

Казанский федеральный университет
Институт Фундаментальной Медицины и Биологии

Специализация: Биоресурсы и Биоразнообразие

ЭВОЛЮЦИОННАЯ БИОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ ЖИВОТНЫХ

для биологов-магистрантов
2-го курса

Зелеев Равиль Муфазалович,
к.б.н., доцент кафедры зоологии и общей биологии
КФУ
zeleewy@rambler.ru

Казань - 2018

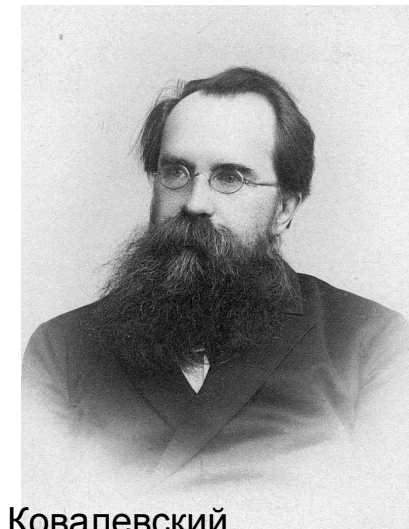
1. Введение: анонс, терминология.		
2. Варианты Биосистем и их взаимные трансформации	9.10	1,2. (27.11)
3. Фундаментальные законы как познавательный инструментарий	16.10	3,4. (4.12)
4. История представлений об эволюционных аспектах эмбриогенеза и онтогенеза		
5. История представлений об эволюционных аспектах эмбриогенеза и онтогенеза (продолжение)	23.10	5,6. (11.12)
Постгеномная конференция	30.10	7,8. (18.12)
День Конституции РТ	6.11	
6. Варианты понимания терминов «гомология» и «аналогия» и их анализ	13.11	9-12 (18.12)
7. современные представления о законах и механизмах ЭБР животных		
8. Основные эпизоды эволюции Биосистем в современных сценариях эволюции Биосферы	20.11	
9, 10. Проблемы в современных представлениях об ЭБР, прогнозы и перспективы		
Зачёт		25.12 ?

Ведущие принципы для объяснения причин развития (Белоусов, 1987)

- **Финалистический принцип** (целевая причина по Аристотелю) – процесс определяется целью (финалом): зачаток органа закладывается потому, что данный орган обязательно должен быть у взрослой особи. Этот принцип изгнан из небиологического естествознания в 17 веке (Фрэнсис Бэкон, 1561-1626), но в эмбриологии пока сохраняется
- **Типологический принцип** (Бэр) объясняет направление развития индивида в соответствии со спецификой типа, к которому он относится. Так, у всех позвоночных обязательна закладка жаберных щелей, у тетрапод впоследствии исчезающих.
- **Исторический принцип** (Дарвин, Геккель, Мюллер) : последовательность стадий онтогенеза определяется историей вида. А.О. Ковалевский показал наличие хорды у личинок асцидий, связав их с хордовыми животными. Для Э. Геккеля филогенез – «механическая причина» (по Аристотелю) онтогенеза, что отвергает каузальный анализ реальных механизмов онтогенеза. Гетерохронии (ретердация, акселерация) и гетеротопии, «затемняющие» биогенетический закон, составляют значительную долю эволюционных преобразований в филогении животных.
- **Каузально-аналитический принцип** – поиск причин, носителей и конкретных механизмов онтогенетических процессов



Белоусов
Лев Владимирович
1935-2017)



Ковалевский
Александр
Онуфриевич (1840-1901)

Исторический (эволюционный) принцип в эмбриологии

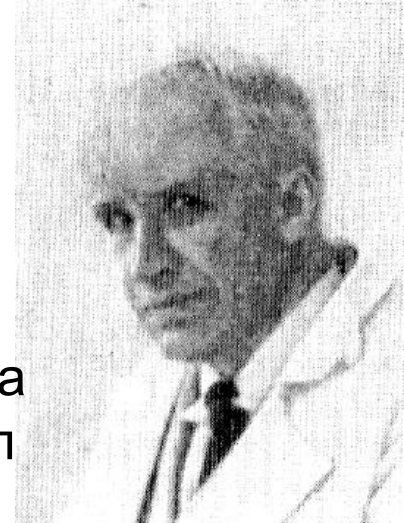


Иванов Петр
Павлович
(1878-1942)



Ольга
Михайловна
Иванова-Казас
(1913-2015)

Во 2-й половине 19 века идеи эволюционизма (исторический принцип) дали мощный стимул развития описательной эмбриологии, продолжавшийся почти столетие. Раскрыто поразительное разнообразие форм эмбрионального развития, что позволило перейти к сравнительно-аналитическим этапам и формированию ряда эмпирических правил и законов. Работы А.О. Ковалевского по асцидиям, И.И. Мечникова по морским ежам и низшим беспозвоночным, анализ онтогенезов в работах П.П. Иванова, А.В. Иванова, О.М. Ивановой-Казас, изучение биомеханических закономерностей онтогенезов П.Г. Светловым и мн. др.



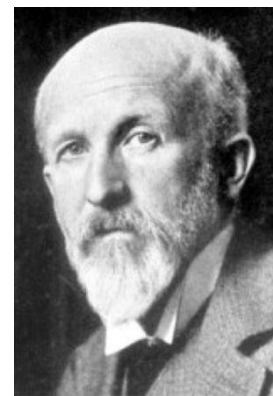
Светлов Павел
Григорьевич
(1892-1976)



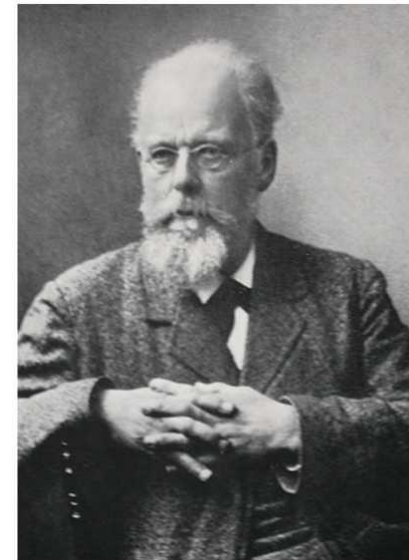
Иванов Артемий
Васильевич
(1906-1992)

Каузально-аналитический принцип

- При всей сложности и плодотворности исторического принципа нельзя не заметить, что при таком подходе поиск движущих сил эмбриогенеза в лучшем случае выносится за пределы развивающегося индивидуума, в филогенез внутренние причины и реальные механизмы контроля над клеточной репродукцией, дифференциацией и морфогенезом остаются вне внимания исследователей.
- Уязвимость этого подхода и в том, что исследователи, сосредотачиваясь на анализе морфологии, пытаются найти ключ к пониманию развития структур без учёта истории становления и преобразования молекулярных и генетических механизмов этого развития.
- В настоящее время этот недостаток преодолевается, но основы каузального подхода были положены ещё в 19 веке а в полной мере развились с созданием экспериментальных подходов механики развития.
- Первое описание кариокинеза - Антон Шнейдер (1873г.); описание веретена деления нематод и моллюсков Отто Бючли (1874г.); полное описание клеточного деления – Вальтер Флемминг (1882г.); установление сущности оплодотворения как слияния спермия и яйцеклетки – Оскар Гертвиг (1875г.).
- **«Теория зародышевой плазмы»** Августа Вейсмана (1883г.)



Гертвиг Оскар
(1849-1922)



Weismann

Вейсман Август
(1834-1914)

Каузально-аналитический принцип



Вильгельм Ру
(1850-1924)

Концептуальное обоснование механики развития благодаря изучению непосредственных причин развития, осмыслению роли физических и химических факторов в процессах дифференциации. Использование вариантов трансплантации и гетеротрансплантаций, выявление **презумптивных зачатков** с помощью различных приёмов мечения бластомеров и зародышевых пластов

Уверенность в возможностях механики развития была существенно поколеблена опытами Дриша, показавшего с помощью процедур деления бластомеров – их тотипотентности и способности порождать самостоятельные организмы

Открытие явления эмбриональной индукции Шпеманом и его школой: взаимозависимость отдельных зачатков



Дриш Ганс
(1867-1941)

Шпеман Ханс
(1869-1941)



Сегодня будем говорить, в основном, о гомологиях, аналогиях и других вариантах **описания формы...**

Языки описания:

- через понятие *симметрии*
- через понятие *фрактала*
- в ботанике – типы *ветвления, листорасположения, жилкования*, и др.
- через понятия *гомологии* и *анalogии*
- есть ещё представления о *системности* и *корреляциях*.

Следует также учесть варианты нарушений в этих языках, например, *асимметрия* в первом языке

Первый из упомянутых языков описывает объекты «как они есть», вне связи с их происхождением и родством, и применим к объектам любой природы (например, палиндромы).

Использование понятия *фрактал* предполагает универсальный механизм «распаковки» разнообразия.

Два следующих языка складывались в ботанике и зоологии соответственно и несут в себе их отпечаток, хотя потенциально сферы их применения могут быть расширены до универсальных масштабов.

Последний пункт отражает новый вариант холистического восприятия Мира, также предполагая наличие универсальных (системных) законов отношения целого и частей

Всё это вместе может быть свидетельством неблагополучия и должно стимулировать развитие универсальной терминологии

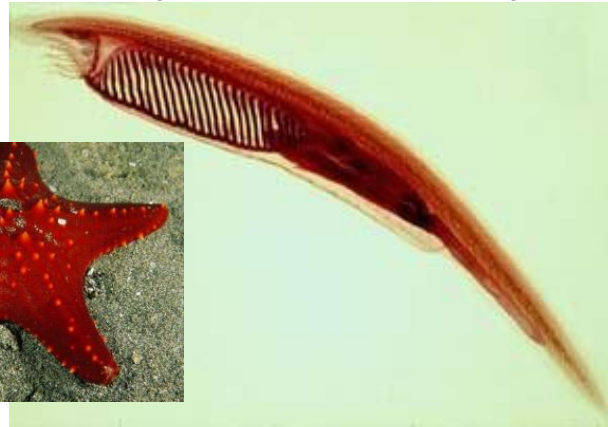
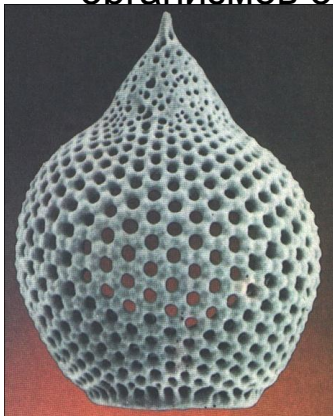
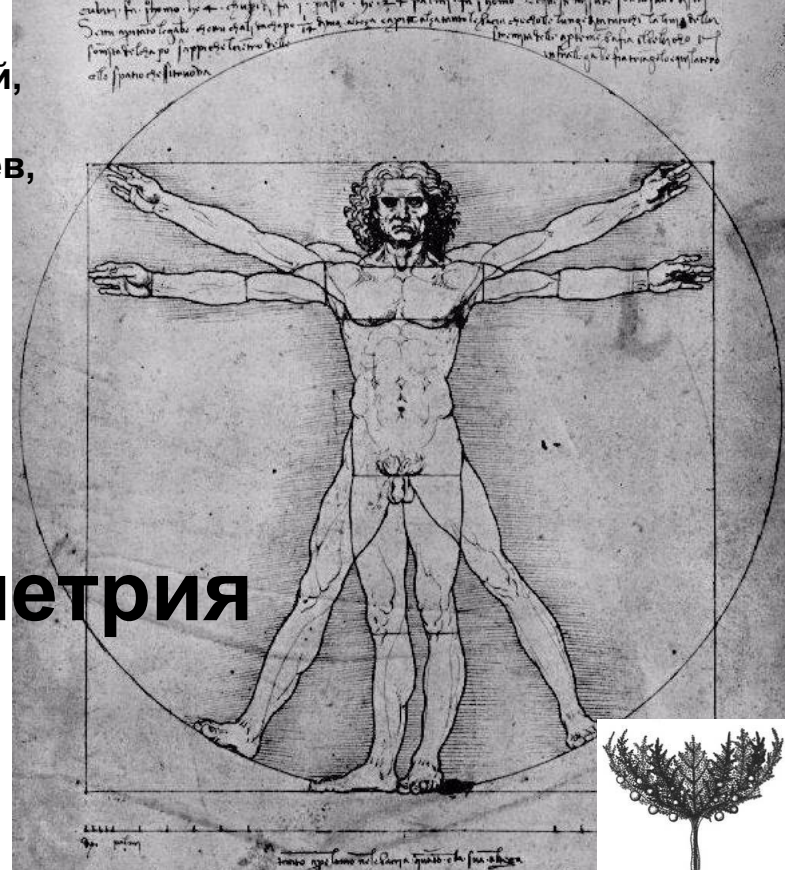
Языки описания:

Пастер,
Вернадский,
Гаузе,
Беклемишев,
Урманцев,
Заренков

- через понятие симметрии
- через понятие фрактала
- в ботанике – типы ветвления, листорасположения, жилкования
- через понятия гомологии и аналогии
- представления о *корреляциях и системности*.

Симметрия

- древнегреческое $\sigma\upsilon\mu\mu\epsilon\tau\rho\acute{\iota}\alpha$ – сохранение свойств расположения элементов фигуры относительно центра или оси симметрии в неизменном состоянии при каких-либо преобразованиях.
- Симметрия («соразмерность») в биологии — закономерное расположение подобных частей тела или форм живого организма, совокупности живых организмов относительно центра или оси симметрии.



Николай Алексеевич Заренков (2009)

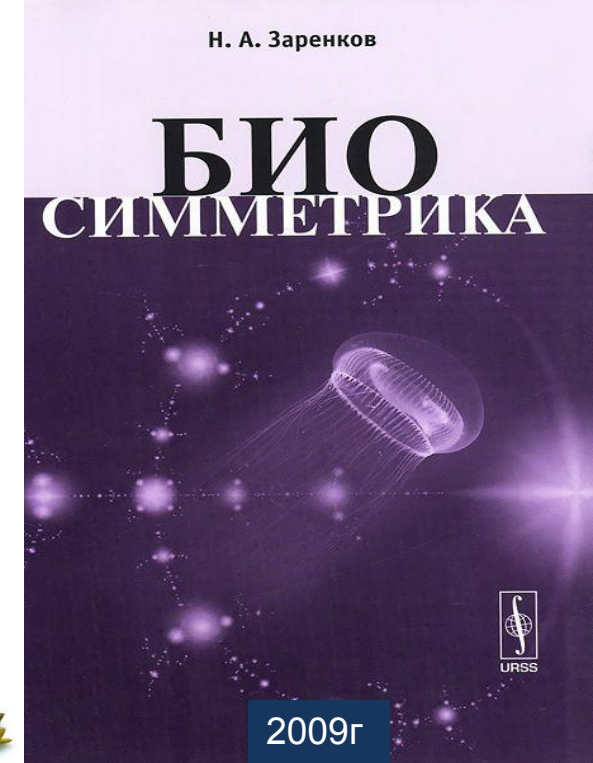
– типы симметрии:

1. Центральная (сферическая, симметрия точки)
2. Радиальная (осевая, симметрия линии)
3. Зеркальная (билатеральная симметрия плоскости)
4. Поступательно-вращательная (спиральная)
5. Трансляционная (метамерия вдоль оси тела)
 - кристаллографический подход к изучению типов симметрии (организмы – живые кристаллы)

«Гетерополярная метаморфа
рефлемезированных рефлемеров»
папоротника



«Метаморфа цикломеризованных
рефлеморф» водоросли элодеи



Типы симметрии:



Двулучевая - гребневик



Вращательная симметрия 6-лучевого коралла



Билатеральная = двусторонняя (плоскость симметрии)



Трансляционная, или поступательная (метамерия) - части тела расположены не зеркально, а последовательно друг за другом вдоль главной оси тела (или осей, например, позвонки «рук» офиур)



Радиальная = лучевая (ось симметрии)



Спиральные симметрии:

при повороте на определённый угол происходит совмещение актов вращения и поступательного движения.



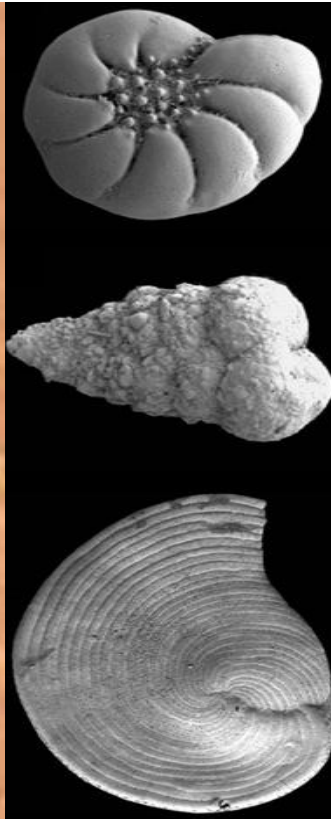
Турбоспираль раковин брюхоногих, головоногих, двустворчатых моллюсков, брахиопод, фораминифер.

(Симметрия скользящего отражения)



Винтовая спираль: клетка цианеи Спирулины, вьющиеся стебли и цепляющиеся усики некоторых растений

Археаспис (поздний венд)



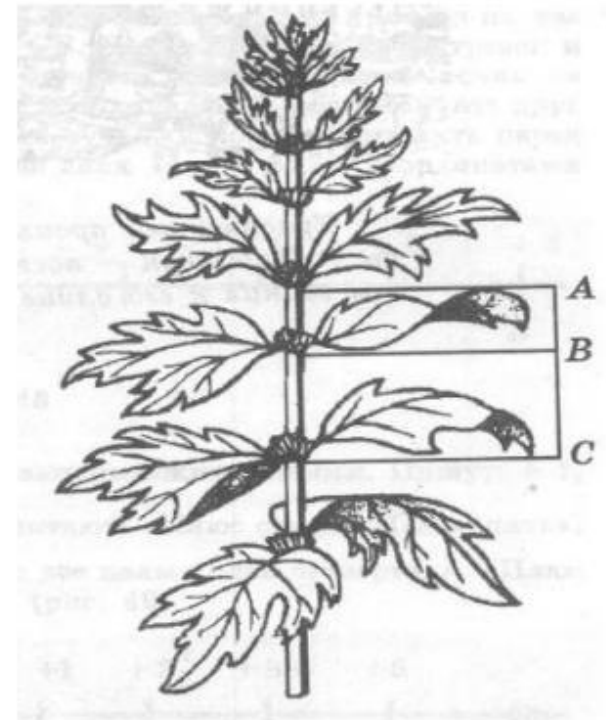
2 Числа Фибоначчи и филлотаксис растений

Закономерности расположения листьев на стебле

1,2,3 – ортостихи, а,б,в,г,д – генетическая спираль.

«Золотое» сечение в природе

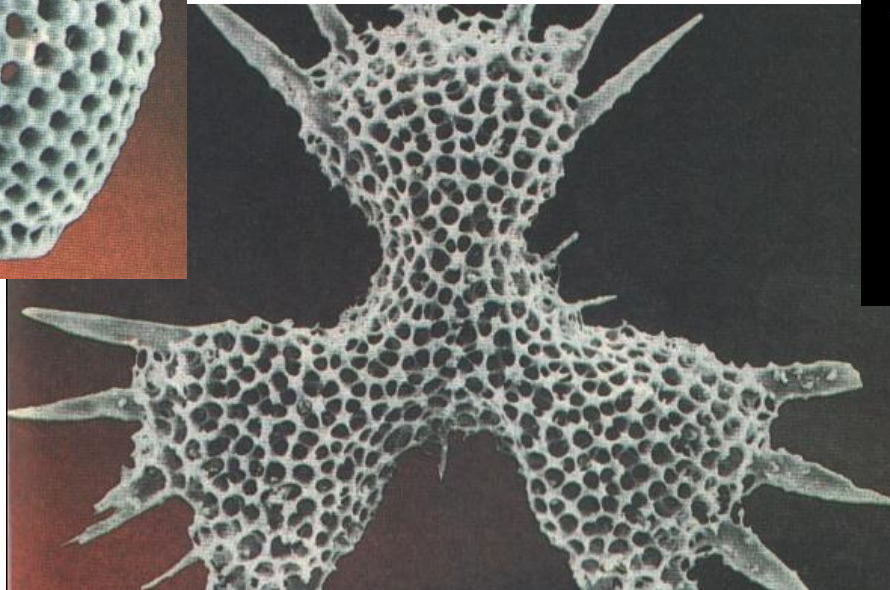
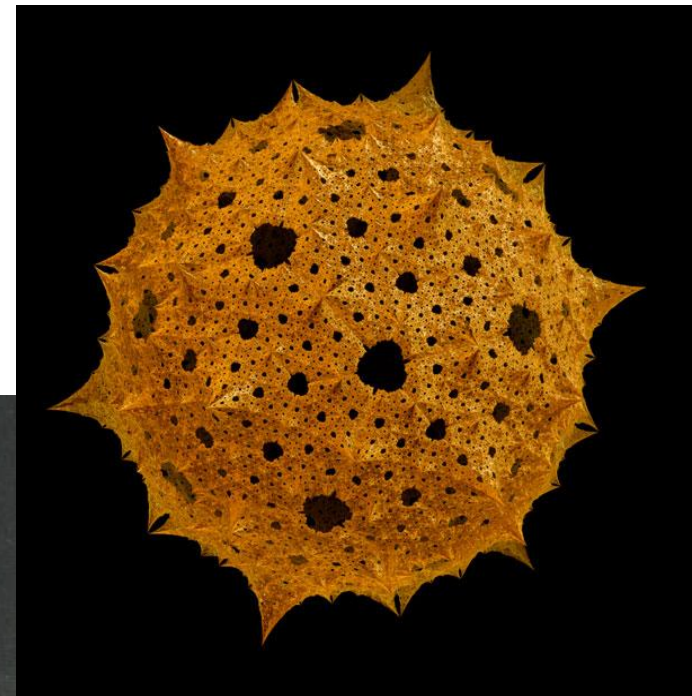
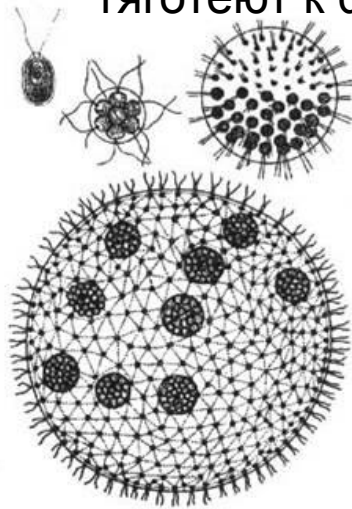
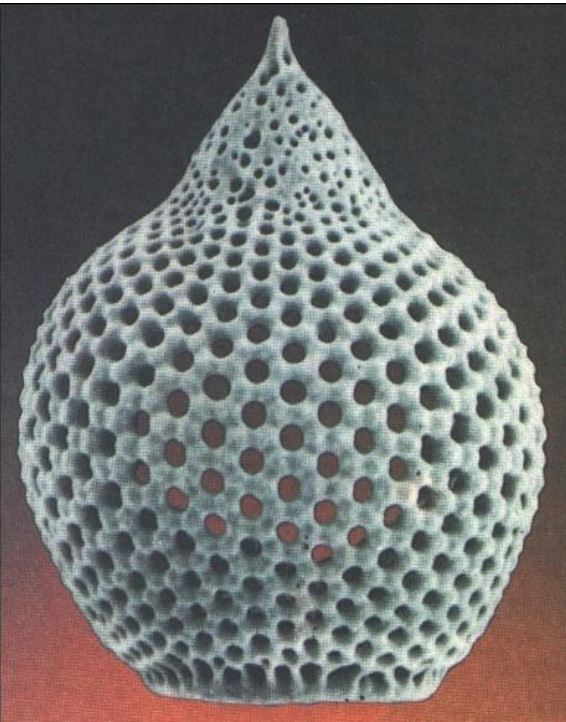
Рассматривая
расположение
листьев на стебле
растений можно
заметить, что между
каждыми двумя
парами листьев (А и
С) третья
расположена в
месте золотого
сечения (В).



Сорт
капусты
романеско

Сферическая симметрия

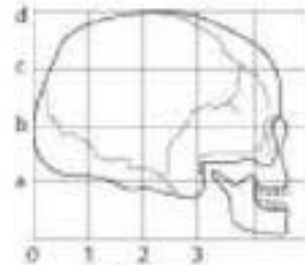
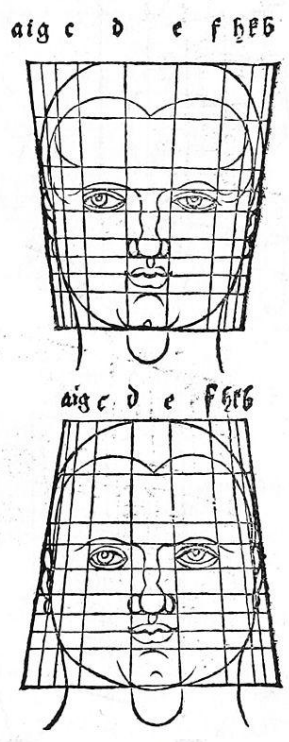
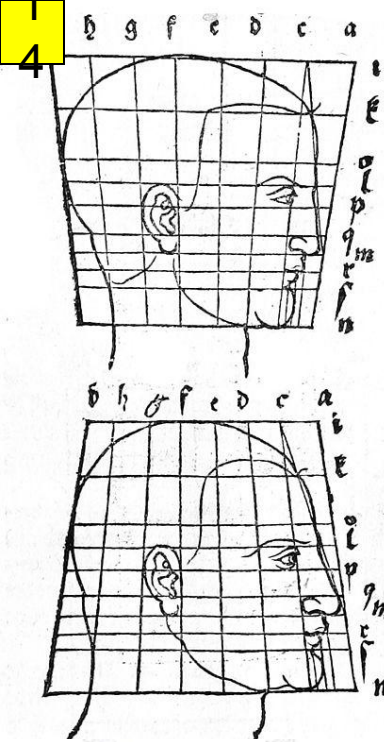
Симметричность относительно вращений в трёхмерном пространстве на произвольные углы. Имеется центр симметрии - точка, в которой пересекается бесконечное число осей симметрии бесконечно большого порядка. Скелеты радиолярий тяготеют к форме шара.



Симметрии и соразмерности

Человека

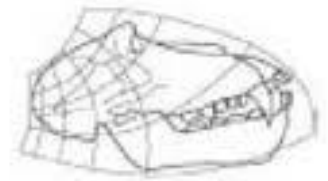
Человеческое тело обладает билатеральной симметрией (внешний облик и строение скелета) с явными проявлениями асимметрии в расположении отдельных внутренних органов (сердце, селезёнка, печень, желудок, части кишечника и др.).



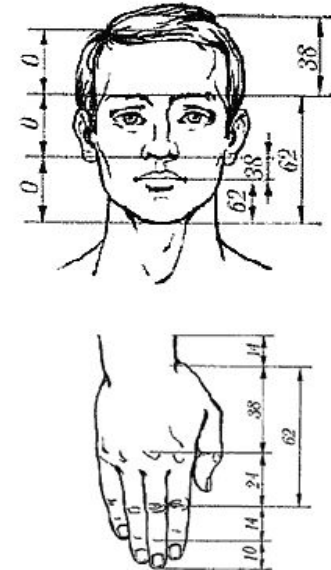
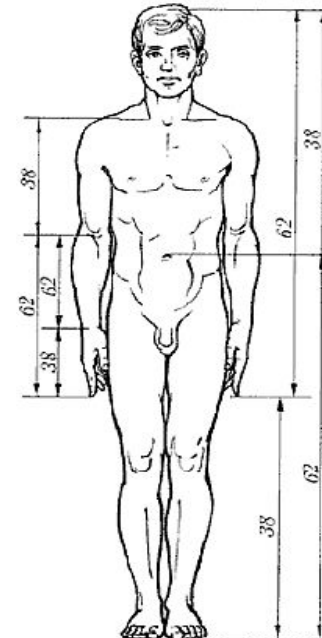
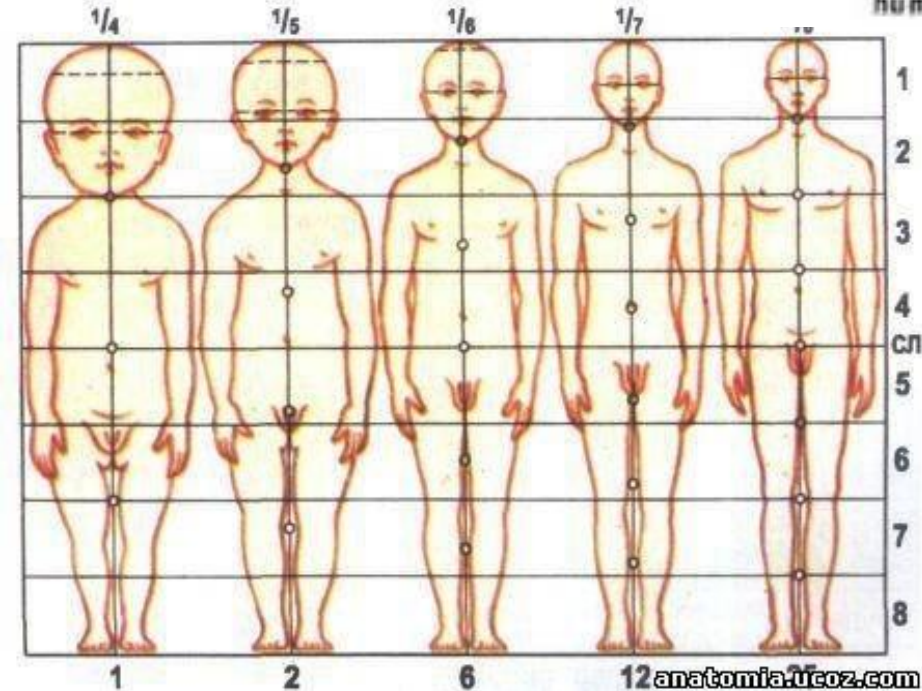
human



chimpanzee



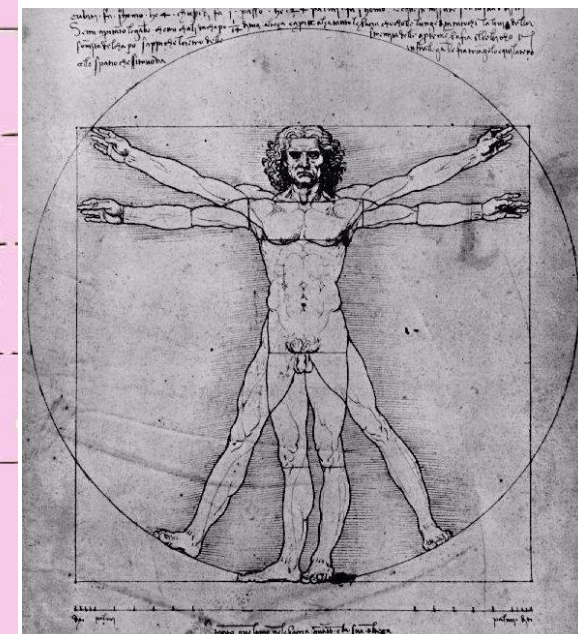
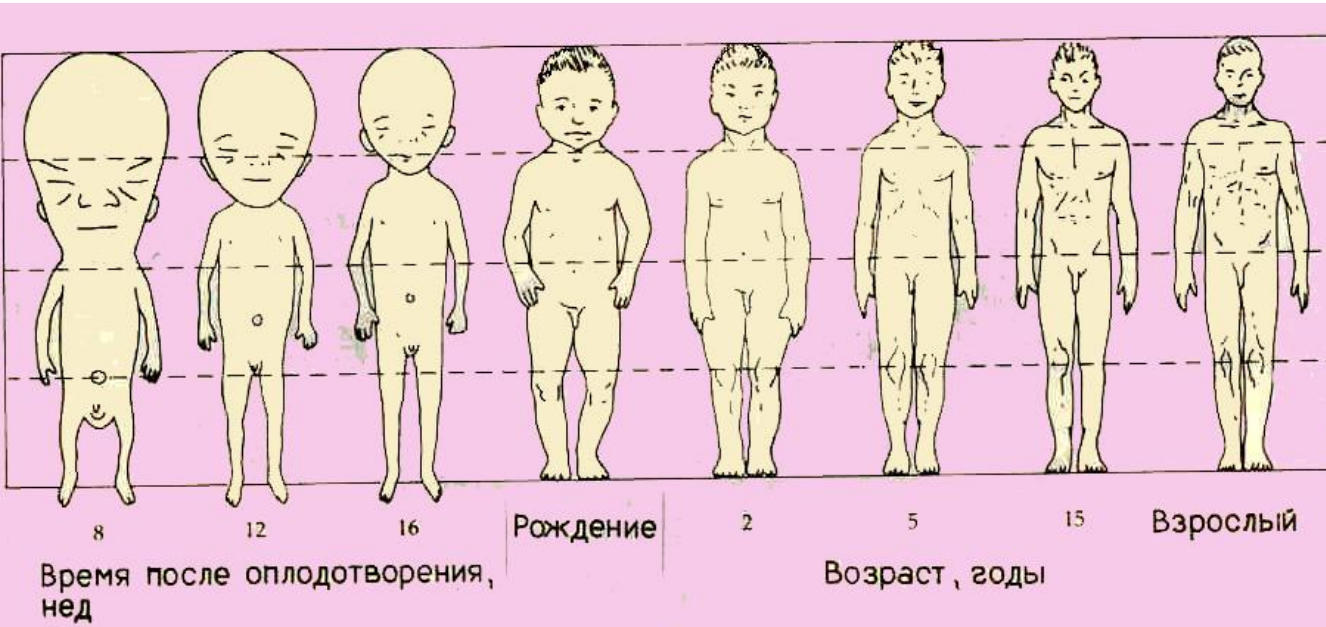
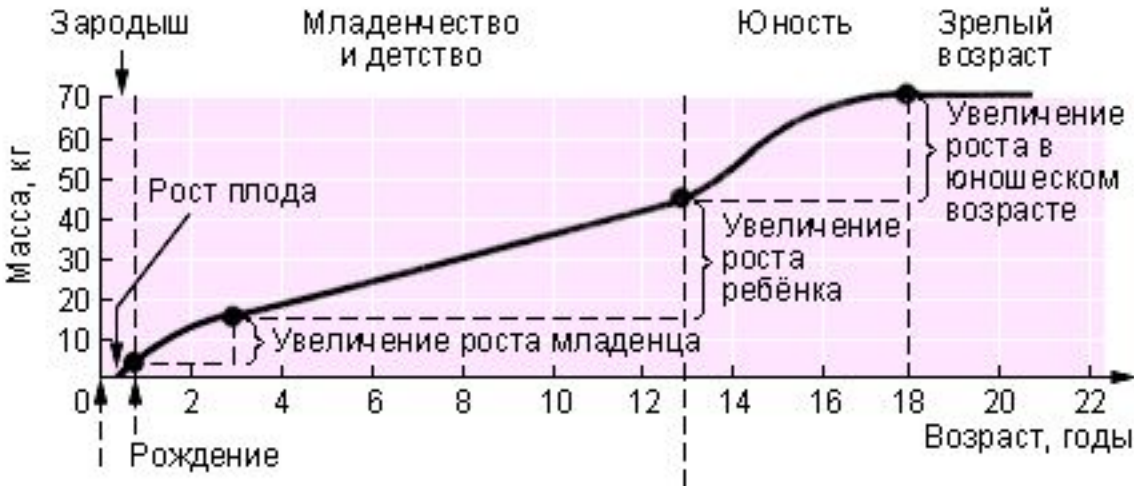
baboon

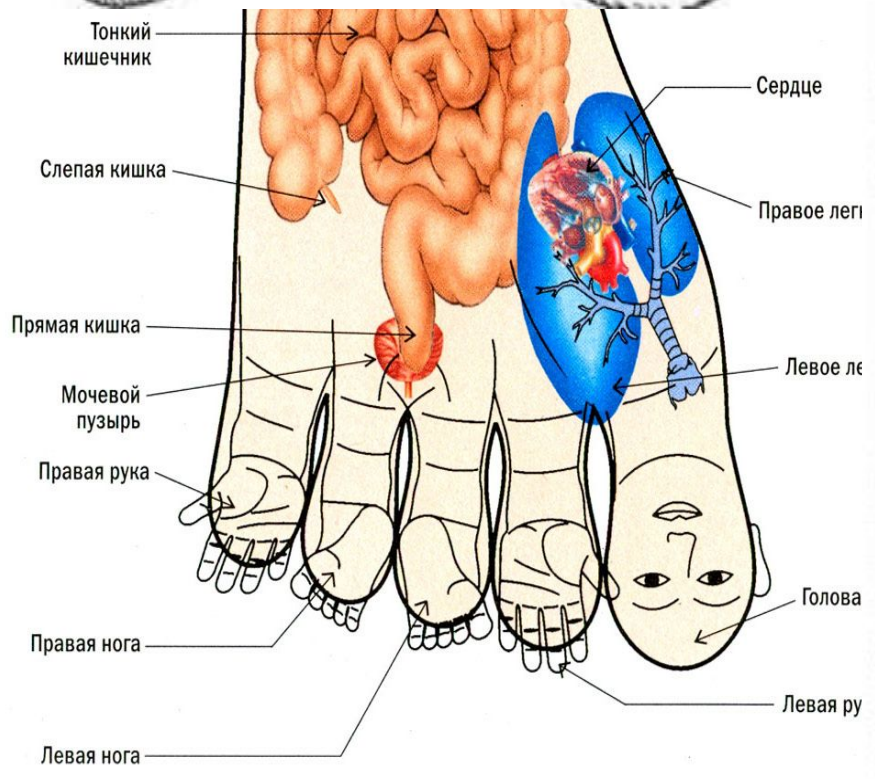
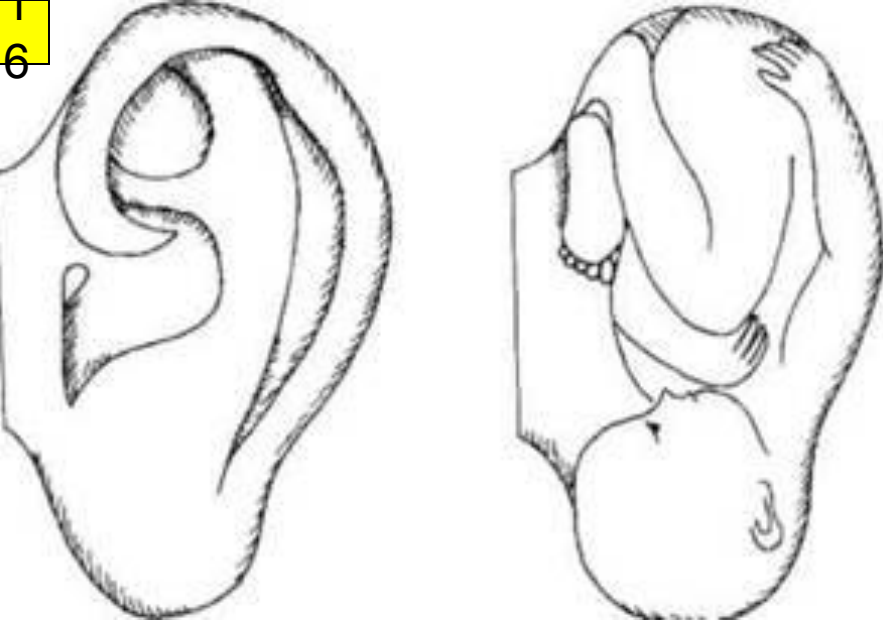


Закономерности роста



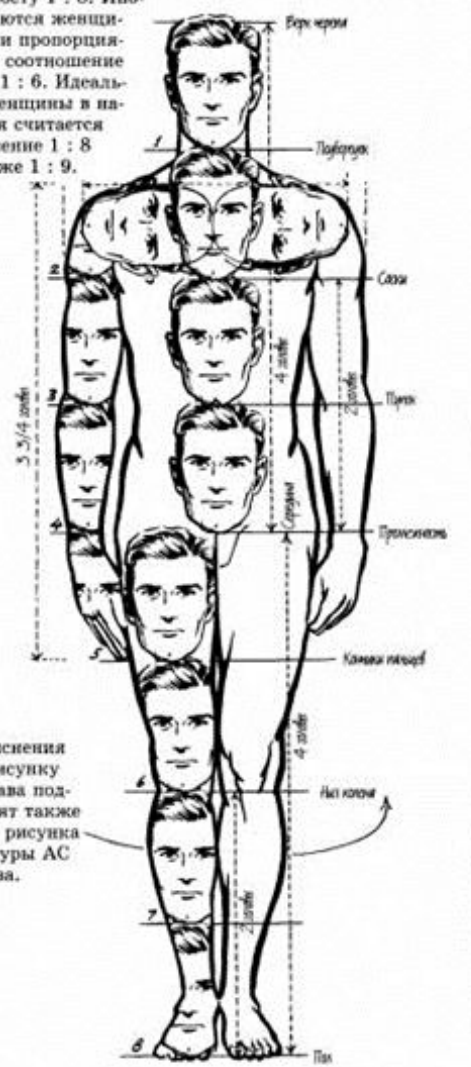
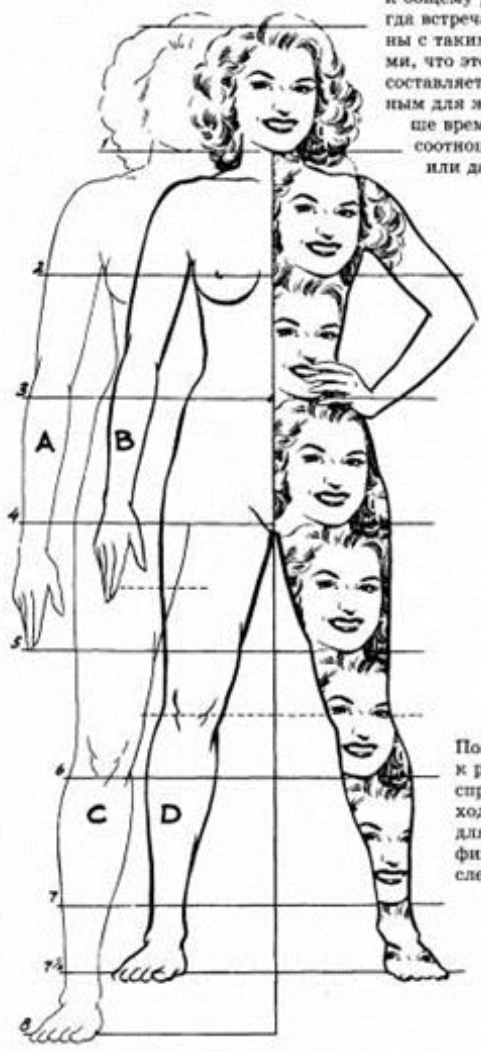
Физическое развитие жёстко детерминировано, лишь в минимуме модифицируясь средой (тренировки)





ПРОПОРЦИИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ ФИГУРЫ

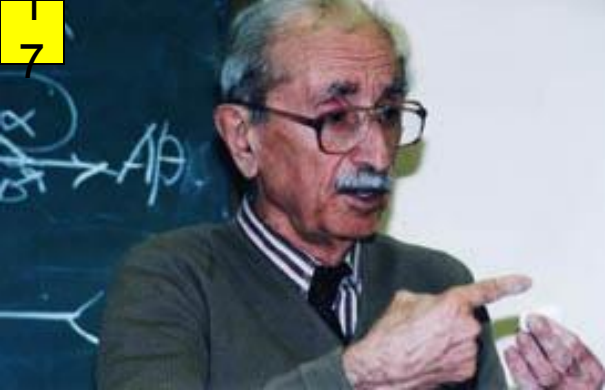
Обычно за единицу измерения человеческого тела принимается "длина головы". Рост человека в среднем приблизительно равен 7,5 длины головы. Однако такие факторы, как раса, пол, возраст и индивидуальные различия в физиологии не позволяют принять какие-либо жесткие правила в отношении пропорций. Большинство художников предпочитают изображать фигуру человека с соотношением длины головы к общему росту 1 : 8. Иногда встречается женщины с такими пропорциями, что это соотношение составляет 1 : 6. Идеальным для женщины в наше время считается соотношение 1 : 8 или даже 1 : 9.



Пояснения к рисунку справа подходят также для рисунка фигуры AC слева.

Сверху нарисована фигура с соотношением 1 : 7,5. Слева изображена фигура с такими же пропорциями, но рука и нога отличаются, образуя фигуру ростом с соотношением 1 : 8. Многие художники предпочитают рисовать более длинные ноги. Иногда бывают фигуры с длиной ноги как в фигуре AC, а руки — как в фигуре BD.

Конечно, не стоит рисовать ряд голов, как показано на рисунке сверху. Здесь они нарисованы для большей наглядности и для того чтобы изучить размеры различных частей тела относительно остальных. Сначала определите, какого роста фигуру вы собираетесь изображать, затем начинайте рисовать сверху вниз. После нескольких упражнений вы научитесь чувствовать пропорции.



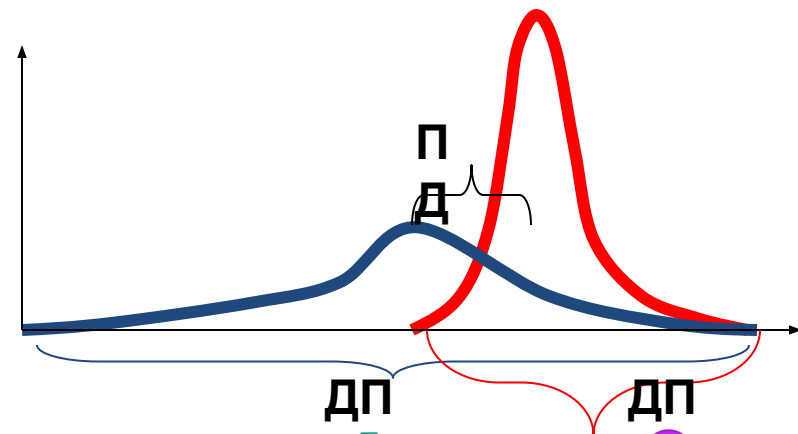
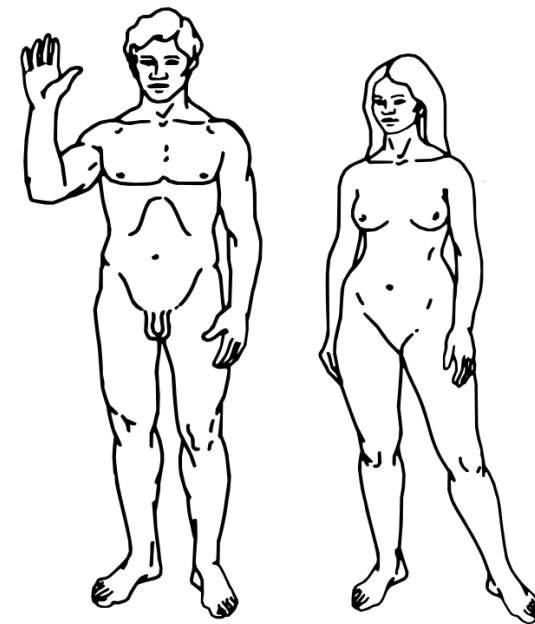
**Геодакян
Виген Артаваздович
(1925-2012)**

к.т.н., д.б.н.

Все новшества появляются справа. У рыб сердце находится строго посередине, но когда рыбы вышли на сушу и у них вместо жабр появилось первое лёгкое, то сердце отползло налево, чтобы уступить место. Условно говоря, правая половина в любом живом теле - «мужская», а левая - «женская». Новые эволюционные признаки идут по пути с права на лево, и от мужчин - к женщинам. Любое новшество в человеческом организме появляется с правого бока у мужчин, а заканчивает свой путь на левом боку у женщин.

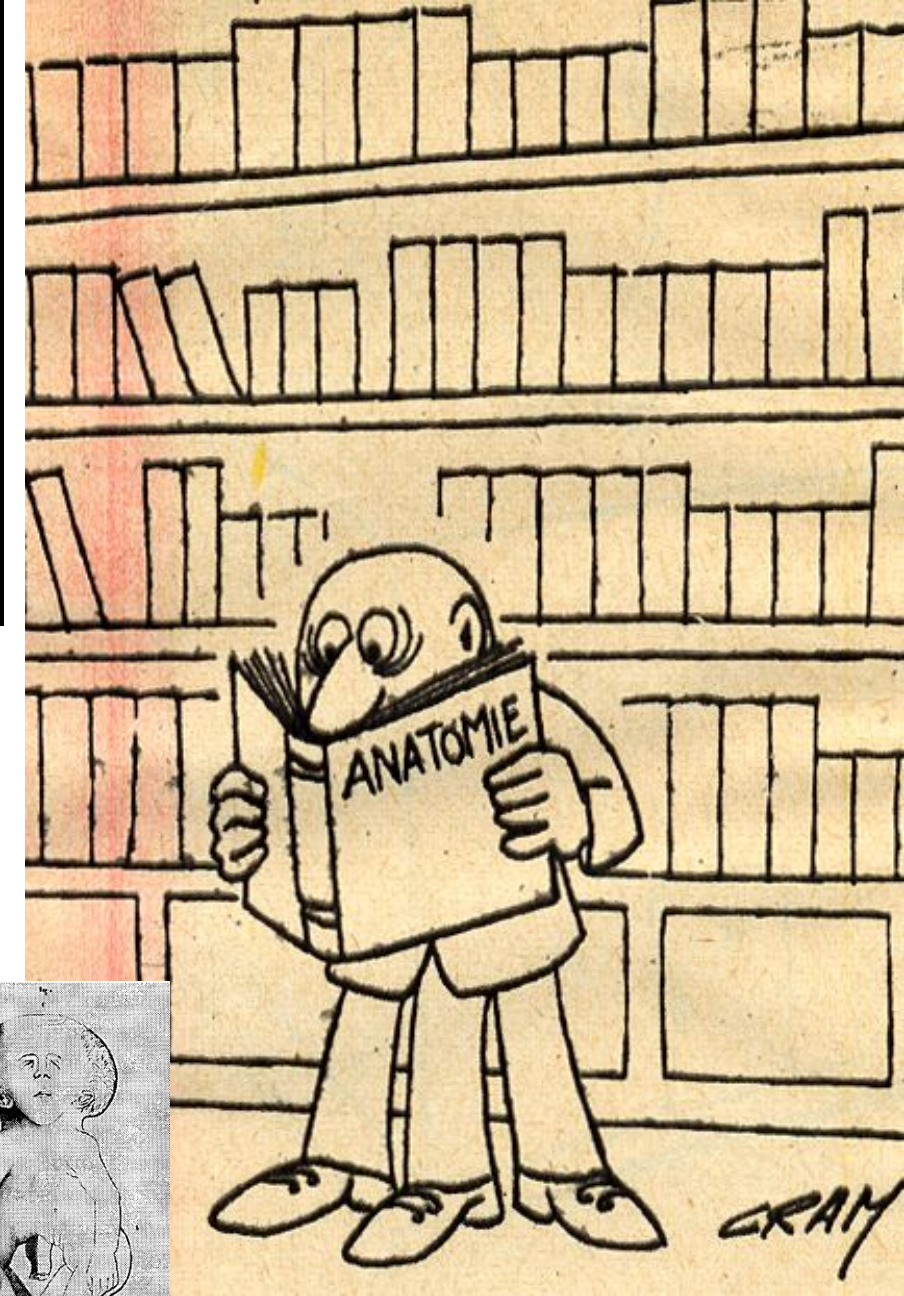
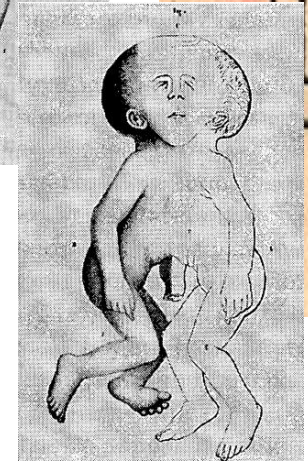
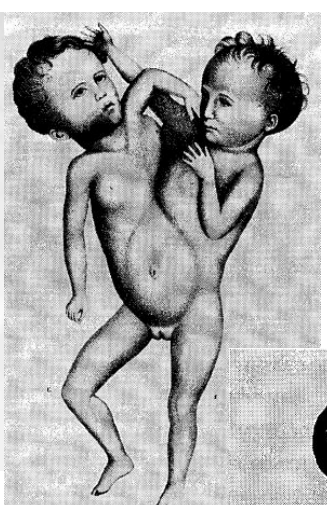
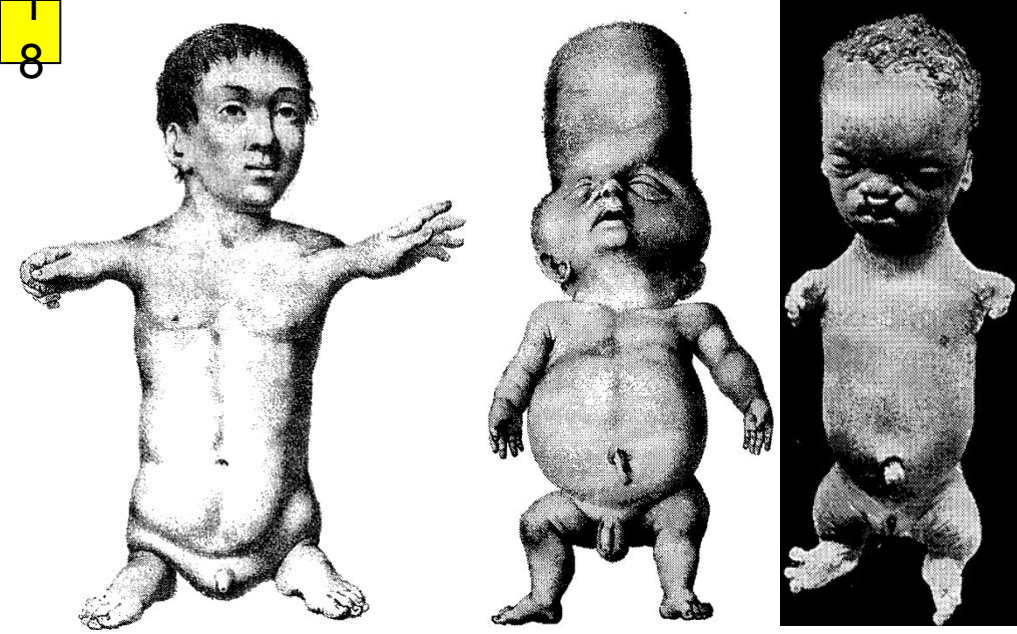
Теория половой и латеральной дифференциации

СП - соотношение полов
ДП - дисперсия полов
ПД - половой диморфизм

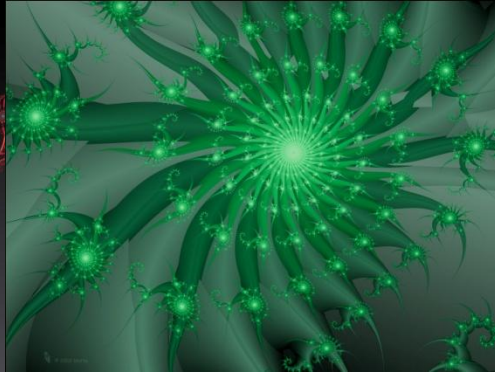
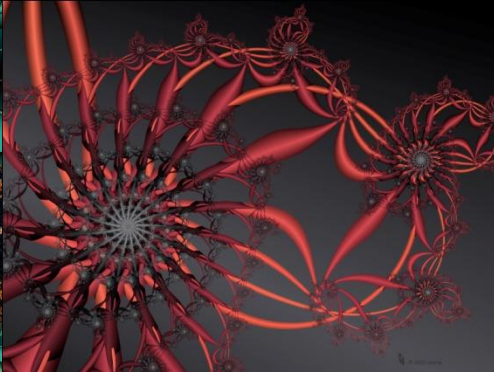
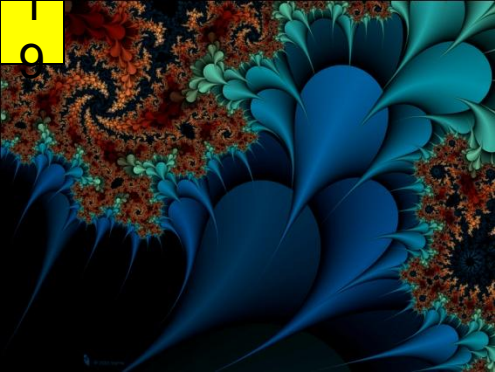


После войны мальчиков рождается в два раза больше, чем девочек. Y-хромосомы ♂ погибают намного быстрее, чем X-хромосомы: если мужчина воздерживался от сексуальных контактов две недели, то в его сперме будет на 25% меньше Y-хромосом, чем в образце, взятом непосредственно после активного периода половой жизни. В обществе, где мужчин не хватает, они живут более активной половой жизнью, и рождается больше мальчиков. И наоборот: если мужчинам приходится жить в половом воздержании при недостатке женщин, то будет рождаться больше девочек.

Благодаря Y-хромосомам у человека происходит 70% генетических мутаций. Природа создала женщин универсальным и полноценным полом, отведя мужчинам роль подопытных кроликов.



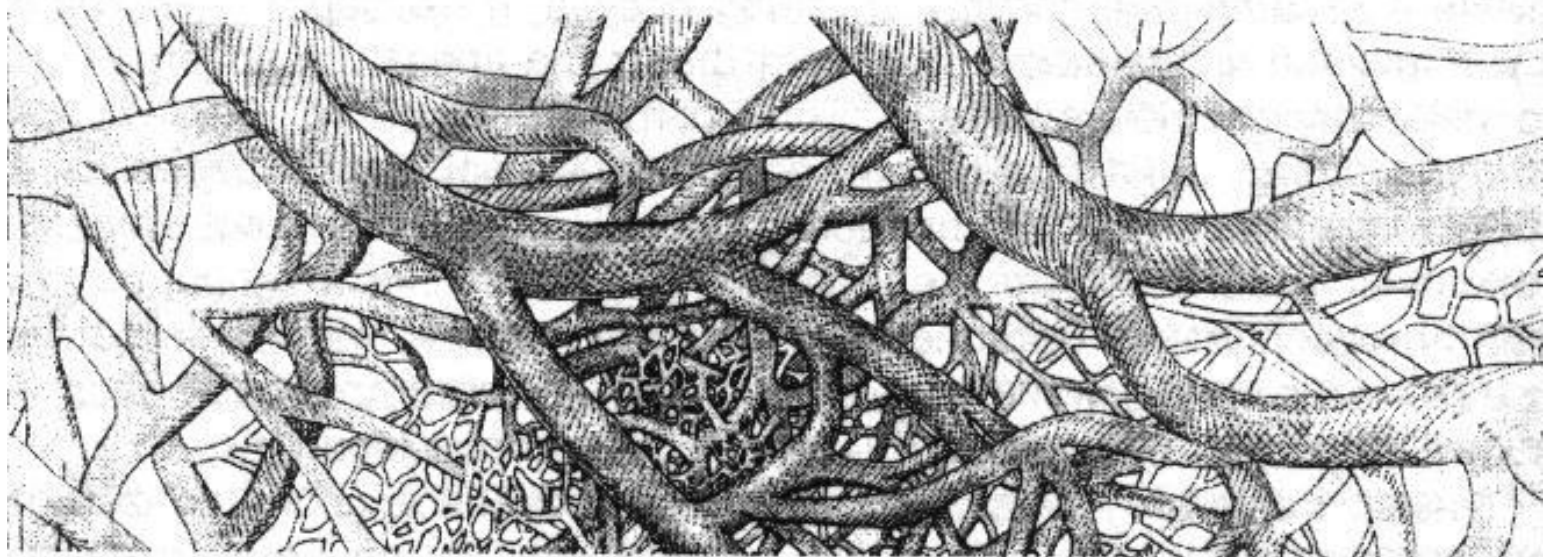
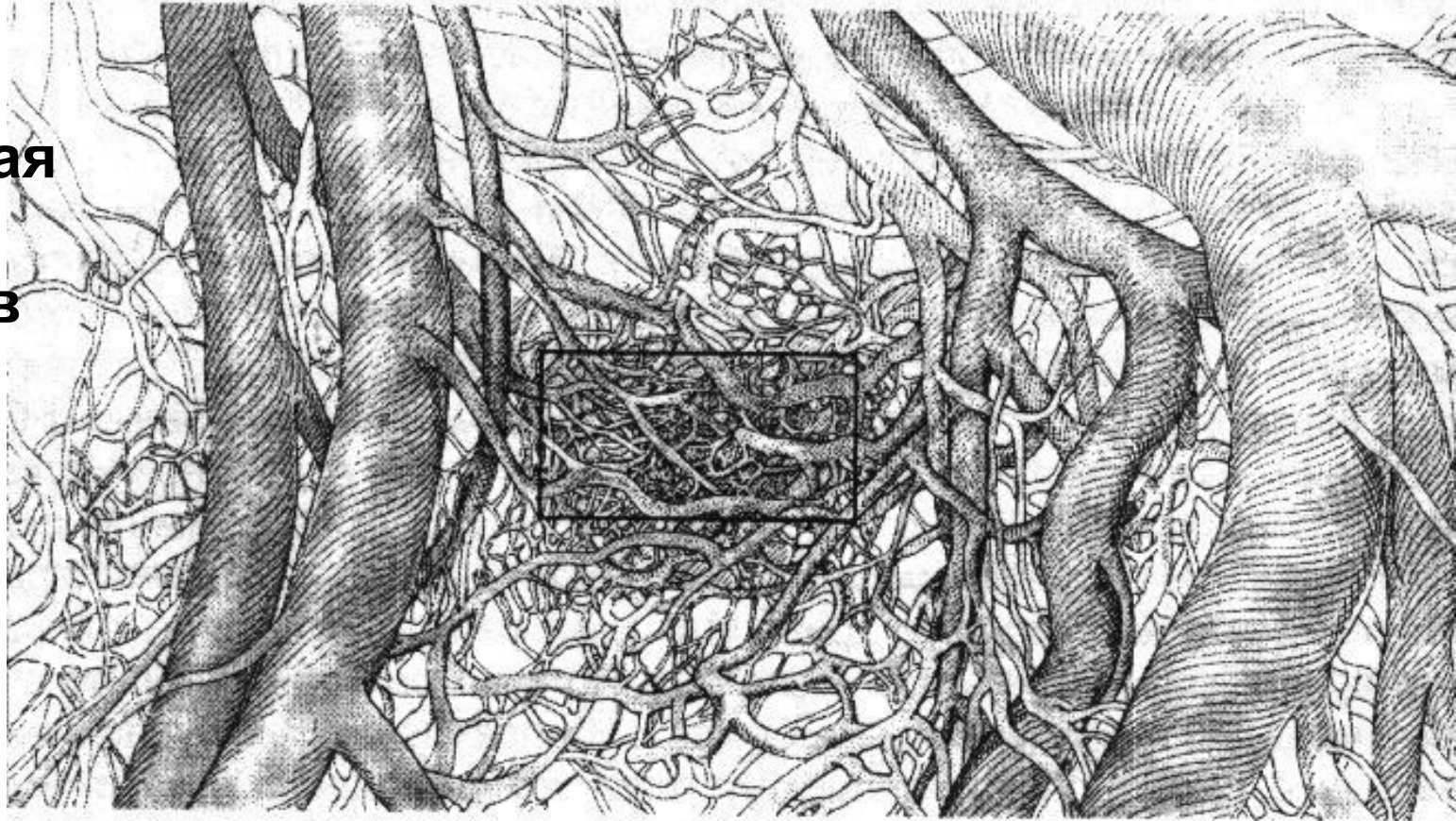
Девииции физического развития и их связь с полом



$$z_{n+1} = (z_n)^2 + c$$



Фрактальная структура капилляров



Языки описания:

- через понятие симметрии
- через понятие фрактала
- в ботанике – типы ветвления, листорасположения, жилкования
- через понятия гомологии и аналогии
- представления о *корреляциях* и *системности*.

Наработки ботаников

РАСПОЛОЖЕНИЕ ЛИСТЬЕВ

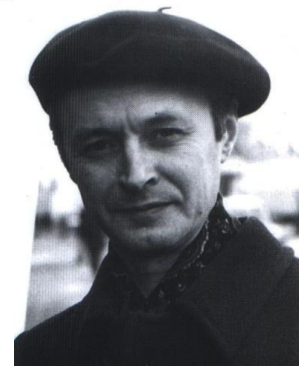




Лист растения может трансформироваться в строго определённых направлениях, достигая отдельных состояний разными путями, таким образом, внешнее сходство листьев не может быть критерием родства растений.

Рефрен формы

Лист



Мейен
Сергей Викторович
(1935-1987)

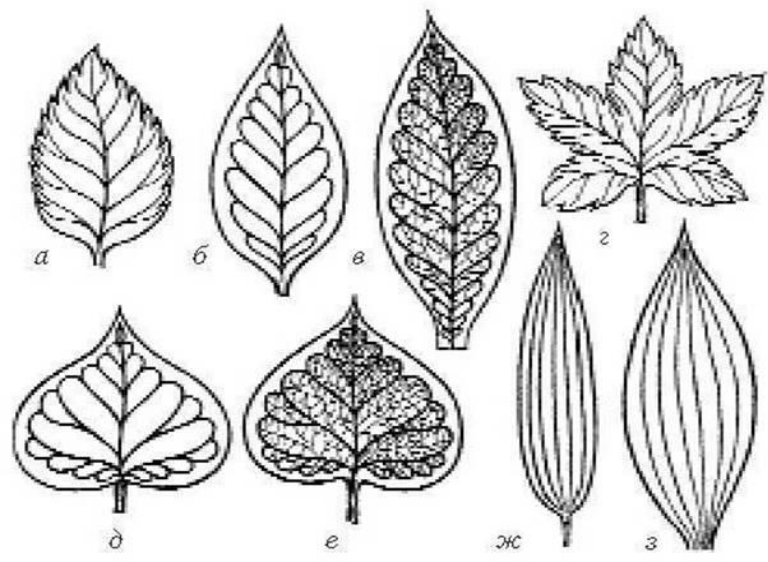
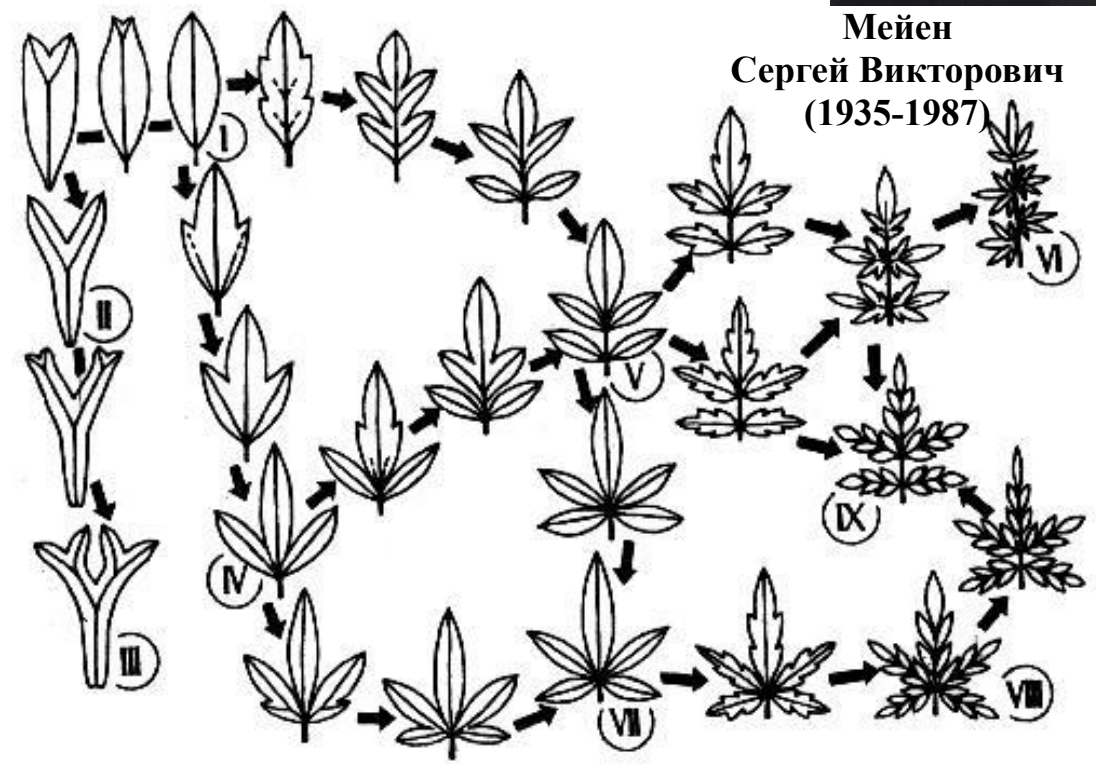


Рис. 11. Основные типы жилкования листьев: а – перисто-краевое; б – перисто-петлевидное; в – перисто-сетчатое; г – пальчато-краевое; д – пальчато-петлевидное; е – пальчато-сетчатое; ж – параллельное; з – дуго-видное



Проблемы гомологизации

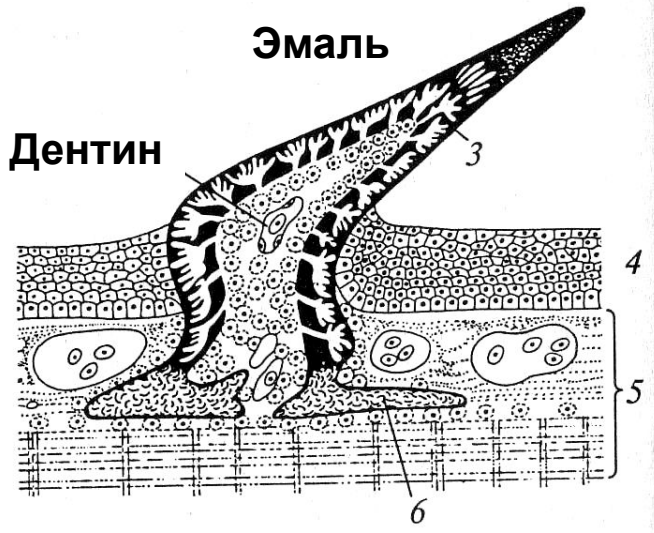
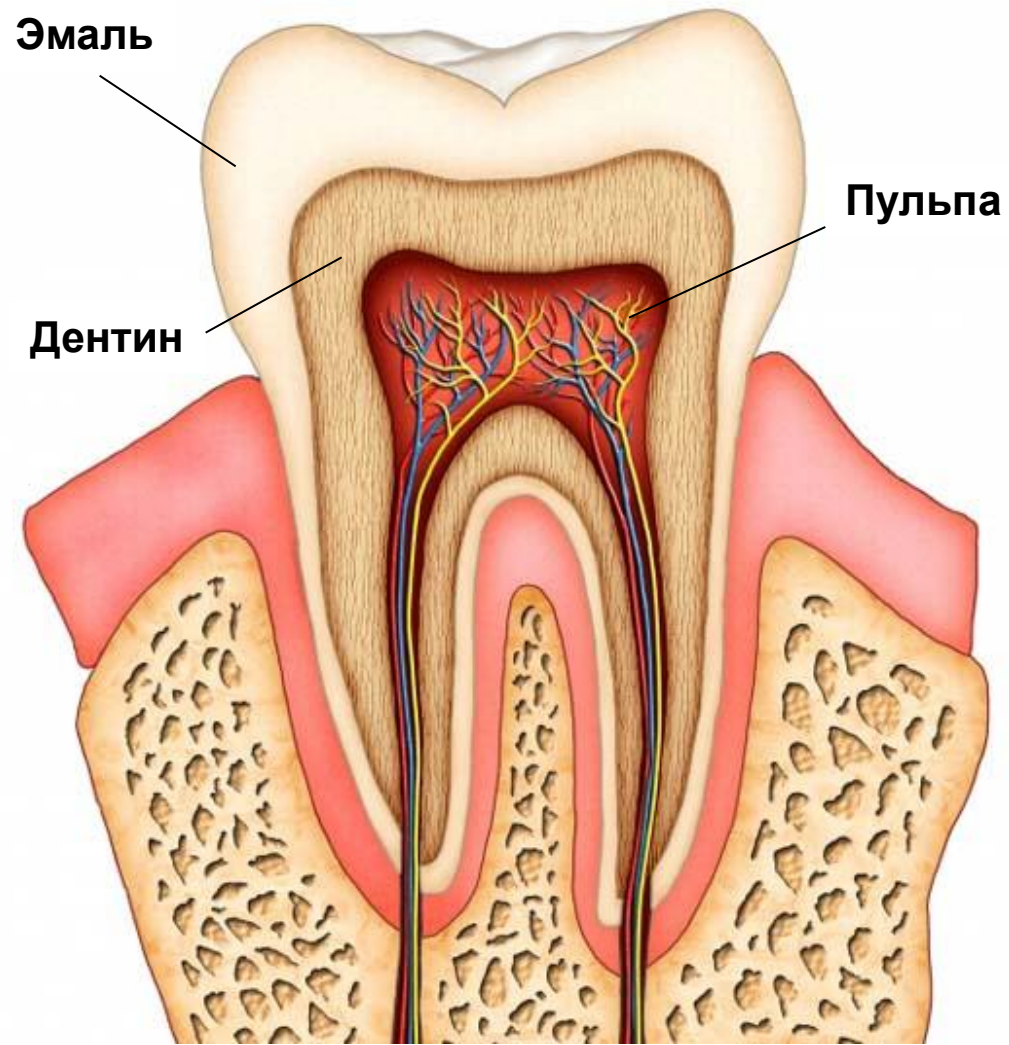
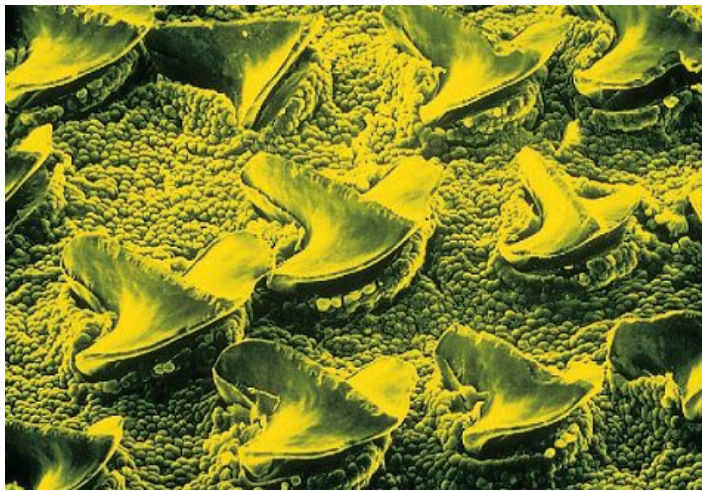
- через понятие симметрии
- через понятие фрактала
- в ботанике – типы ветвления, листорасположения, жилкования
- через понятия гомологии и аналогии
- представления о *корреляциях* и *системности*.

- Л.Я. Бляхер (1965) составил словарь понятий и определений *гомологии* и *анalogии*, включавший 45 позиций.
- В 2001 г. Ю.В. Мамкаев этот список дополнил ещё 10 пунктами с учётом высказываний В.Н. Беклемишева (1994).

В биологии понятие гомологии старше, чем аналогии, и ведёт начало от донаучного словоупотребления. Этимологически оно использовалось для обозначения частей тела, естественно называемых одним именем: голова, глаза, конечности и т.п.

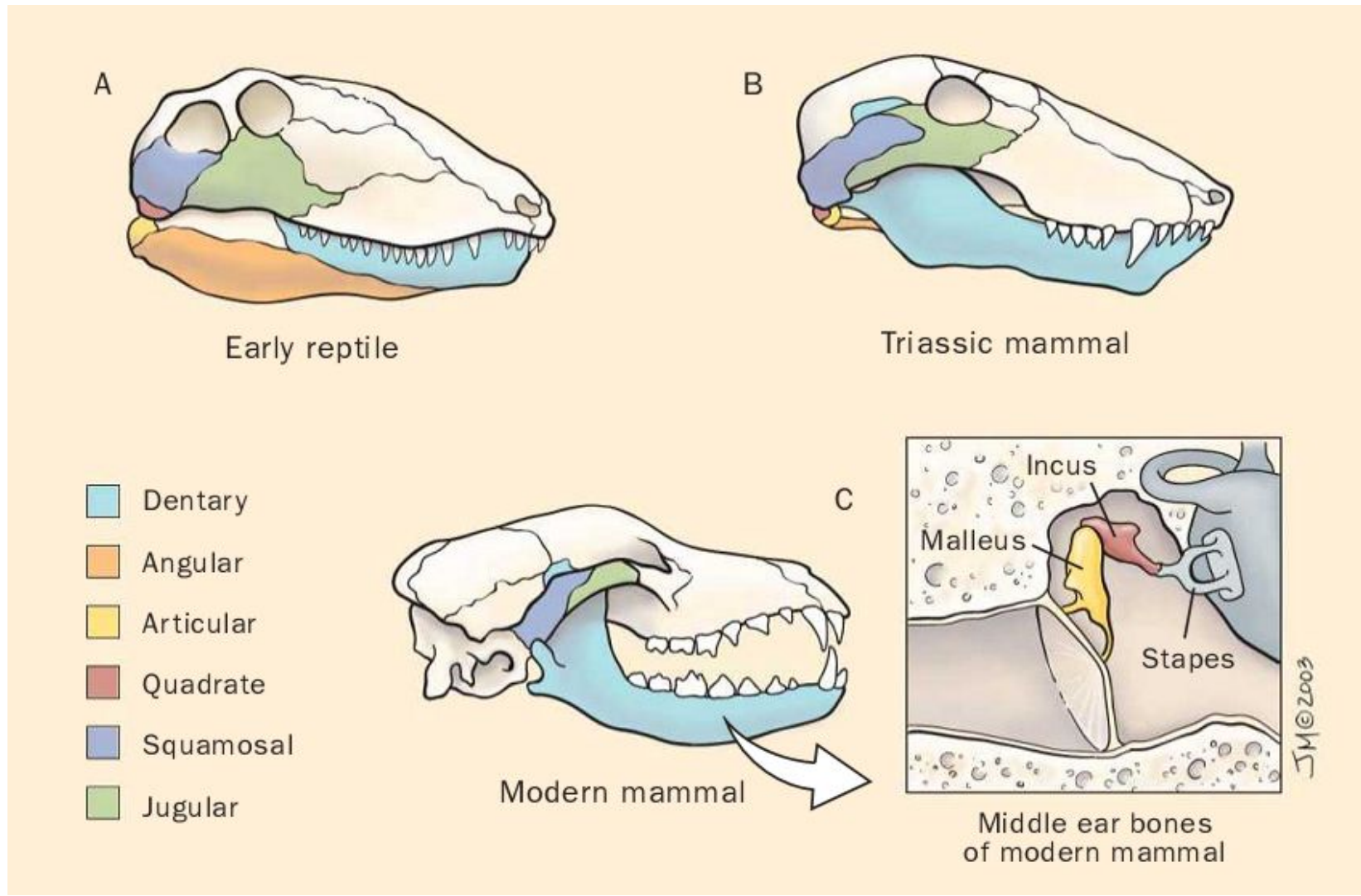
В научную сравнительно-анатомическую литературу термин «аналогия» вошёл раньше «гомологии», первоначально охватывая оба понятия. Их содержание неоднократно менялось, до сих пор оставаясь предметом дискуссий.

Пример гомологичных органов



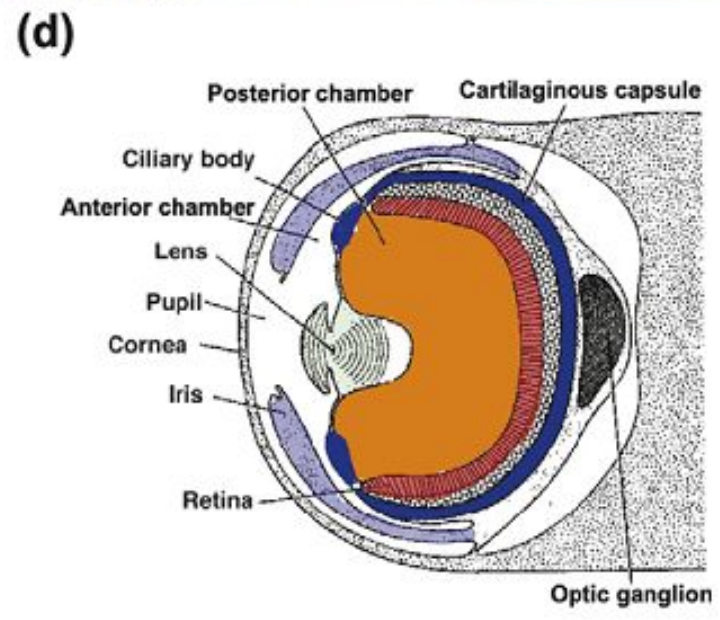
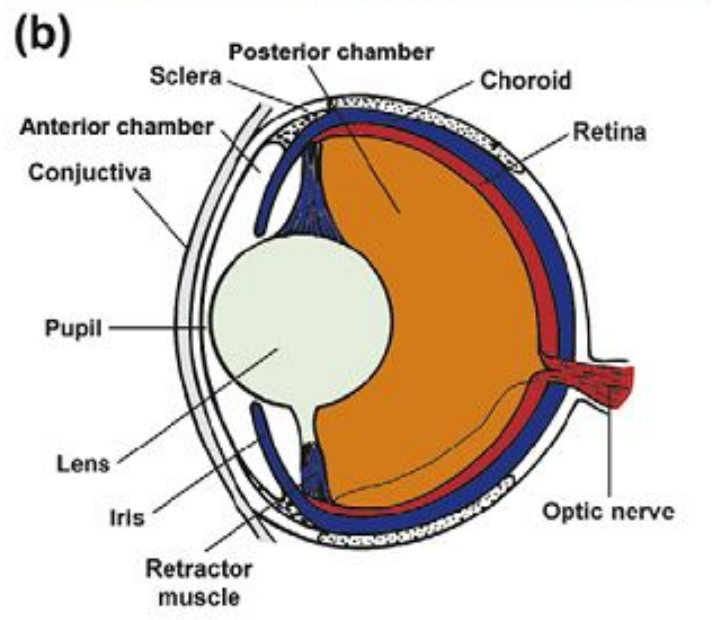
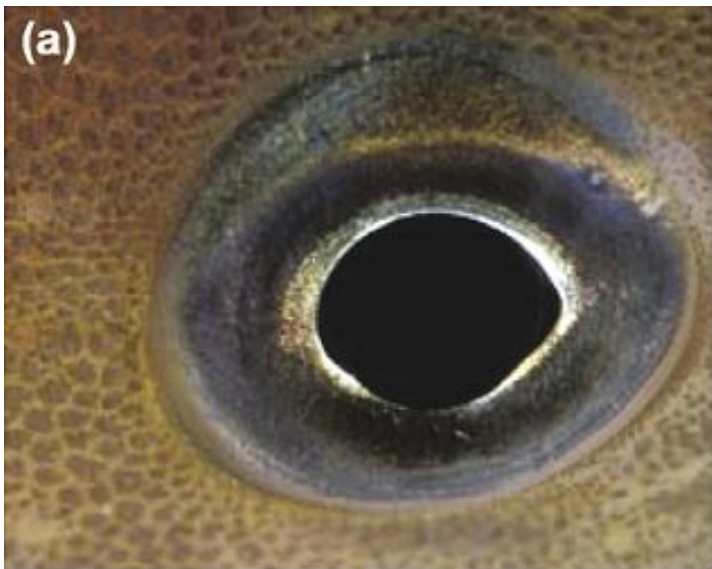
Строение плакоидной чешуи хрящевых рыб и зубов тетрапод

Пример гомологичных органов



Слуховые кости, кости нижней челюсти и жаберной дуги

Пример аналогичных органов



Глаз рыбы и головоногого моллюска (по Leander, 2008)

Гомологичные и аналогичные органы

Homology

Bat wing

Гомология

Human arm

Mouse forelimb

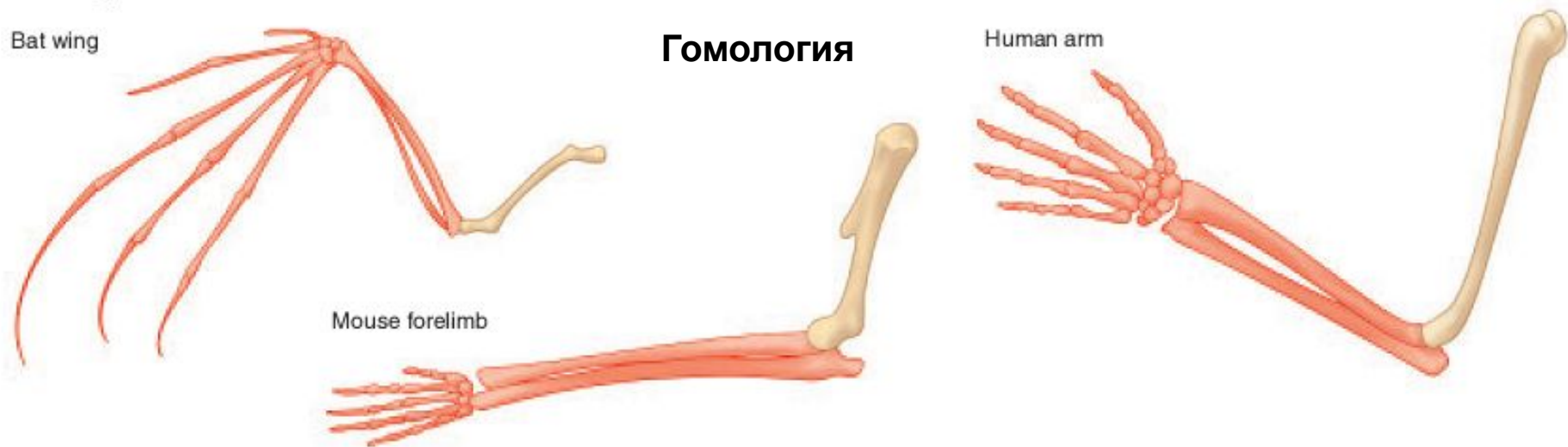
Analogy

Bat wing

Butterfly wing

Аналогия

Bird wing



Аналогичные органы – крылья насекомых и позвоночных

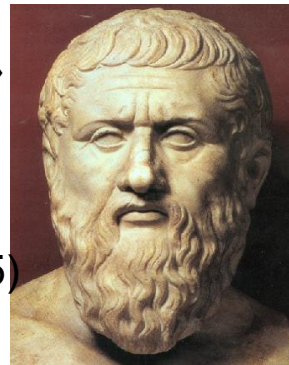
Первые представления о гомологии

Понятие «аналогия» широко используется в разных областях: математике, логике, языкознании, законоведении и др., а гомология – ещё и в органической химии.

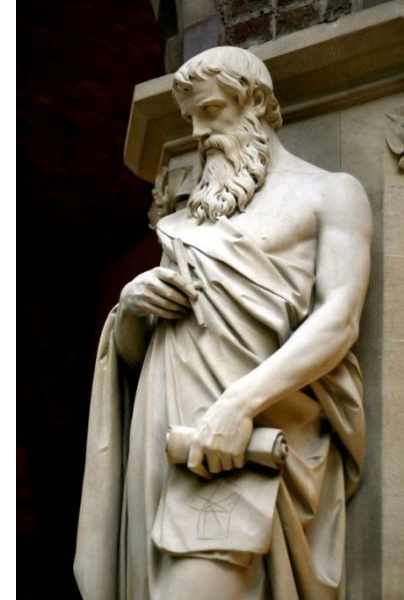
В математике Евклид в своих «Началах» гомологичными называл стороны равносторонних треугольников, стягивающие равные углы, аналогичными – пропорциональные величины, с одним и тем же отношением

У Платона - идея «общего типа»

Платон
(-325 - -265)



Евклид
(-325 - -265)



Аристотель
(-384 --322)

Аристотель в труде «О частях животных» употреблял понятие аналогия в широком смысле, имея в виду соответствие частей по их жизненному значению. Внешнее сходство избавляло от необходимости детально сравнивать их внутреннее строение, поскольку не всегда это было возможно.

«... много общего присуще многим животным; одним в прямом значении слова, например, ноги, перья и чешуя, другим – их **аналоги**. Я разумею под аналогом следующее: одним присуще лёгкое, другим оно не присуще; но то для имеющих его представляет собой лёгкое, то для других – нечто иное, взамен него; и у одних имеется кровь, а у других – её аналог, обладающий той же силой, как у животных с кровью – кровь»

Первые представления о гомологии



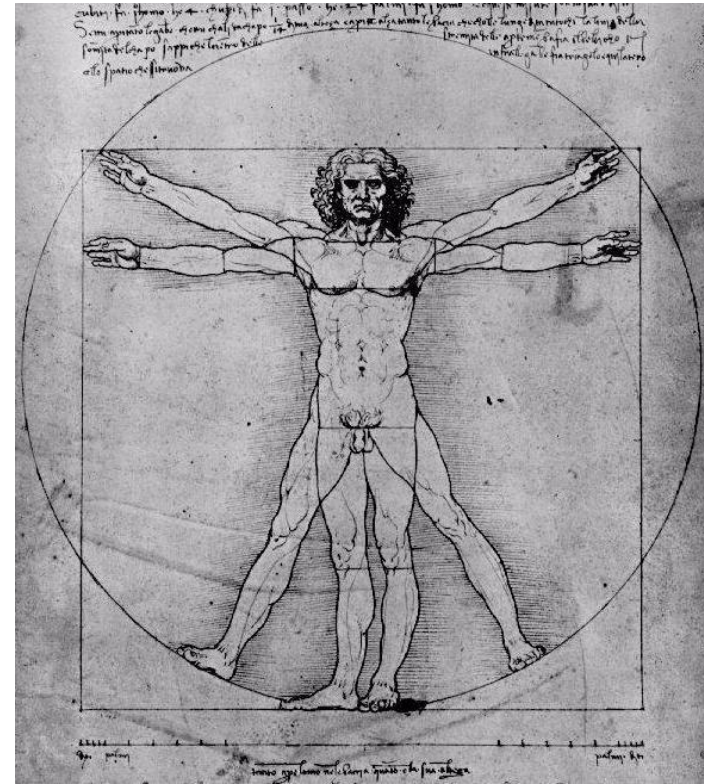
Клавдий Гален
(129 - 200)

Гален в работе «Об употреблении частей человеческого тела» сопоставлял руки ноги человека, сравнивая их с конечностями животных.



Леонардо-да-Винчи
(1452-1512)

Леонардо-да Винчи оставил рисунки, отражающие признаки гомологии и аналогии, но соответствующие тексты не были известны современникам и опубликованы лишь в 20 веке.



Витрувианский человек

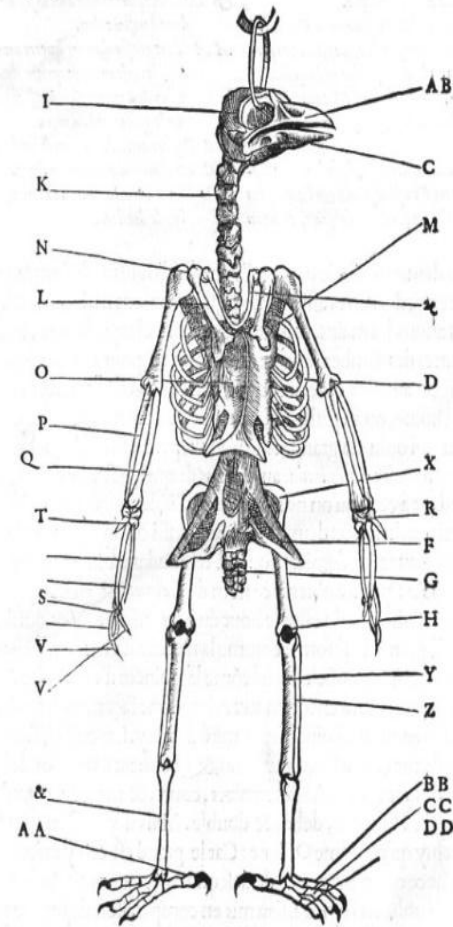
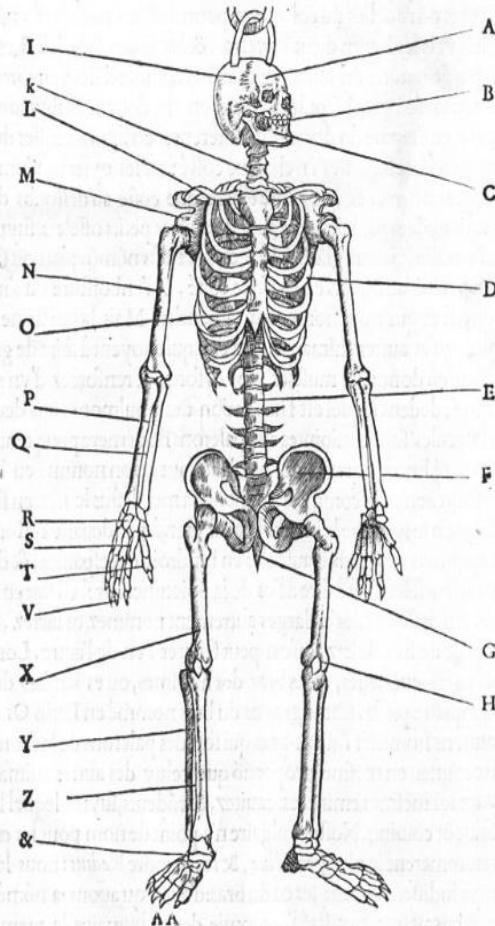


Белон Пьер (1517-1564)

Portraict de l'amas des os humains, mis en comparaifon de l'anatomie de ceux des oyseaux, faifant que les lettres d'icelle se raporteront à ceste cy, pour faire apparoiſtre combien l'affinité eſt grande des vns aux autres.

La comparaifon du fufdit portraict des os humains monſtre combien ceſtuy cy qui eſt d'un oyſeau, en eſt prochain.

Portraict des os de l'oyſeau.



A B Les Oyſeaux n'ont dents ne leures, mais ont le bec tranchant fort on foible, plus on moins ſelon l'affaire qu'ils ont eu à mettre en pieces ce dont ils viuent.

M Deux pallerons longs & eſtroictz, vn en chacun coſté.

2c L'os qu'on nomme la Lunette ou Fourchette n'eſt trouué en aucun autre animal, hors mis en l'oyſeau.

D Six coſtes, attachees au coffre de l'eſtomach par deuant, & aux ſix vertebres du dos par derriere.

F Les deux os des hanches ſont longs, car il n'y a aucunes vertebres au deſſous des coſtes.

G Six oſelets au cropion.

H La ronelle du genail.

I Les ſutures du teſt n'apparoiſſent gueres ſinon qu'il ſoit bolly.

k Douze vertebres au col, & ſix au dos.

Первая иллюстрация принципа гомологии - рисунки Пьера Белона, где сопоставлены скелеты человека и птицы в равных масштабах и позах, но сам Белон термина «гомология» не использовал

Новое время о гомологии

- Ф. **Бэкон** в «Новом органоне», Марко Аврелио **Северино** в «Демокритовой зоотомии», Жорж Бюффон в «Естественной истории», Петрус Кампер в статьях о врачевании, Феликс Вик д Азир в «Трактате по анатомии ...», Жорж **Кювье** в «Лекциях по сравнительной анатомии» в разных формах отмечали подобие строения человека и животных, вплотную подойдя к формулировке принципов гомологии, но дальше всех продвинулись Иоганн Вольфганг **Гёте** (в частности, открывший межчелюстную кость у человека, что сыграло большую роль в доказательстве его родства с животными) и Этьен Жоффруа **Сент-Илер** (ввёл гомологический метод в сравнительную анатомию – «теория аналогов» и «принцип связей», что им изложено в «Философии анатомии». Известен своими представлениями о единстве-сходстве планов строения различных организмов). В целом то, что Сент-Илер называл аналогией, впоследствии включено в понятие гомологии: сравнение однородных частей у разных животных названо «наукой аналогий», а сходные или повторяющиеся части одного животного – «наукой гомологий» (частная и сериальная гомология по Р. Оуэну).



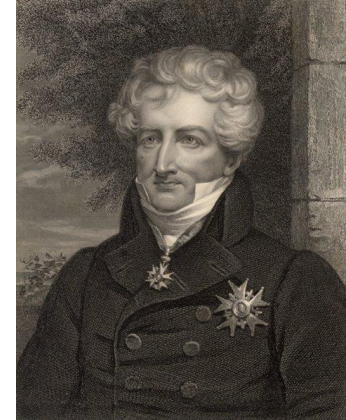
Марко Аврелио
Северино
(1580-1656)



Этьен Жоффруа
Сент-Илер
(1772-1844)



Фрэнсис Бэкон
(1561-1626)

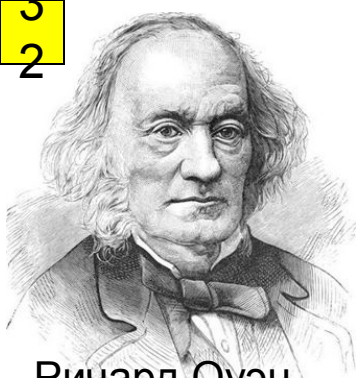


Жорж Кювье
(1769-1832)



Иоганн
Вольфганг Гёте
(1749-1832)

Вклад Ричарда Оуэна



Ричард Оуэн
(1804-1892)

Отчётливое противопоставление понятий «аналогия» и «гомология» связано с именем Р. Оуэна: в «Лекциях по сравнительной анатомии и физиологии беспозвоночных» даны следующие определения:

Аналогия – часть или орган у одного животного, которые обладают той же самой функцией как часть или орган другого животного

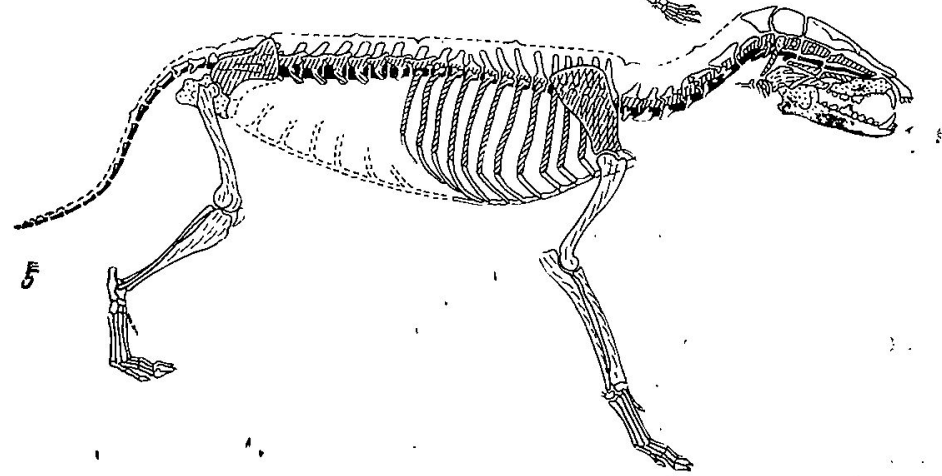
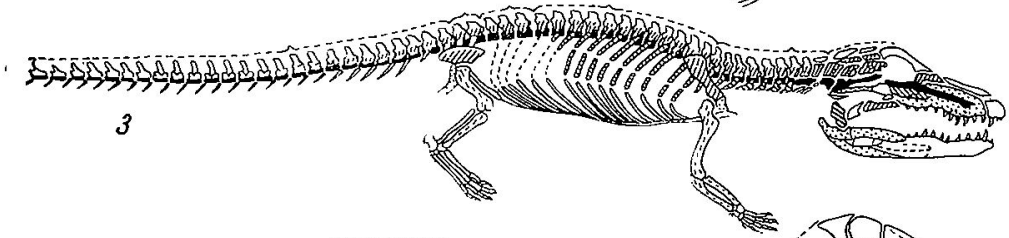
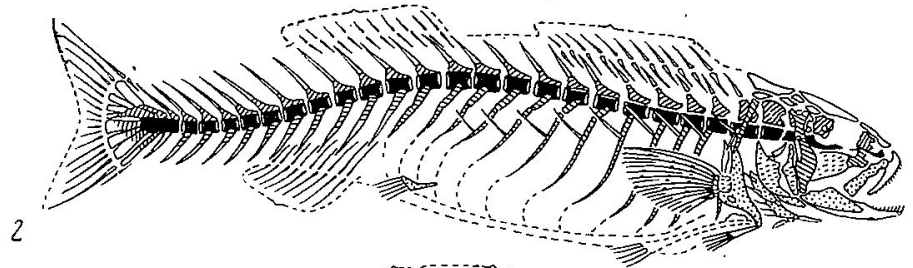
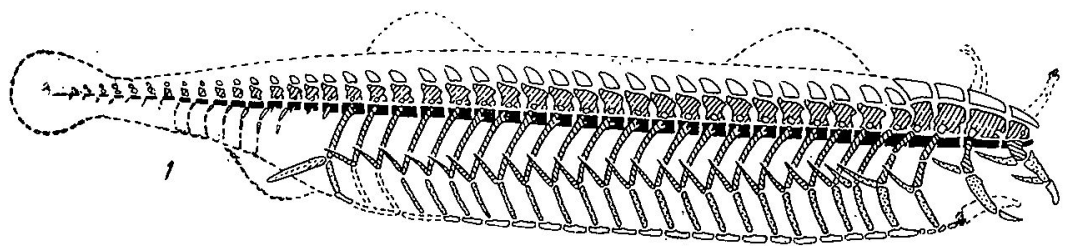
Гомология – один и тот же орган у различных животных при любом разнообразии его формы и функции

Признавая, что для рациональной систематики, основанной на сравнительной анатомии, главным является гомологическое сходство, Оуэн разработал **классификацию гомологий**.

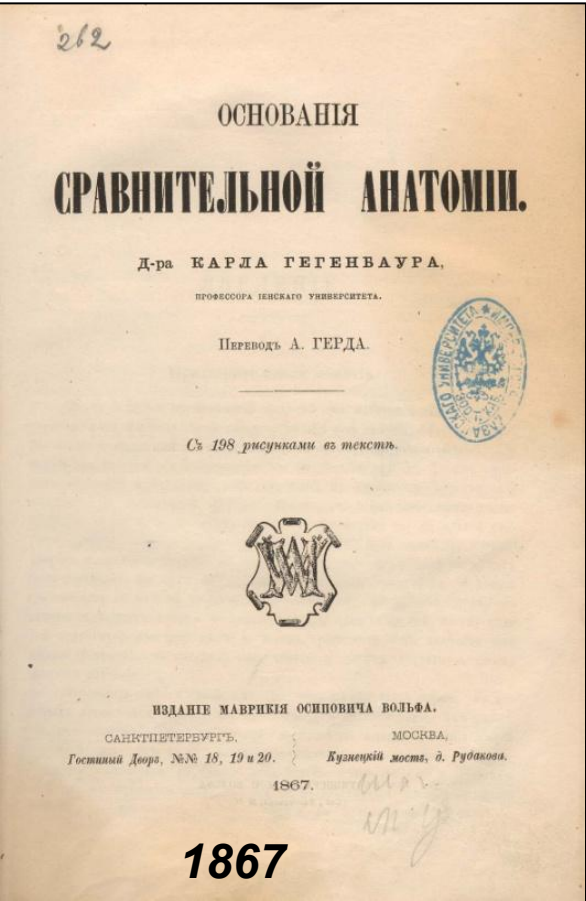
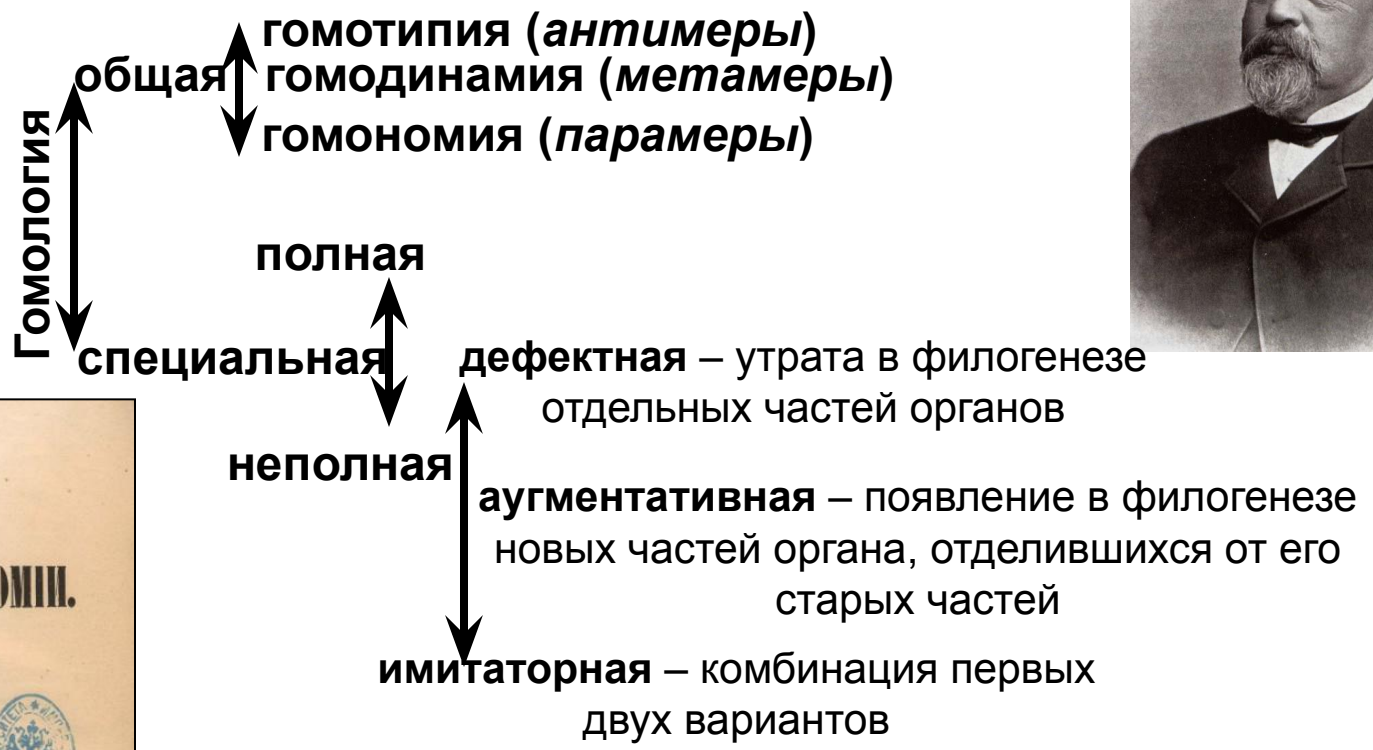
1. **общая гомология**: структурное сходство той или иной отдельной части, или органа, с воображаемым или идеальным типом (архетипом) таких частей организма;
2. **сериальная гомология (гомотипия)**: структурное соответствие частей, расположенных вдоль осей тела одного индивидуума;
3. **частная гомология**: структурное совпадение соответствующих частей тела разных организмов. **общая гомология** – выражение принципов идеалистической морфологии, согласно которой существующие организованные тела сформированы по предсуществующему идеальному прообразу, или **архетипу**.

Другие варианты гомологии устанавливаются эмпирически: «отношения частной и сериальной гомологии определяются, главным образом, если не всецело, относительным положением и связью частей и могут существовать независимо от формы, пропорций, субстанции, функции и сходства в развитии ...»

Архетип – прототип строения, лежащий в основе реально существующих форм организмов



Карл Гегенбаур (1826-1903)



Аналогия - Конфлюэнция

1867

ПРИНЦИП КЛЕЙНЕНБЕРГА - СУБСТИТУЦИИ ОРГАНОВ

субституция:

- гомотопная
- гетеротопная
- синхронная
- гетерохронная



Nicolaus Kleinborg
Николаус Клейненберг
(1842 – 1897)



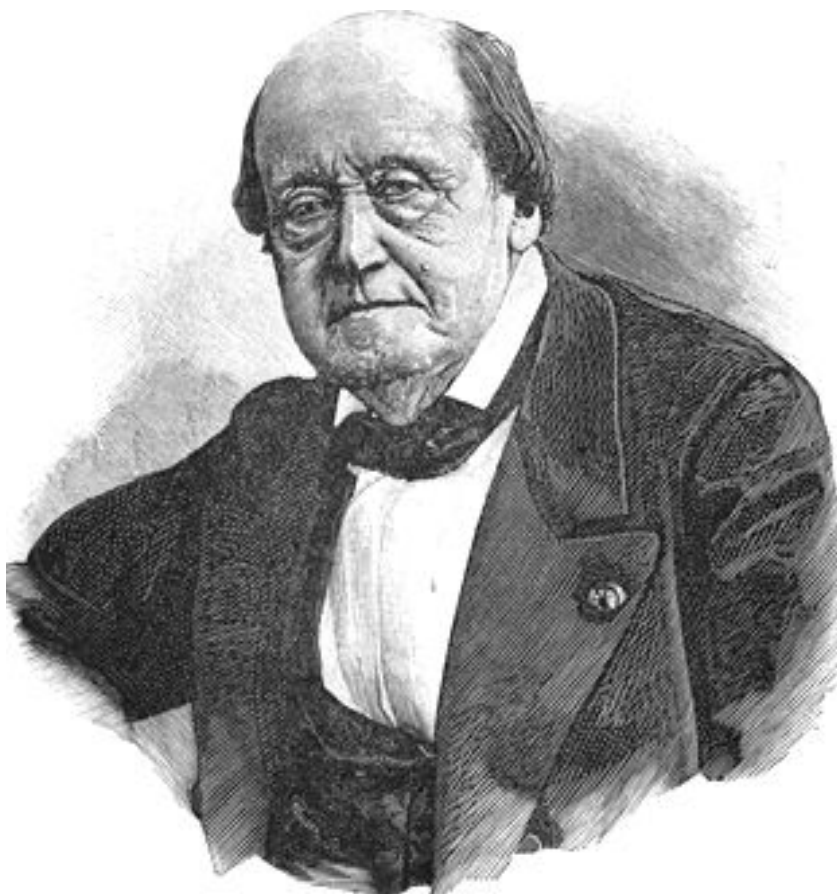
Ray Lankester
Рэй
Ланкастер
(1847-1949)



Ремане Адольф
(1898-1976)

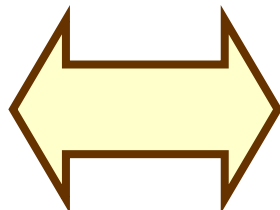
**ЗАКОН МОРФО-
ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ
ДИФФЕРЕНЦИРОВКИ**

1851

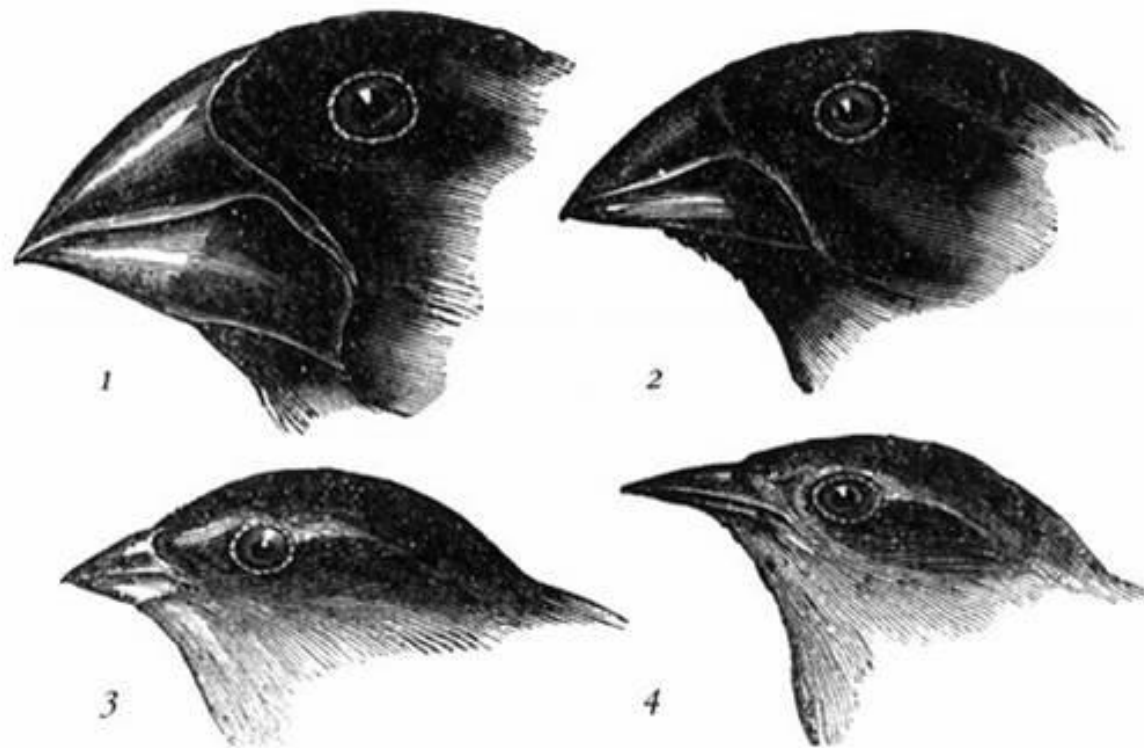


**Анри Мильн-Эдвардс
(1800 – 1885)**

**МОРФО-
ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ
РАСЧЛЕНЕНИЕ И
УСЛОЖНЕНИЕ ОРГАНИЗМА**



**ФОРМИРОВАНИЕ
ГАРМОНИЧНОГО ЦЕЛОГО
В ВИДЕ ИНТЕГРАЦИИ**



(1809 –1882)

Изменчивость формы
клюва у Галапагосских
вьюрков (рис. Ч.
Дарвина)

Виды изменчивости (по Ч. Дарвину)

1. «Определённая» (ненаследуемая, ~ модификационная)
2. «Неопределённая» (наследуемая, ~ мутационная)
3. Коррелятивная (белые коты с голубыми глазами глухи)

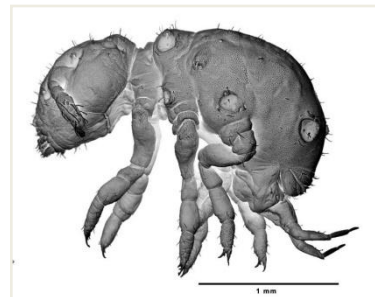
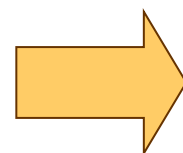
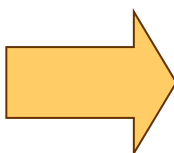
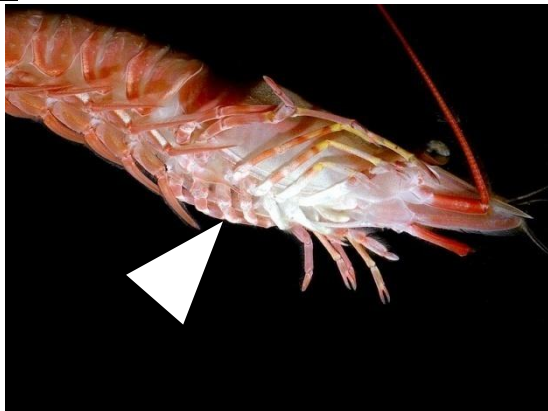


**ЗАКОН
НЕОБРАТИМОСТИ
ЭВОЛЮЦИИ**

1893

**Луи Долло
(1857 - 1931)**

ЗАКОН НЕОБРАТИМОСТИ ЭВОЛЮЦИИ

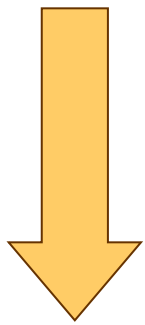


**ЖАБРЫ РАКООБРАЗНЫХ –
ВИДОИЗМЕНЕНИЯ
КОНЕЧНОСТЕЙ**



**ЖАБРЫ ВОДНЫХ ЛИЧИНОК
НАСЕКОМЫХ – ВЫРОСТЫ
СТЕНОК ТЕЛА**

**ПРИ ОСВОЕНИИ НАЗЕМНОЙ
СРЕДЫ ЖАБРЫ ИСЧЕЗАЮТ И
РАЗВИВАЕТСЯ ТРАХЕЙНАЯ
СИСТЕМА ДЫХАНИЯ**





Эрнст Геккель

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ
АНАТОМИЯ**

ЭМБРИОЛОГИЯ



ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ
МОЛЕКУЛЯРНАЯ
БИОЛОГИЯ**



**СРАВНИТЕЛЬНАЯ
АНАТОМИЯ**

ЭМБРИОЛОГИЯ



ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

**ФАКТОЛОГИЧЕСКАЯ БАЗА ДЛЯ
ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИХ И
СИСТЕМАТИЧЕСКИХ ПОСТРОЕНИЙ**

СЕКВЕНИРОВАНИЕ

(от *sequence*, англ. —
последовательность)

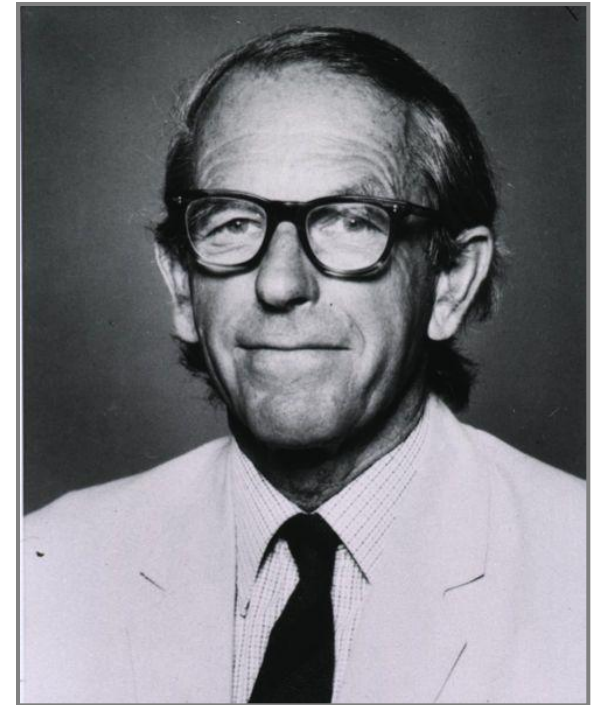
**Секвенирование биополимеров -
белков и нуклеиновых кислот (ДНК и
РНК): определение их первичной
аминокислотной или нуклеотидной
последовательности**

1954 – расшифровка последовательности
аминокислот в молекуле инсулина

1958 – присуждение Нобелевской премии

1977 - Дезоксинуклеотидный метод
расшифровки первичной структуры НК

1980 – присуждение второй Нобелевской
премии



Фредерик Сенгер
Frederick Sanger
(1918 – 2013)

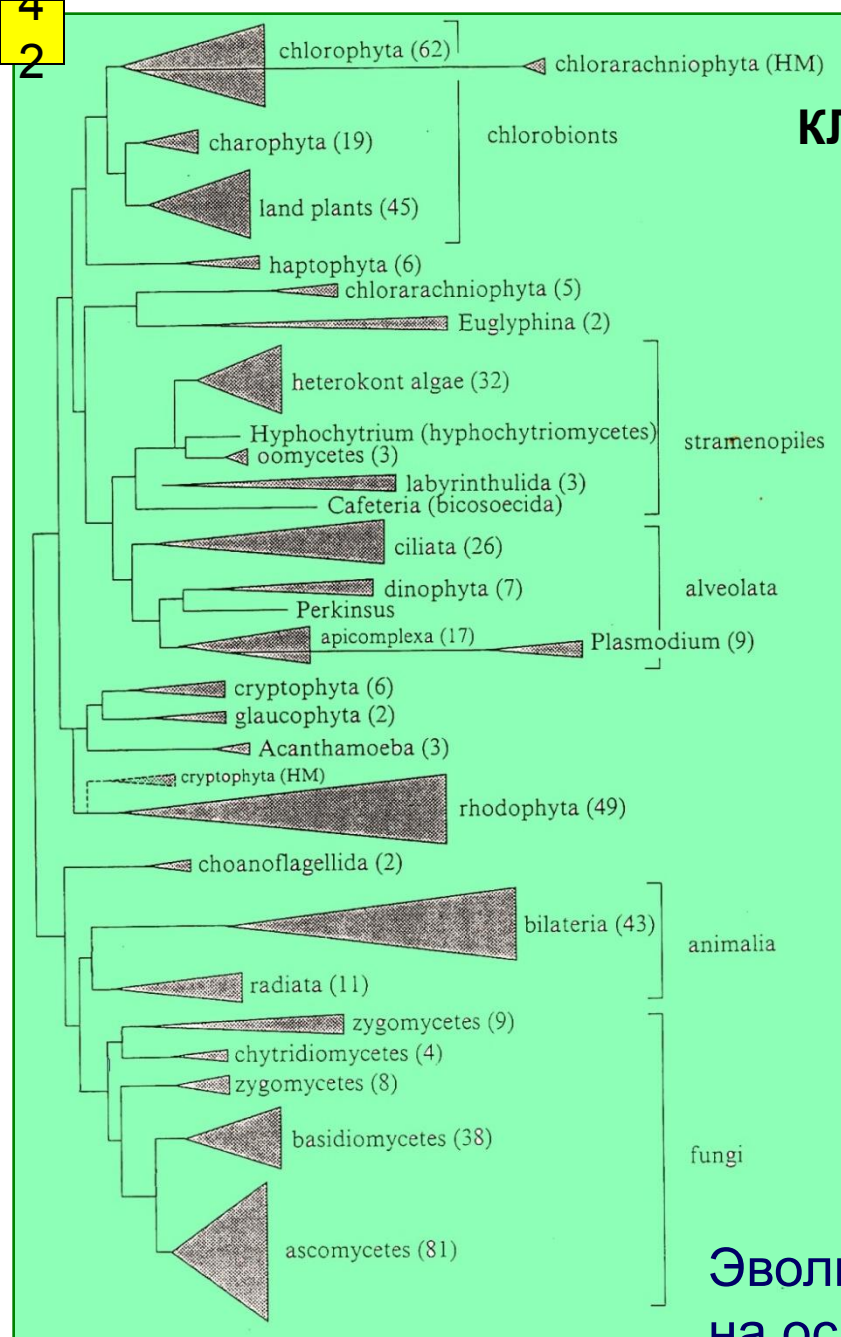
КЛАДИСТИЧЕСКАЯ ФОРМА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ
МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ДАННЫХ:

В биологии сформировалась новая парадигма - всё многообразие форм органического мира - отражение многообразия ДНК.

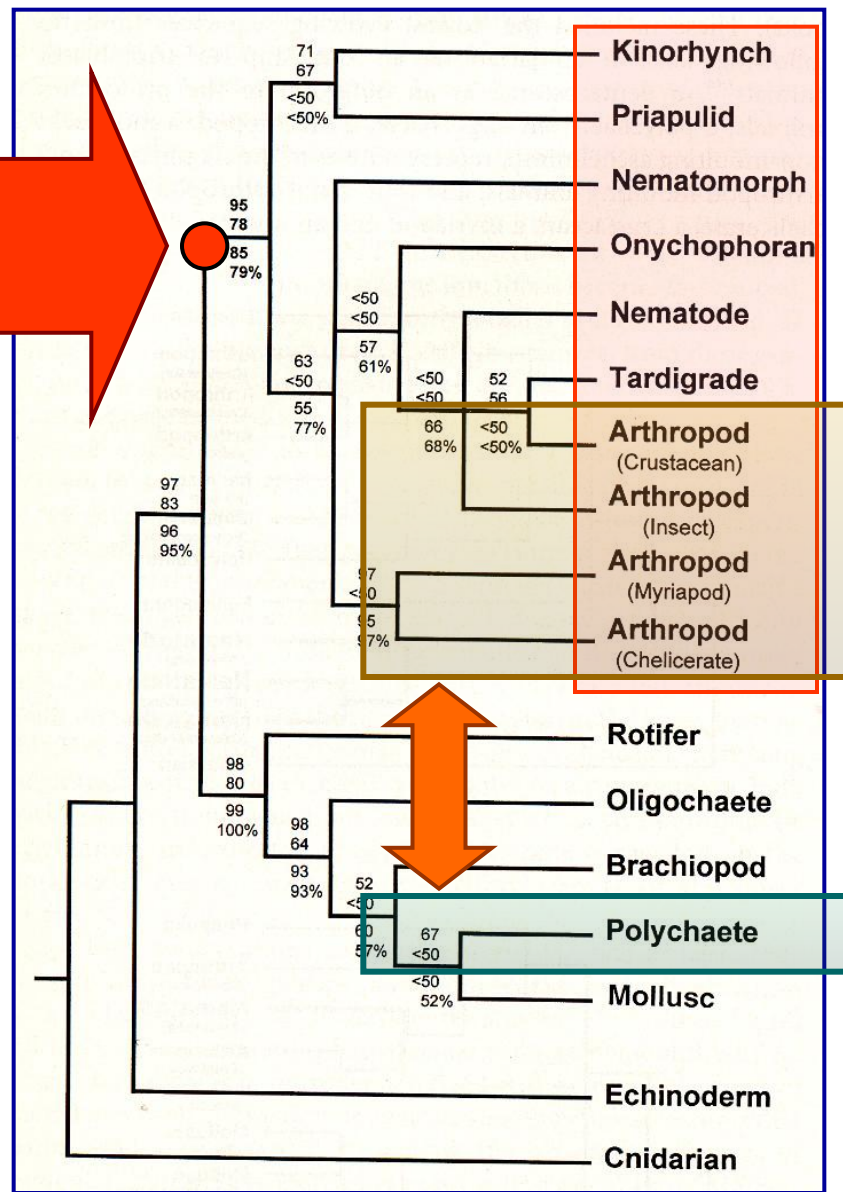
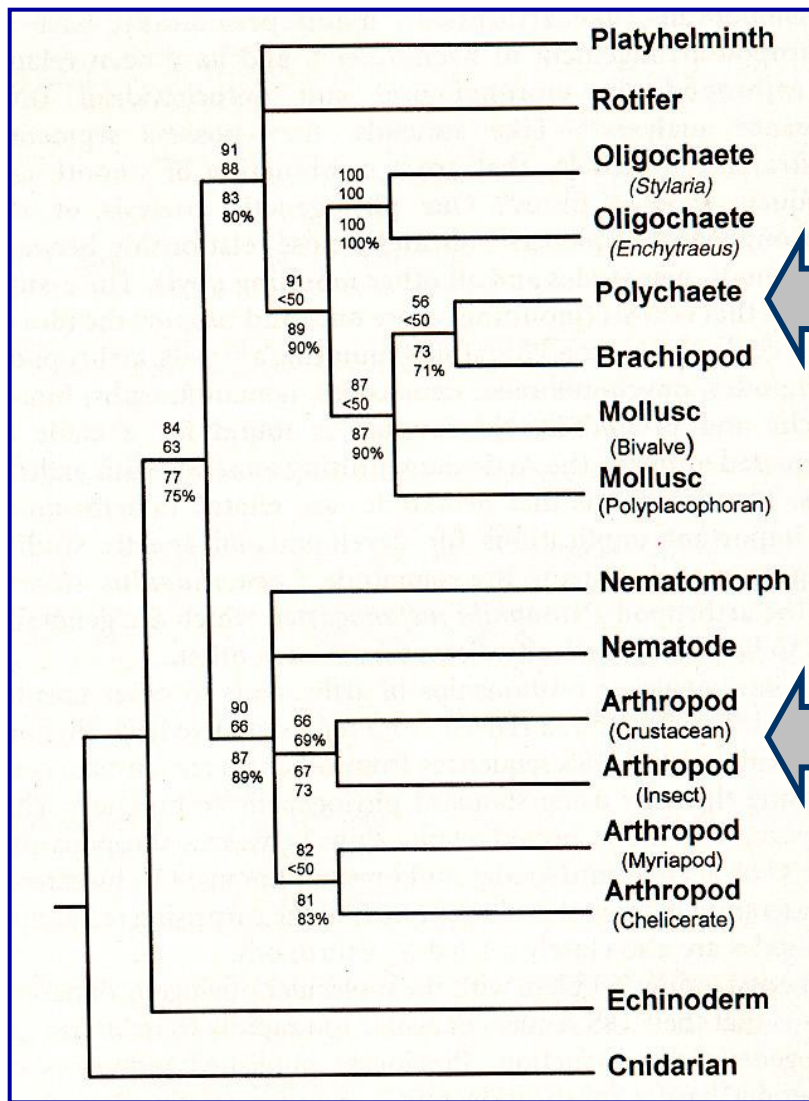


**Вилли Хенниг
(1913-1976)**

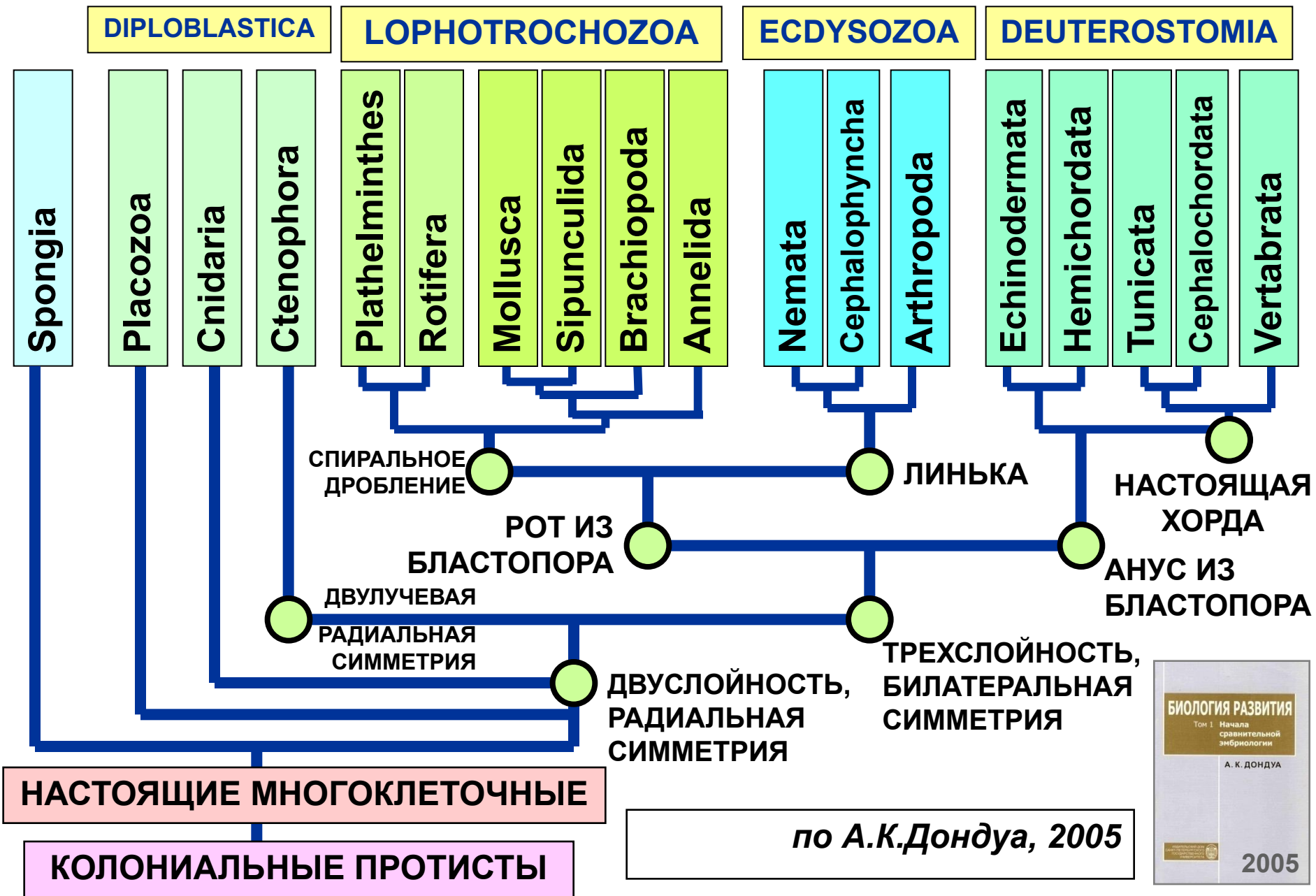
Эволюционное древо эвкариот, построенное на основе анализа 500 последовательностей нуклеотидов малой субъединицы р-РНК



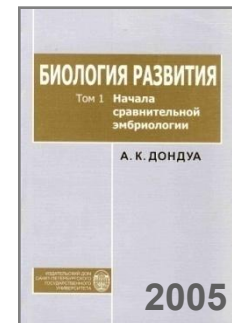
Gene 18S r-RNA Cluster Hox-genus



СОВРЕМЕННАЯ СХЕМА ФИЛОГЕНИИ METAZOА



по А.К.Дондуа, 2005



Значение изучения полиморфизма

Полиморфизм - важный критерий индикации условий обитания и состояния популяции. Различают изменчивость, связанную с различной нормой реакции и находящуюся в пределах нормы реакции генотипа. Последняя может быть разделена на средовую изменчивость и случайную изменчивость развития (которая не может быть прямо сведена ни к генотипическим, ни к средовым различиям).

Случаи *гомологий* с проявлениями *полиморфизма*
(Захаров, 1987):

Гомономия - органы, или части расположены по поперечной оси или радиально

Гомодинамия - органы, расположены вдоль продольной оси тела

Гомотипия (от гомо... и греч. τύπος — отпечаток), сходство в строении органов, симметрично расположенных по бокам тела (билатерально).

Гомотипичные органы - **антимеры**

Гомотипия – наиболее удобный феномен для изучения **асимметрии**, как количественного показателя степени полиморфизма

Концепции гомологии

Операциональная концепция гомологии: развивается школой нумерической таксономии (фенетики в западном понимании), основанной Robert Sokal. Какое-либо теоретизирование об источниках и происхождении гомологии не предусмотрено. Основная задача – сравнение операциональных таксономических единиц (operational taxonomic units) по сравнимому набору максимально допустимого числа признаков и на этой основе выявлять степень сходства таксонов между собой. Основная проблема – отсутствие стабильности результатов такого классифицирования.

Трансформационная (типологическая) концепция гомологии: восходит к Оуэновскому пониманию гомологии через «архетип»: гомология – один и тот же орган у разных организмов при любых изменениях формы и функции. Проблема – в определении архетипа.

Традиционная (историческая) концепция гомологии: общепринятая, представлена в энциклопедиях и словарях: гомология – сходство, вызванное общим происхождением (унаследованное от общих предков). Аналогия – независимо приобретённое сходство.

Филогенетическая, таксическая, или кладистическая концепция гомологии: опирается на идеи Вилли Хеннига – признак это не часть, а свойство

Информационная концепция гомологии: исходит из взглядов Л.М. Ван Валена – «... гомология – это соответствие, порождаемое непрерывностью (длительностью) информации»

Развитийная концепция гомологии: общность траектории развития.

Биологическая концепция гомологии: Гюнтер Вагнер (1989) давая определение гомологии, полагал, что структуры можно считать гомологичными, если они возникают как результат сходного набора развитийных ограничений

Концепция гомологии в широком смысле:

Эпигенетическая концепция гомологии:

Структуралистская концепция гомологии:

Морфометрический подход к гомологии:



Людвиг фон Берталанфи (1901-1972)

7 Австрийский методолог науки, один из основоположников «общей теории систем» (ОТС) и «теории открытых систем». В 20-30-х гг. создал концепцию «организмизма», основу которой составляет представление о том, что живой организм – не конгломерат отдельных элементов, а определенная система, обладающая организованностью и целостностью. Причем эта система находится в постоянном изменении – «организм напоминает, скорее пламя, чем кристалл или атом».

Основные задачи ОТС:

- формулирование общих принципов и законов систем независимо от их специального вида, природы составляющих их элементов и отношений между ними;
- Установление путем анализа биологических, социальных и бихевиоральных объектов как систем особого типа точных и строгих законов в нефизических областях знания;
- Создание основы для синтеза современного научного знания в результате выявления изоморфизма законов, относящихся к различным сферам реальности.

«четыре основных направления теории систем: кибернетика, теория игр, теория принятия решений и теория связи»
(Уоддингтон, 1970: На пути к теоретической биологии. 1. Прологомены)

Формальные свойства систем:

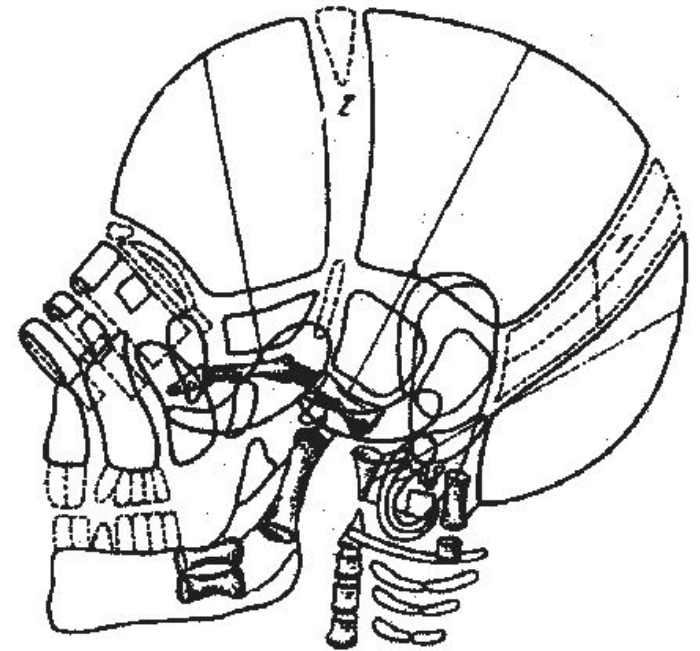
Целостность, суммативность, механизация, централизация, иерархическая организация системы

альтернативные концепции: *тектология* (Богданов А.А., 1913-1917), *праксеология* (Т.Котарбиньский, 1886-1981), *кибернетика* (Н.Винер), *синергетика*, *теории самоорганизации*, *катастроф и хаоса* (Хакен, Эйген, Колмогоров, Моисеев, Пригожин и др.), концепции Биосферы и Ноосферы (Вернадский В.И., Леруа, Т. де Шарден, Сукачев В.Н. и др.)

Александр Александрович Богданов



Дата рождения: 10 (22) августа 1873^[1]
 Место рождения: Соколка, Гродненская губерния, Российская империя
 Дата смерти: 7 апреля 1928^{[2][3]} (54 года)
 Место смерти: Москва, РСФСР, СССР
 Страна:  Российская империя
 СССР
 Научная сфера: медицина, экономика, философия
 Альма-матер: Харьковский университет (1899)



«Позвоночная теория черепа» (по К.Карусу, 1841)