

ЛЕКЦИЯ 2. ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

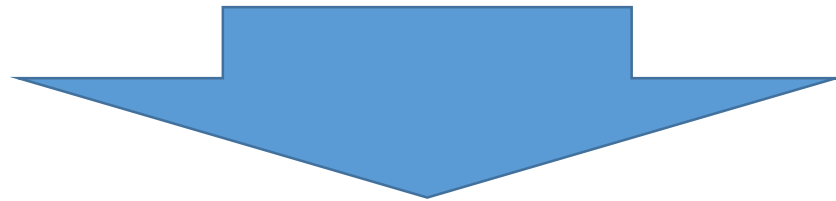
1. Понятие системы

2. Особенности живых систем



1. Понятие системы

Исследования в системной биологии чаще всего заключаются в разработке **модели биологической системы**, т. е. модели, сконструированной на основе количественных данных об элементах, составляющих систему, связях между ними и процессах, происходящих в системе.



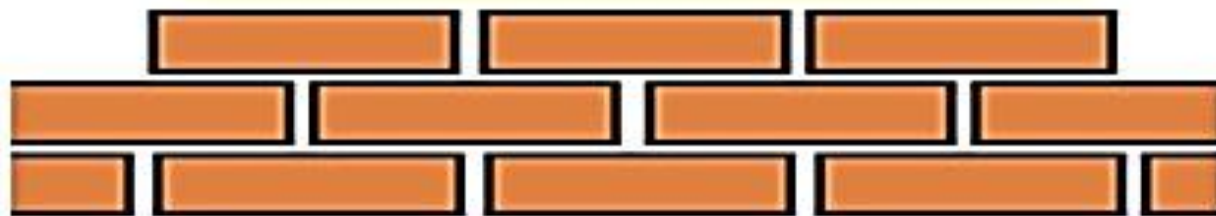
Построение модели позволяет описать связь между различными элементами системы, установить определенные закономерности ее поведения и развития, спрогнозировать поведение системы при изменении внутренних характеристик и внешних условий, оптимизировать управление ею и др.

«Целое больше
суммы своих
частей»



Аристотель (384-
322 г.г. до н.э.)

Система (др.-греч. *Σύστημα* - «ауьета» - «целое, составленное из частей») – целостный объект, состоящий из взаимосвязанных элементов и подсистем.



Структура (лат. *structūra* «строение, устройство») – совокупность наиболее сильных и устойчивых связей, обеспечивающих целостность объекта, т.е. сохранение основных свойств при различных внешних и внутренних изменениях.



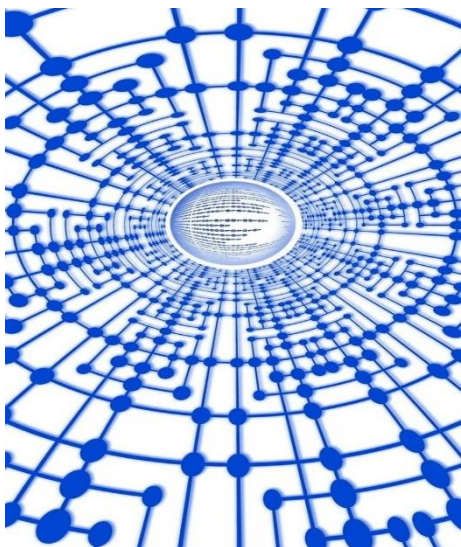
Карл Людвиг
фон Берталанфи

«...Система – это комплекс взаимодействующих компонентов или совокупность элементов, находящихся в определенных отношениях друг с другом и со средой...»

Система – это совокупность элементов или отношений, закономерно связанных друг с другом в единое целое, которое обладает свойствами, отсутствующими у элементов или отношений, образующих системы.

Система – объективное единство закономерно связанных друг с другом предметов, явлений, а также знаний о природе и обществе.

Система – это ничто иное как совокупность взаимосвязанных элементов, имеющая выход (цель), вход (ресурсы), связь с внешней средой, обратные связи.

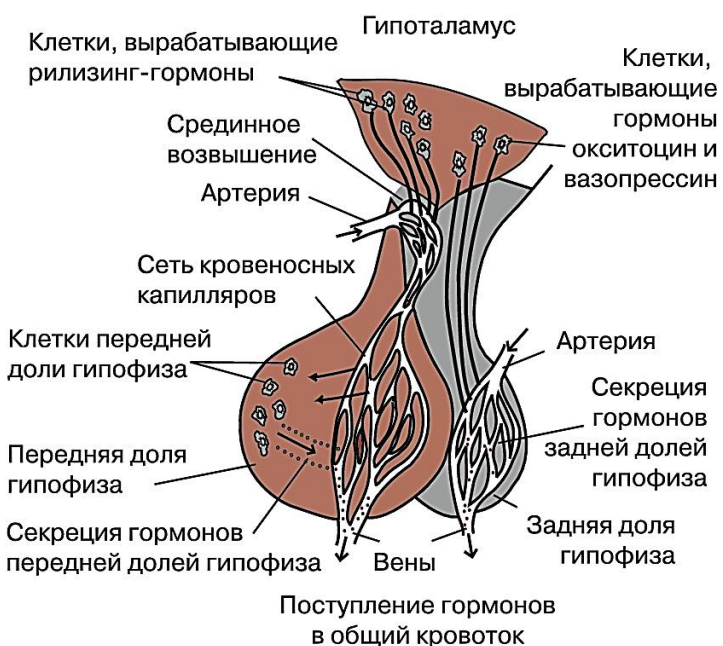


Важное основание биологической самоорганизации - исключительное богатство и разнообразие **обратных связей** на всех уровнях живых систем.

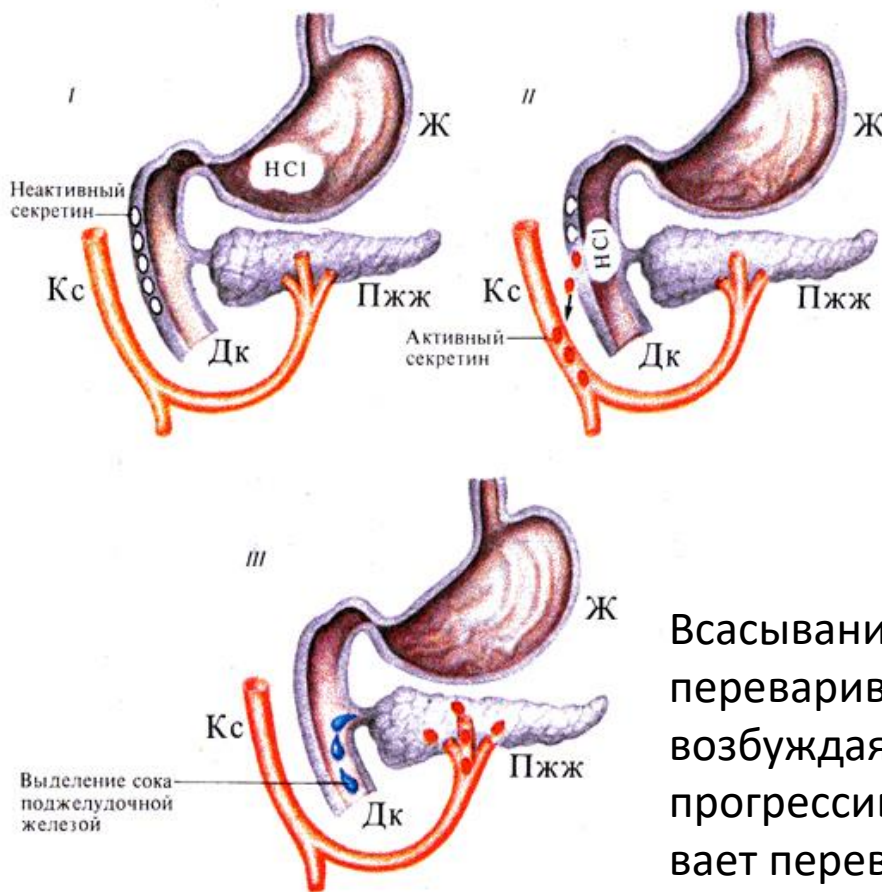
Обратная связь – это **обратное воздействие результатов процесса на его протекание**. Обратная связь может быть положительной и отрицательной.

Отрицательные обратные связи обеспечивают стабильность функций организма, постоянство его параметров, устойчивость к внешним воздействиям. Они являются основным механизмом гомеостаза, энергетического и метаболического баланса, контроля численности популяций, саморегуляции эволюционного процесса.

Положительные обратные связи играют позитивную роль усилителей процессов жизнедеятельности. Особенное значение они имеют для роста и развития.



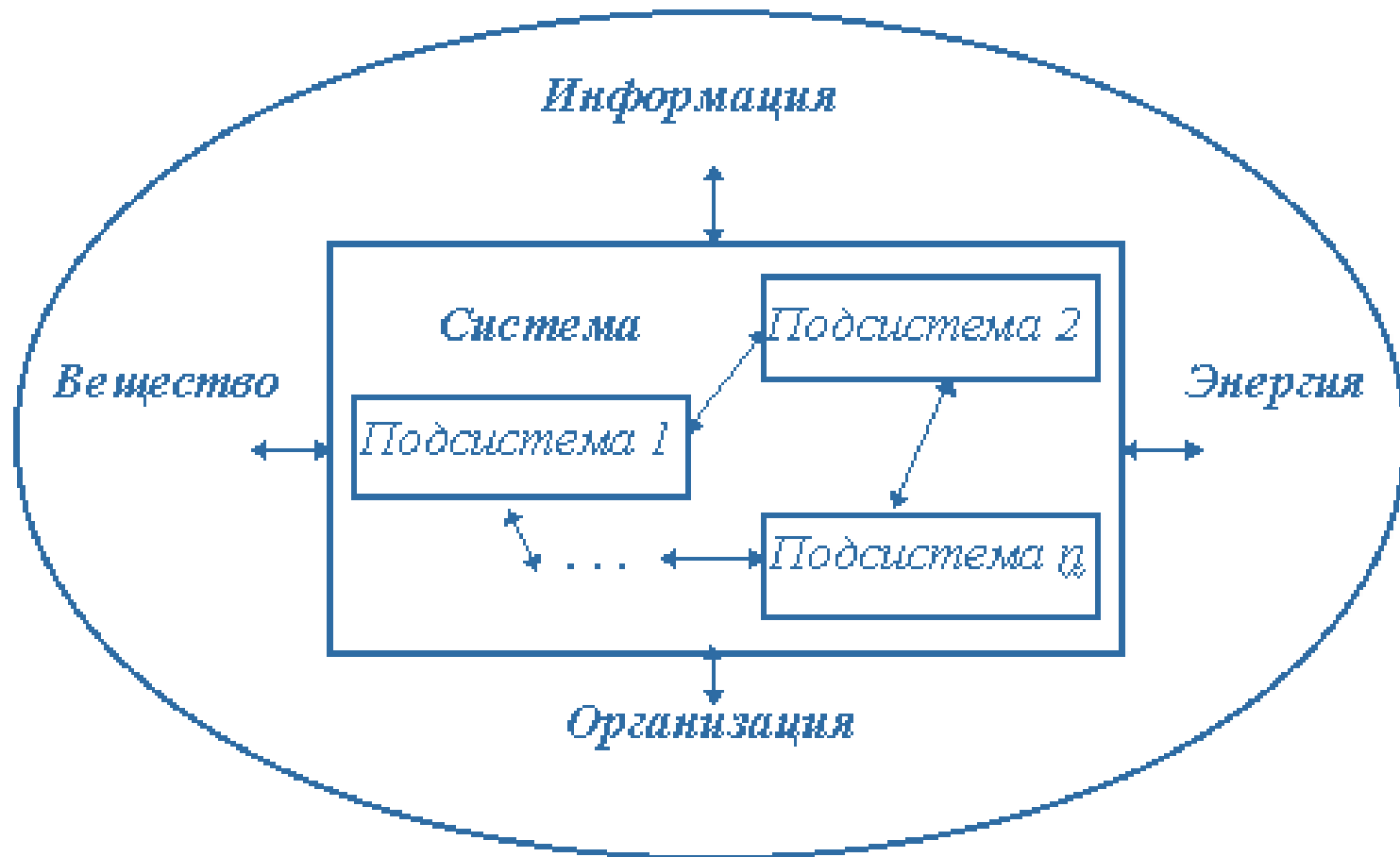
- 1) эндокринные железы начинают выделять слишком мало/много гормонов и гипоталамус улавливает их отклонение концентрации;
- 2) гипоталамус вырабатывает либо нейрогормоны либо нервный импульс и передаёт их соответственно в переднюю или заднюю долю гипофиза;
- 3) нейрогормоны или нервные импульсы возбуждают/тормозят гипофиз, заставляя его увеличить/уменьшить секрецию гормонов, регулирующих действие соответствующих эндокринных желёз;
- 4) после восстановления нужного уровня гормонов гипоталамус прекращает своё воздействие на гипофиз



Всасывание продуктов переваривания белков, возбуждая железы, прогрессивно увеличивает переваривание

Отличительным свойством системы является ее **целостность**. Кроме того, очевидно, что система может быть *открытой*, поэтому необходимо рассматривать не только механизмы взаимосвязи отдельных ее компонентов, но и связь системы с внешней средой. Система проявляется как целостный объект, представляющий собой закономерно обусловленную совокупность функционально взаимодействующих элементов.

ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА



Свойства системы проявляются через:

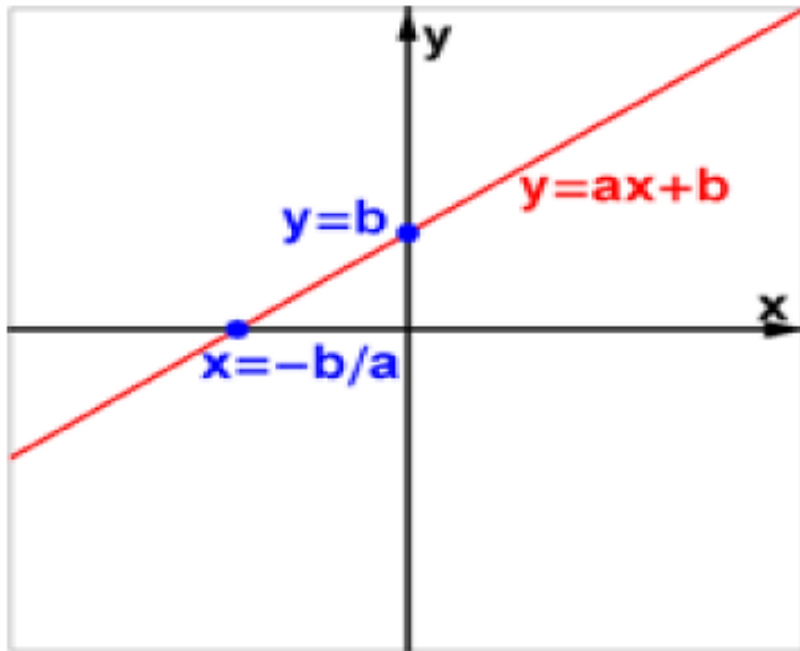
- целостность,
- взаимодействие и взаимозависимость процессов преобразования вещества, энергии и информации,
- ее функциональность,
- структуру, связи, внешнюю среду и др.



Системы

Линейные

Система называется *линейной*, если она описывается линейными уравнениями (алгебраическими, дифференциальными, интегральными и т.п.). Простейшее линейное уравнение – это алгебраическое уравнение, у которого полная степень составляющих его многочленов равна 1.



$$f(x + y) = f(x) + f(y)$$
$$f(\alpha x) = \alpha f(x)$$

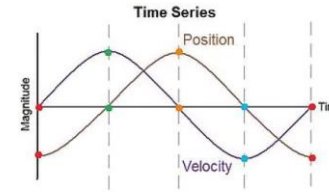
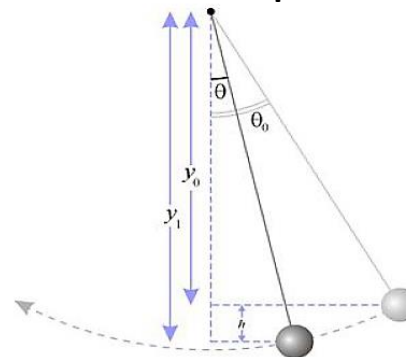
Нелинейные

Большинство сложных систем являются нелинейными (описываются нелинейными уравнениями). Для упрощения анализа этих систем часто применяют *процедуру линеаризации* - нелинейную систему описывают приближенно линейными уравнениями в некоторой (рабочей) области изменения входных переменных

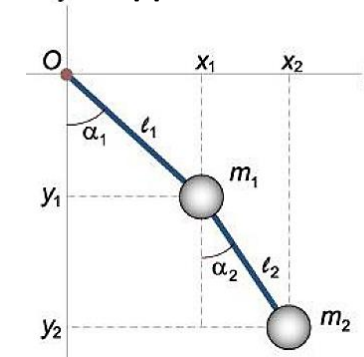
Для линейных систем характерны:

- 1) **гомогенность** (изменение амплитуды входного сигнала приводит к прямо пропорциональному изменению амплитуды выходного сигнала)
- 2) **аддитивность** (при суммировании входных сигналов результирующий сигнал на выходе будет равен сумме реакций от исходных сигналов)
- 3) **инвариантность** (смещение входного сигнала во времени вызывает аналогичное смещение выходного сигнала).

Простой маятник



Двойной маятник

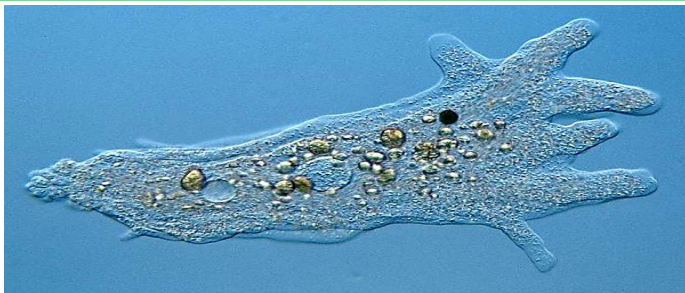


Системы

Живые

Признаки организма как системы (по Берталанфи):

- 1) **целостность** – такой уровень организованности, при котором свойства системы не сводятся к сумме свойств элементов;
- 2) **открытость** – интенсивный обмен веществом, энергией, информацией между системой и внешней средой;
- 3) **динамичность** – постоянное обновление элементов системы при сохранении общего равновесия и устойчивой структуры;
- 4) **активность** – существенное преобразование внешней среды;
- 5) **эквивинальность** – способность приходить к одному и тому же результату разными путями, из разных начальных состояний



Неживые

Свойства:

- обладают относительно простой структурой;
- не реагируют на раздражители;
- не обмениваются с окружающей средой веществом, энергией и информацией;
- неспособны к развитию и самовоспроизведению.

Неживые системы не имеют явного назначения, специфическую функцию они получают, когда вступают во взаимоотношения с другими подсистемами в рамках большой системы

Тип системы	Уровень сложности	Примеры
Неживые системы	статические структуры (остовы)	кристаллы
	простые динамические структуры с заданным законом поведения	река, часовой механизм
	кибернетические системы с управляемыми циклами обратной связи	термостат
Живые системы	открытые системы с самосохраняемой структурой (первая ступень, на которой возможно разделение на живое и неживое)	клетки
	живые организмы с низкой способностью воспринимать информацию	растения
	живые организмы с более развитой способностью воспринимать информацию, но не обладающие самосознанием	животные
	системы, характеризующиеся самосознанием, мышлением и нетривиальным поведением	люди
	социальные системы	организации
	трансцендентные системы или системы, лежащие в настоящий момент вне нашего познания	—

2. Особенности живых систем

В ключе системного подхода все биологические объекты условно подразделяются на два типа – **корпускулярные** (дискретные) и «**жесткие**» системы.

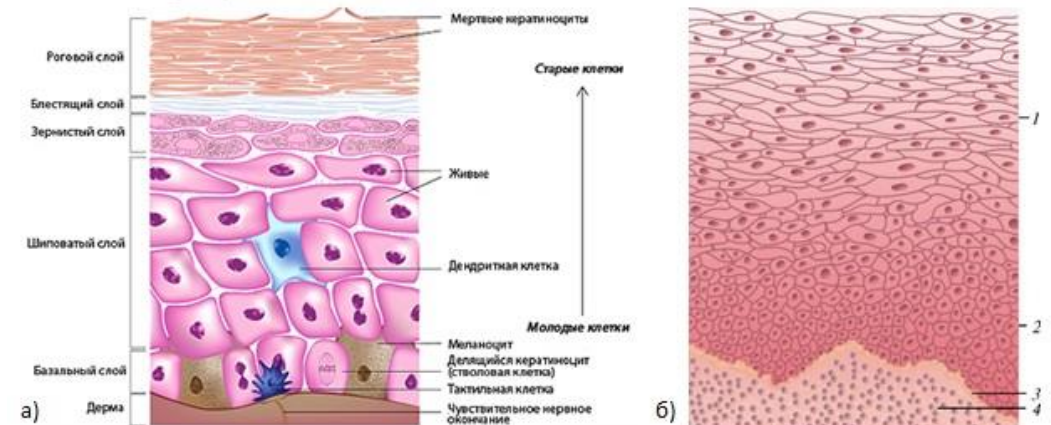
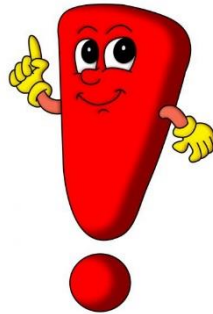
Корпускулярные (дискретные) системы состоят из множества относительно автономных и в определенной мере взаимозависимых единиц. При этом связи между элементами множества могут быть слабыми или практически отсутствовать.

Главный системообразующий фактор



отношение к среде, которое «заставляет» их вести себя сходным образом

Такие системы типа **отличаются большой пластичностью**, т.к. в силу относительной независимости их элементы способны к разнообразным перемещениям, перестановкам и комбинаторике.

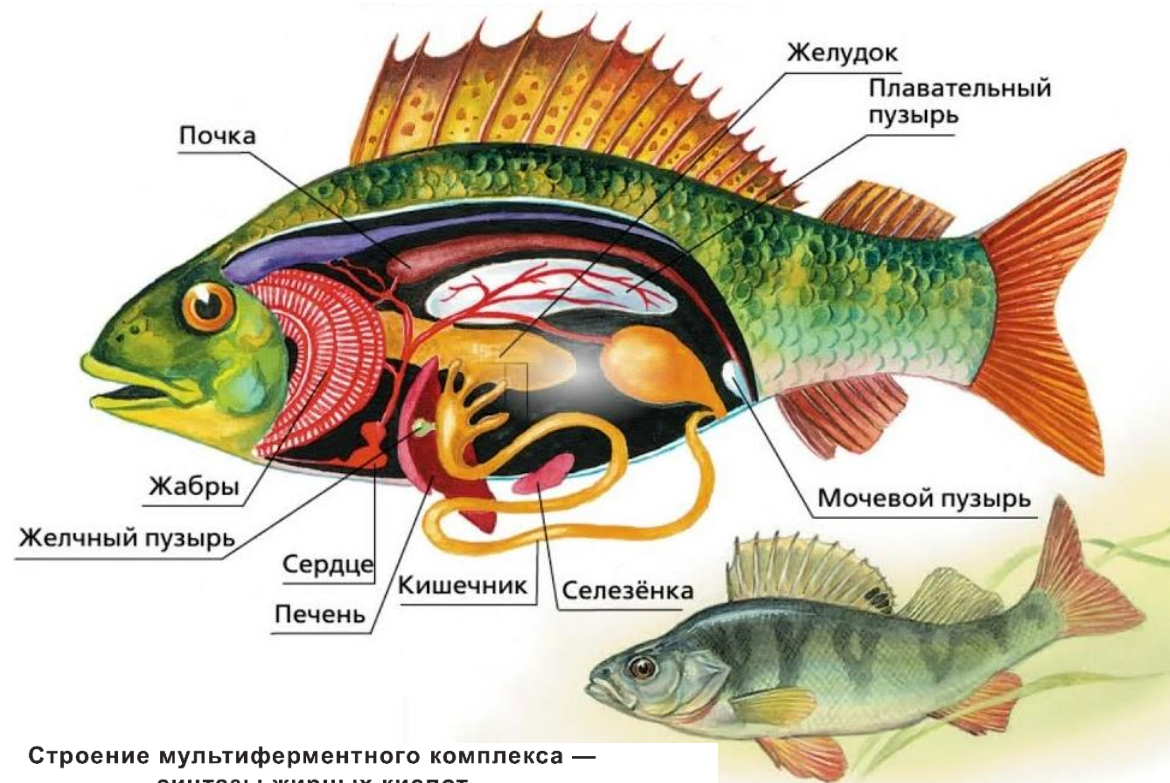
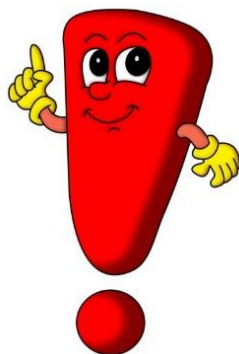


Жесткие системы характеризуются жестко фиксированными (не в механическом, а в организационном смысле) связями между составляющими их элементами и подсистемами.

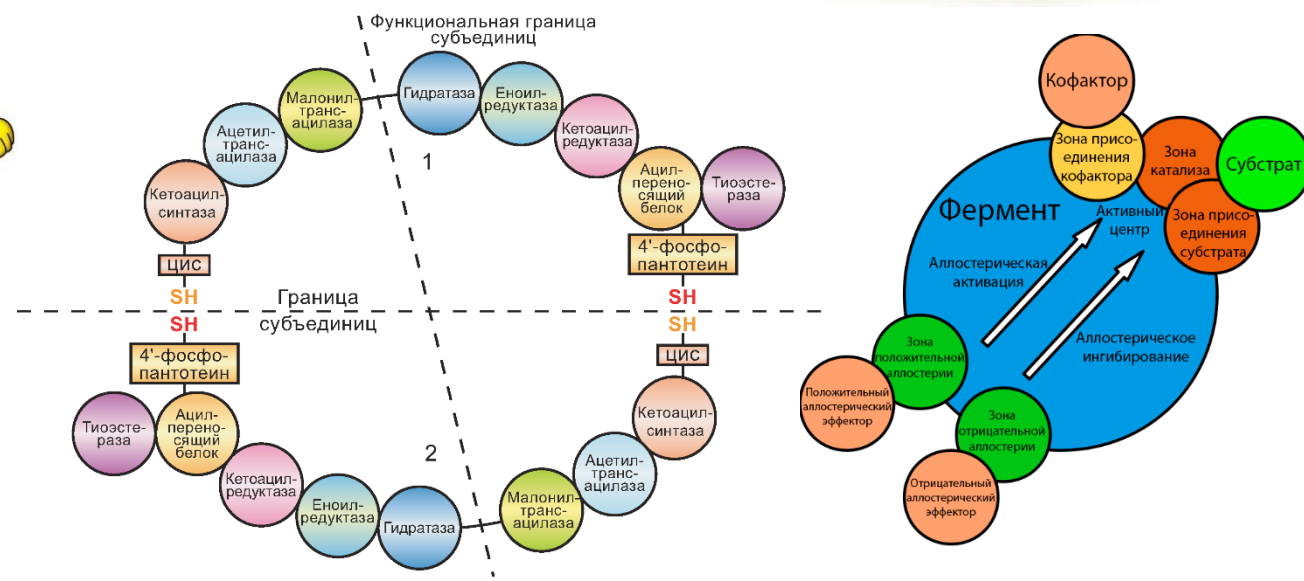
Главный системообразующий фактор

функциональная полноценность каждой части системы является необходимым условием функционирования системы в целом

Уровень организации таких систем (и в этом заключается одна из наиболее характерных их черт) значительно превосходит таковой составляющих их частей. Однако в плане гибкости, способности к быстрым перестройкам они уступают корпускулярным системам



Строение мультиферментного комплекса — синтазы жирных кислот



В реальном мире эти два полярных типа систем в чистом виде почти не встречаются. При анализе сложных биологических объектов (биоценозы, многоклеточные организмы и др.) выявлено несколько вариантов их гармоничного сочетания, приводящего к эволюционно прогрессивному результату:

При первом способе прослеживается закономерное чередование корпускулярного и жесткого типов организации при переходе от низших структурных уровней к более высоким:

- диплоидный набор хромосом (корпускулярность);
- взаимоотношения ядра, цитоплазмы и плазмалеммы (жесткие связи);
- множество клеток одной ткани (корпускулярность);
- взаимоотношения определенных тканевых структур в органе (жесткие связи);
- набор органов (корпускулярность);
- взаимоотношения систем органов (жесткие связи);
- множество особей одного пола (корпускулярность);
- взаимодополняемость полов (жесткие связи)

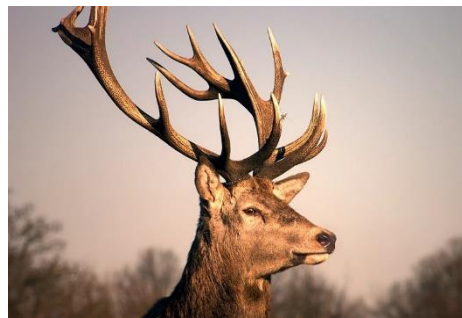


Другой способ совмещения корпускулярного и «жесткого» принципов организации реализуется в биологических системах «звездного» типа, причем на одном структурном уровне:

- в «центре» такой системы находится орган (как правило, характеризующийся эволюционной консервативностью), связанный тесными связями с определенным множеством «периферических» органов (признак «жестких» систем);
- вместе с тем «периферические» органы, находясь в зависимости от «центрального», совершенно независимы друг от друга, прежде всего в эволюционном плане. Это означает, что структуры, располагающиеся на периферии «звездных» систем, могут свободно эволюционировать и приводить к совершенно различным эволюционным результатам (признак корпускулярных систем).



**А у тебя есть
периферические
органы?**

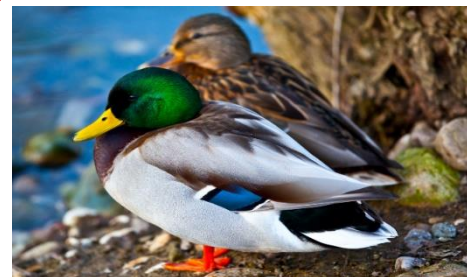


рога у оленей

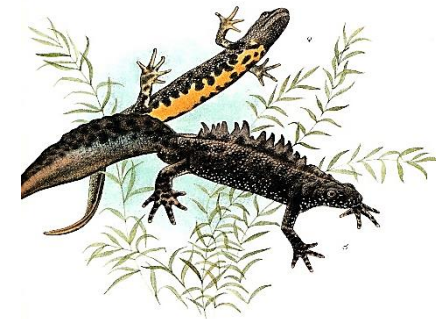


грива у львов

**эндокринная «ось»
гипоталамус – гипофиз – половые железы**



оперение птиц



ребни тритона



Характерные особенности биологических систем

1. Итеративность – многократное повторение одной и той же операции (размножение организмов, репликация нуклеиновых кислот, циклы биохимических реакций, ферментативный катализ и др.).

2. Дискретность - биосистемы состоят из набора относительно автономных структурных единиц различного ранга, а их разнообразные функции обеспечиваются путем комбинации небольшого числа стандартных функциональных блоков – идентичных для большинства организмов молекул и надмолекулярных комплексов. При этом наблюдается следующая закономерность: чем ниже ранг подсистемы (элемента), тем короче время ее (его) жизни, например, ряд «популяция – особь – ткань – клетка – органелла – биополимер». Однако прекращение существования подсистемы (элемента) как физической единицы не означает более или менее быстрое исчезновение множества элементов, членом которого она (он) является.

3. Избыточность структурных элементов и связей между ними позволяет повысить надежность биосистем и их устойчивость к повреждающим факторам, а также обеспечить им свойство пластичности — способности легко переходить из одного режима функционирования в другой.

4. Наследственность и изменчивость одновременно обеспечивают хранение, использование и передачу биологической информации, а также необходимый уровень ее неоднородности (разнообразия).

5. Способность к самоорганизации и саморазвитию – формирование целостных организмов на основе реализации собственной наследственной информации и самоупорядочение составляющих их элементов и подсистем. Для поддержания высокого уровня упорядоченности элементов системы необходим постоянный приток веществ и энергии из окружающей среды. При этом происходит рециркуляция веществ на всех уровнях организации системы.

6. Ритмичность – периодические изменения интенсивности биохимических реакций, физиологических функций и формообразовательных процессов с различными периодами колебаний (от нескольких секунд до нескольких лет и столетий). Ритмичность прежде всего направлена на согласование функций организма с периодически изменяющимися условиями окружающей среды, обусловленными космическими и геофизическими циклами.

7. Раздражимость и возбудимость.

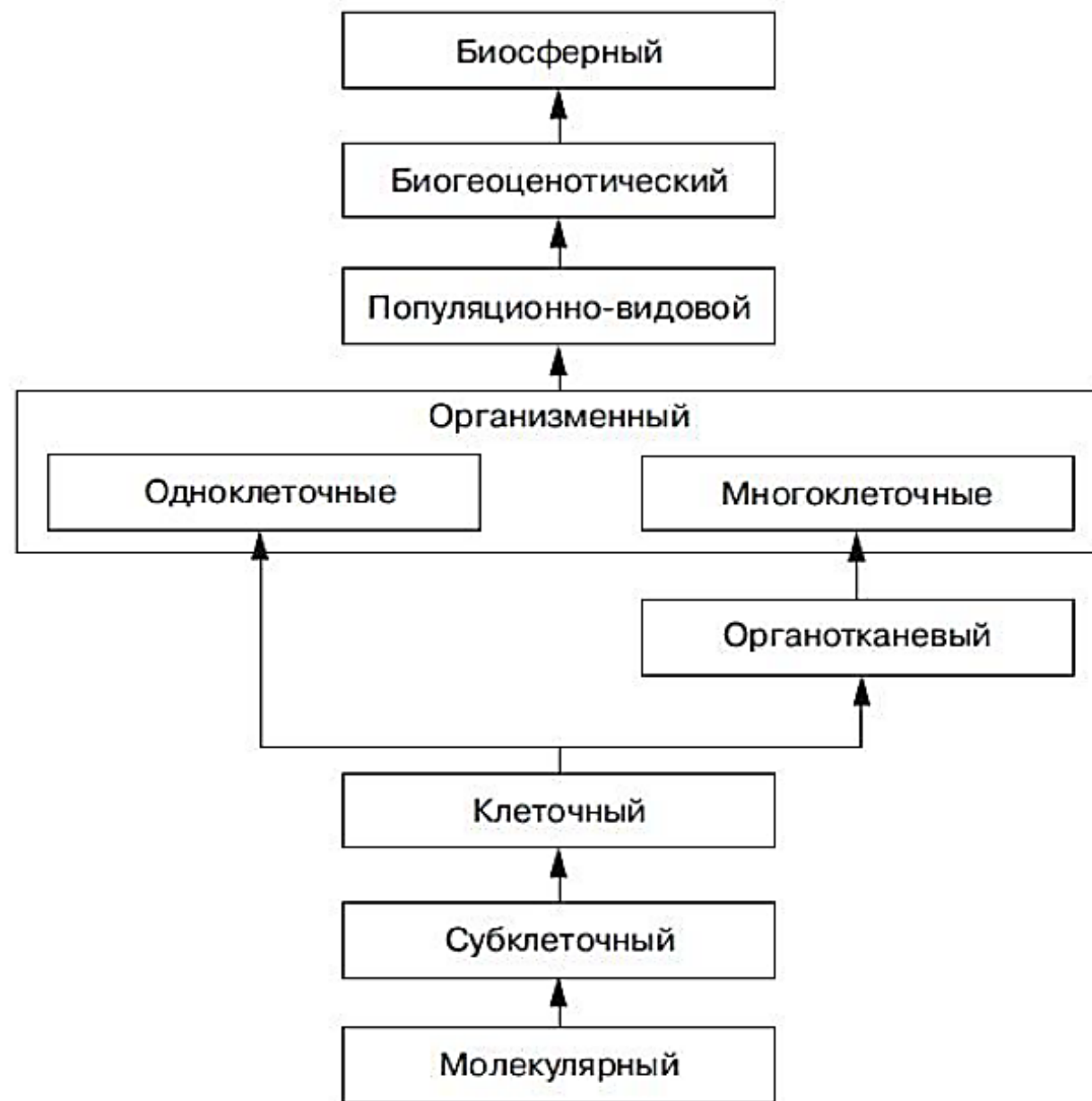
8. Способность к адаптации (изменчивость).

9. Самовоспроизведение (размножение).

Биологические системы можно рассматривать и изучать на различных уровнях организации живой материи : молекулярном, клеточном, организменном, популяционно-видовом и биогеоценотическом (биосферном).

Эти уровни организации характеризуются специфическим взаимодействием между отдельными компонентами и отчетливыми особенностями взаимоотношений с системами, лежащими ниже и выше по уровню организации.

Характеристика биологических систем показывает, что при усложнении организации система низшего уровня входит в систему, следующую за ней, последняя – в еще более высокую. Клеточные структуры состоят из отдельных молекул, организмы и ткани – из клеток, популяции – из организмов и т.д., что позволяет говорить об иерархии живых систем.



СПАСИБО

за внимание!

