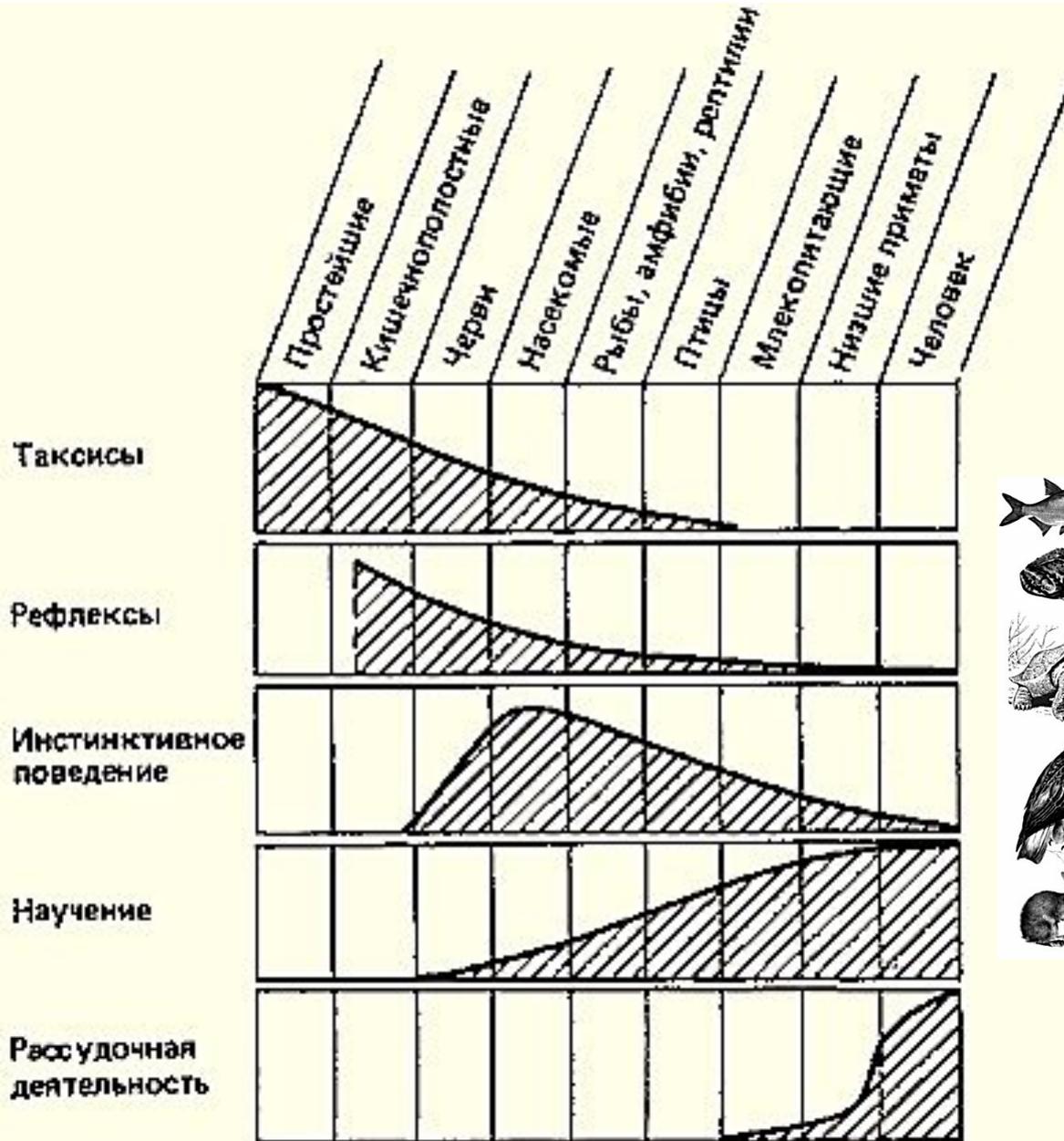
*«Химические часы».*  
*Реакционная смесь с большой точностью периодически изменяет окраску*

Механизм реакции:

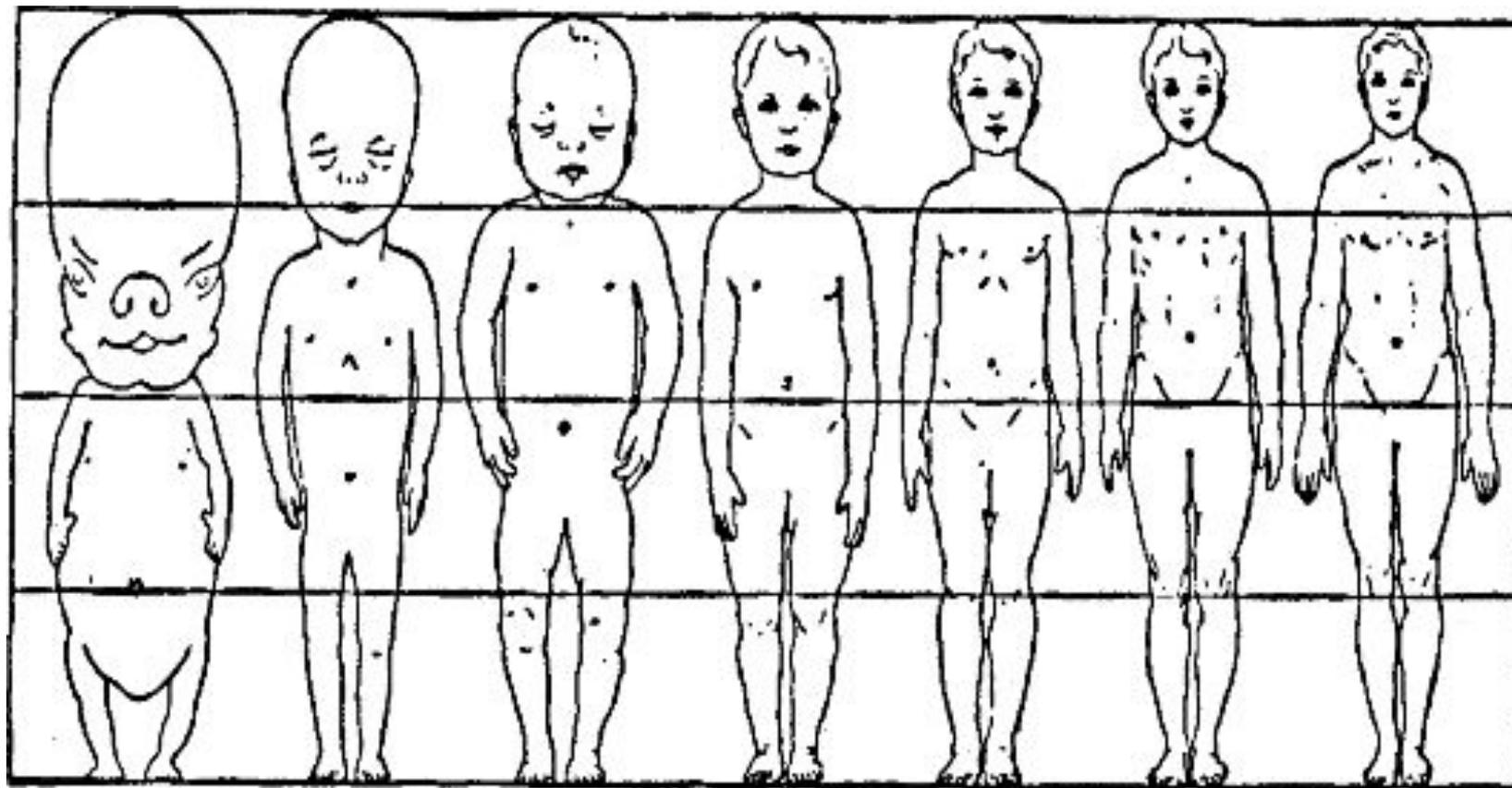


*Проводя реакцию Б-Ж в тонком слое (в чашке Петри), можно увидеть динамические кольцевые структуры*

# Эволюция поведения Филогенез.



# Самоорганизация в природе. Онтогенез. Кризисы возраста.



2 месяца  
(эмбрион)

3 месяца  
(плод)

Новорож-  
денный

2 года

5 лет

13 лет

22 года

## Классификация АПН СССР (1965)

В 1965 году на симпозиуме Академии педагогических наук СССР была принята следующая возрастная периодизация[10]:

Новорождённые — от 1 до 10 дней

Грудной ребёнок — от 10 дней до 1 года

Раннее детство — от 1 до 2 лет

Первый период детства — от 3 до 7 лет

Второй период детства — от 8 до 12 лет (муж.); от 8 до 11 лет (жен.)

Подростковый возраст — от 13 до 16 лет (муж.); от 12 до 15 лет (жен.)

Юношеский возраст — от 17 до 21 года (муж.); от 16 до 20 лет (жен.)

Средний возраст

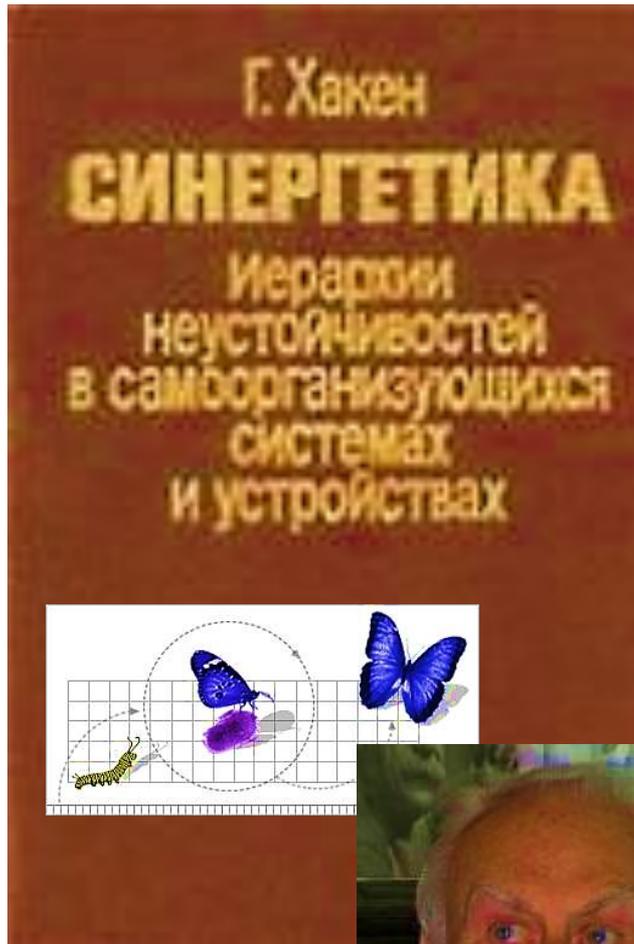
первый период — от 22 до 35 года (муж.); от 21 до 35 лет (жен.)

второй период — от 36 до 60 года (муж.); от 36 до 55 лет (жен.)

Пожилые люди — от 61 до 75 года (муж.); от 56 до 75 лет (жен.)

Старческий возраст — от 76 до 90 лет

Долгожители — старше 90 лет



1. Процессы эволюции и деградации, разрушения и созидания равноправны
2. Хаос не только разрушителен, но и созидателен
3. Развитие осуществляется через неустойчивость (хаотичность);
- 4 - процессы созидания (упорядоченности) имеют единый алгоритм независимо от природы, специфики и характера систем, в которых они осуществляются;
- 5- эволюция большинства сложных систем носит нелинейный характер, т.е. для такого типа систем всегда существует несколько возможных вариантов развития,
6. Возникновение структур нарастающей сложности не случайность, а закономерность. Случайность встроена в механизм эволюции.

# Теория функциональных систем в физиологии

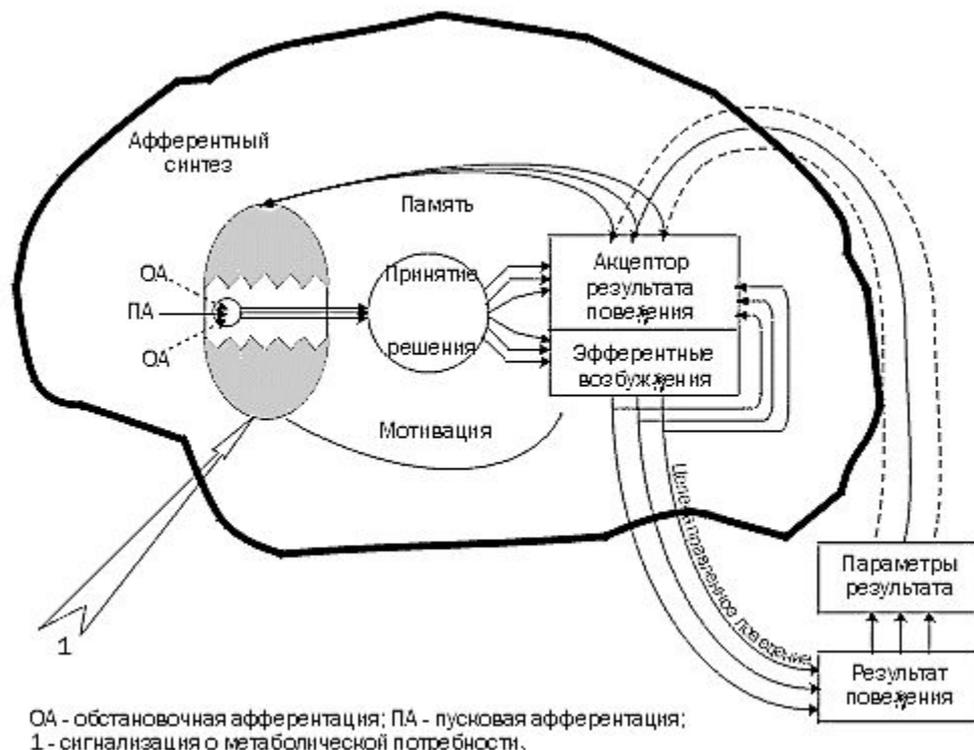
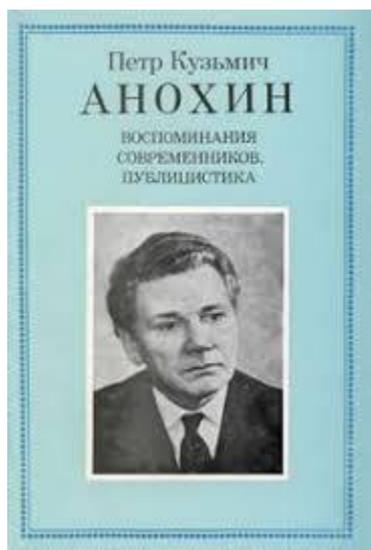


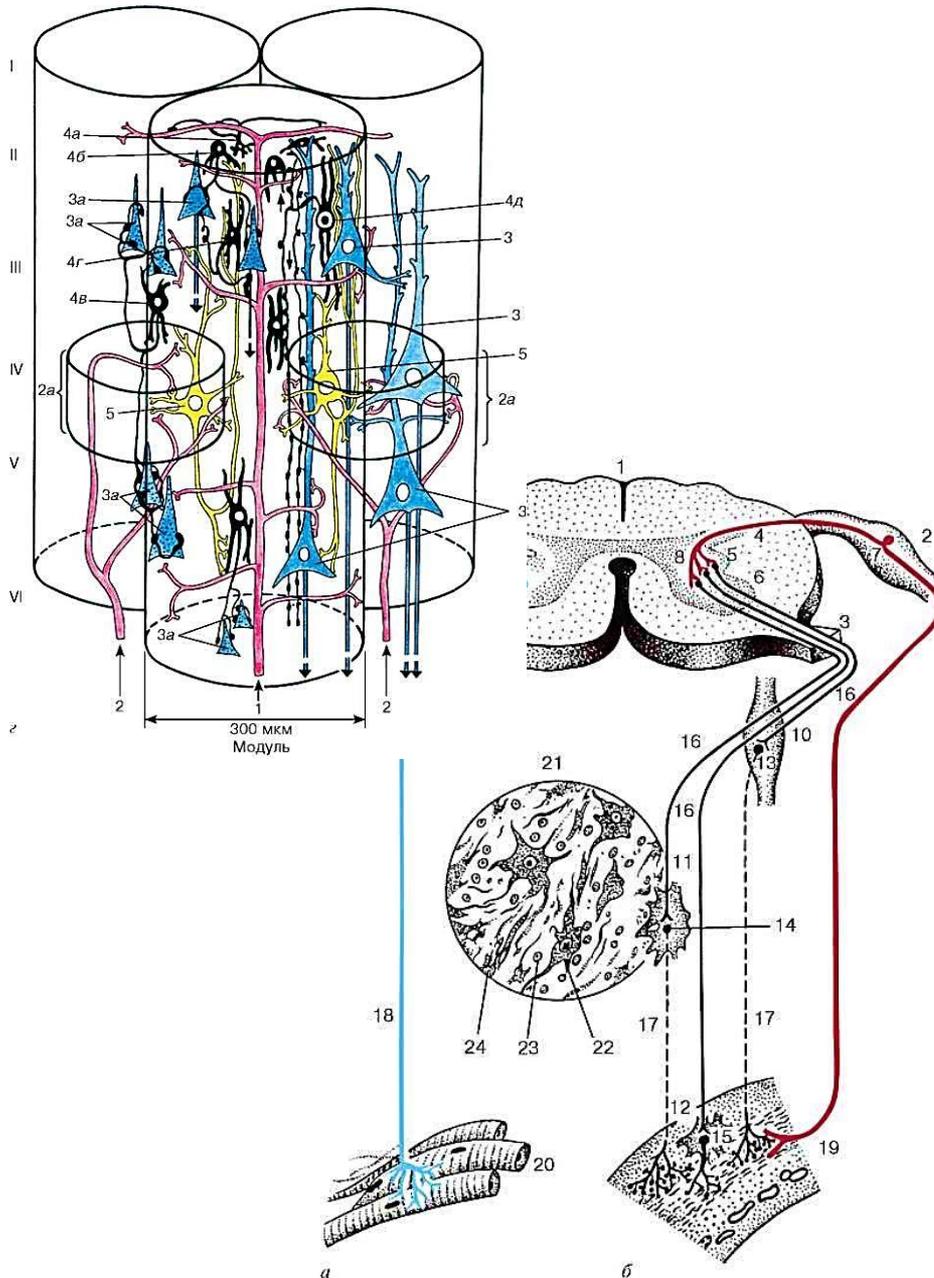
Анохин Петр Кузьмич  
(1898-1974) - академик,  
советский физиолог.

- в фундаментальных трудах по нейрофизиологии – механизмам условного рефлекса, онтогенезу нервной системы ввел понятие системообразующего фактора (результата системы).

Под результатом системы П.К. Анохин понимал полезный приспособительный эффект во взаимодействии «организм – среда», достигаемый при реализации системы.

- На основании обобщения экспериментов П. К. Анохин пришел к выводу, что для понимания взаимодействия организма со средой следует изучать не «функции» отдельных органов или структур мозга, а их **взаимодействие**, то есть координацию их активности для получения конкретного результата.





- В системной психофизиологии активность нейронов связывается не с какими – либо специфическими «психическими» или «телесными» функциями, а с обеспечением систем, в которые вовлекаются **клетки самой разной анатомической локализации и которые, различаясь по уровню сложности и качеству достигаемого результата,** подчиняются общим принципам организации функциональных систем [Анохин, 1975,1978].

# Модель функциональной системы

- Академик П.К. Анохин предложил модель организации и регулирования поведенческого акта, в которой есть место для всех основных процессов и состояний. Она получила название модели функциональной системы. Ее общее строение показано на следующем рисунке





Рис. 297. Схема целенаправленного поведенческого акта (по П. Анохину, 1968)

Физиологическая архитектура поведенческого акта - в модели П.К. Анохина - последовательность сменяющихся стадий:

- 1- стадия афферентного синтеза;
- 2- стадия принятия решения, реализующаяся через стадию формирования аппарата акцептора результатов действия и стадию эфферентного синтеза;
- 3- стадия выполнения программы поведения;
- 4- стадия обратной афферентации;
- 5- санкционирующая стадия.

**Физиологическая архитектура поведенческого акта**

## В основе теории функциональных систем лежат следующие постулаты:

- 1- результат деятельности как системообразующий фактор;
- 2- саморегуляция как общий принцип организации функциональных систем;
- 3- изоморфизм функциональных систем различных уровней;
- 4- избирательная организация отдельных органов и тканей в функциональную систему;
- 5- иерархия функциональных систем;
- 6- мультипараметрическое регулирование систем по конечным результатам.

- Все воздействующие на человека объекты и условия деятельности, вне зависимости от их значимости, воспринимаются человеком в виде образа.
- Этот образ соотносится с информацией, хранящейся в памяти, и мотивационными установками человека.
- Причем процесс сопоставления осуществляется, скорее всего, через **сознание**, что приводит к возникновению решения и плана поведения.



Рис. 1. Схема функциональной системы по П. К. Анохину.

- **Функциональная система - по П.К.Анохину** - комплекс избирательно извлеченных компонентов организма, взаимодействия и взаимоотношения которых ориентированы на получение фокусированного полезного результата.
- Функциональная система:
- - является единица интегративной деятельности целого организма;
- - отличается от частных механизмов реализации поведенческих актов;
- - осуществляет избирательное вовлечение структур и процессов в выполнение конкретного акта поведения или функции организма;
- - имеет разветвленный морфофизиологический аппарат, обеспечивающий поддержание гомеостаза и саморегуляцию.
- Различают функциональные системы первого и второго типов.

- Функциональная система *первого типа* - функциональная система, обеспечивающая постоянство параметров внутренней среды за счет системы саморегуляции, акты которой не выходят за пределы самого организма.
- Функциональная система первого типа автоматически компенсирует возникающие колебания кровяного давления, температуры тела и других параметров.

Функциональная система первого типа

# Функциональная система второго типа

- Функциональная система второго типа - функциональная система,
- - использующая внешнее звено саморегуляции;
- - обеспечивающая адаптивный эффект через связь с внешним миром за пределами организма и изменение поведения.



Рис. 297. Схема целенаправленного поведенческого акта (по П. Анохину, 1968)

# Федор Тютчев Колумб

Тебе, Колумб, тебе венец!  
Чертеж земной ты  
выполнивший смело  
И довершивший наконец  
Мироздания неконченное  
дело,  
Ты завесу расторг  
божественной рукой —  
И новый мир, неведомый,  
нежданный,  
Из беспредельности туманной  
На Божий свет ты вынес за  
собой.



***Так связан и сроднен от  
века  
Союзом кровного родства  
Разумный гений человека  
С живою силой естества...  
Скажи заветное он слово —  
И миром новым естество  
Всегда откликнуться готово  
На голос родственный его.***



**КОНСТАНТИН  
АНОХИН**

# СОЗНАНИЕ И МОЗГ

Константи́н Влади́мирович Ано́хин (род. 3 октября 1957) — российский учёный, нейробиолог, профессор, член-корреспондент РАН (2002) и РАН (2008). Руководитель отдела нейронаук НИЦ «Курчатовский институт», игрок «Что? Где? Когда?».

# Акцептор результатов действия

- Акцептор результатов действия - в модели П.К.Анохина - нервная модель будущих результатов, представленная сетью вставочных нейронов, охваченных кольцевым взаимодействием. Попав в эту сеть, возбуждение продолжает в ней циркулировать длительное время, что позволяет удерживать цель поведения.
- Акцептор результатов действия формируется параллельно с определенной программой действий.

Суть данной концепции П.К. Анохина заключается в том, что человек не может существовать изолированно от окружающего мира.

Он постоянно испытывает воздействие определенных факторов внешней среды.

Воздействие внешних факторов было названо Анохиным обстановочной афферентацией.

Одни воздействия для человека несущественны или даже неосознаваемы, но другие, — как правило, необычные — вызывают у него ответную реакцию.

Эта ответная реакция носит характер *ориентировочной реакции* – «ЧТО ТАКОЕ?»

- Информация о результатах действия имеет характер обратной связи (**обратной афферентации**) и направлена на формирование установки по отношению к выполняемому действию.
- Поскольку информация проходит через эмоциональную сферу, она вызывает определенные эмоции, влияющие на характер установки.
- Если эмоции носят положительный характер, то действие прекращается. Если эмоции негативны, то в выполнение действия вносятся коррективы [Маклаков, 2001]

- В центральной нервной системе ожидаемый итог действий представлен в виде своеобразной нервной модели, названной Анохиным *акцептором результата действия*.
- **Акцептор результата действия — это цель, на которую направлено действие.**
- При наличии акцептора действия и программы действия, сформулированной сознанием, начинается непосредственное исполнение действия.
- При этом включается воля, а также процесс получения информации о выполнении поставленной цели.

- Архитектоника функциональной системы
- Операциональная архитектоника функциональной системы; Центральная архитектура функциональной системы
- Архитектоника функциональной системы - универсальные механизмы всех функциональных систем.
- По П.К.Анохину архитектоника функциональной системы включает:
  - -1- афферентный синтез;
  - -2- принятие решения;
  - -3- акцептор результатов действия;
  - -4- эфферентный синтез (программу действия);
  - -5- результат действия;
  - -6- оценку достигнутого результата.

Существует иная архитектура функциональной системы, включающая:

- 1- полезный приспособительный результат;
- 2- рецептор результата;
- 3- обратную афференцию от рецепторов результата в нервный центр;
- 4- нервный центр в виде избирательного объединения нейронов различных уровней центральной нервной системы;
- 5- исполнительные, вегетативные и поведенческие механизмы регуляции результата.

- Аfferентный синтез
- лат. Afferentation synthesis
- Аfferентный синтез - начальная стадия функциональной системы; процесс сопоставления, сличения, отбора и синтеза разнообразных по значению аfferентных потоков возбуждений, составляющих основу развертывания функциональной системы поведения.
- Аfferентный синтез осуществляется при участии:
  - -1- доминирующей мотивации, складывающейся на основе специфической потребности;
  - -2- обстановочной аfferентации;
  - -3- пусковой аfferентации; и
  - -4- памяти.

# Взаимосодействие

- Взаимосодействие - взаимосвязь элементов функциональной системы, направленная на достижение полезного приспособительного результата, когда элементы функциональной системы взаимодействуют с направленностью на результат.

# Мотивация

- Motivation
- Мотивация - в физиологии - физиологический механизм активирования внутренних стимулов и потребностей.
- Мотивация представляет собой второй этап организации целенаправленного поведения, следующий за актуализацией потребности.

# Обстановочная афферентация

- Обстановочная афферентация - компонент афферентного синтеза, представляющий собой воздействие на организм всей совокупности внешних факторов, составляющих конкретную обстановку, на фоне которой разворачивается адаптационная деятельность организма.
- На основе обстановочных раздражителей организм оценивает возможность и способ удовлетворения доминирующей потребности.

# Принятие решения

- Принятие решения - в модели П.К.Анохина - процесс выбора реакции из множества возможных реакций при организации поведенческого акта.
- Принятие решения предполагает формирование исполнительной команды, передачу ее в моторную кору и торможение всех остальных возможных в данный момент команд.
- При принятии решения играют роль внешние раздражители, доминирующая мотивация и прошлый опыт.

# Программа действия

- Программа действия - стадия функциональной системы, которая:
- - возникает после принятия решения о достижении результата; и
- - характеризуется возбуждением различных структур центральной нервной системы, которое в дальнейшем передается по центральной нервной системе и по эфферентным нервам достигает исполнительных органов.

# Пусковая афферентация

- Пусковая афферентация - компонент афферентного синтеза, реализующий ранее сформированную предпусковую интеграцию возбуждений в поведенческий акт.

## Сенсорно-биологическая конвергенция нервных импульсов

- Сенсорно-биологическая конвергенция нервных импульсов - схождение к одному нейрону двух или нескольких возбуждений от сенсорных и биологических раздражителей одновременно.
- Такая конвергенция является механизмом обучения и выработки условных рефлексов и афферентного синтеза функциональных систем.

- Эфферентно-афферентная конвергенция нервных импульсов - схождение к одному нейрону двух или нескольких афферентных и эфферентных возбуждений одновременно. Эфферентное возбуждение распространяется от нейрона, затем через вставочные нейроны возвращается к нейрону и взаимодействует с афферентными возбуждениями, приходящими к нейрону в тот момент.
- Такая конвергенция является одним из механизмов акцептора результатов действия, в случае, когда афферентное возбуждение сливается в эфферентным.

## Эфферентно-афферентная конвергенция нервных импульсов

# Эфферентный синтез

- Эфферентный синтез - стадия функциональной системы, следующая за стадией принятия решений; представляет собой возбуждение, которое через ретикулярную формацию мозгового ствола активирует ориентировочную реакцию.
- Эфферентный синтез состоит:
  - - из программы действия, выработанной нейронами центральной нервной системы; и
  - - из эфферентного возбуждения, передающегося по нервам к исполнительным органам.