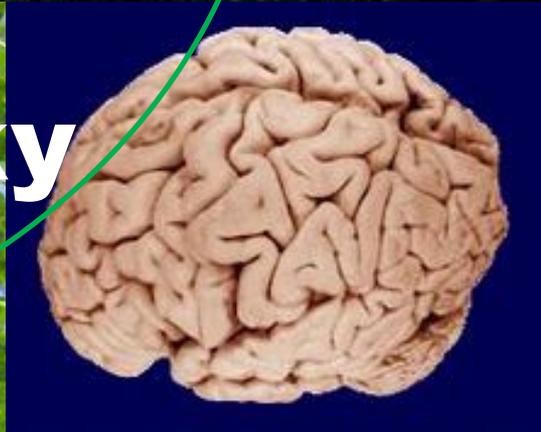
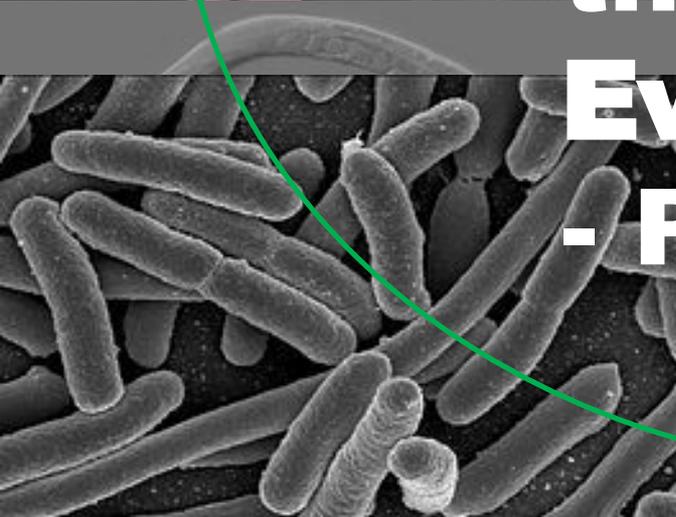


**Nothing in
Biology Makes
Sense Except in
the Light of
Evolution**



- P. Dobzhansky

Номенклатура вида

Amanita muscaria (L.) Hook., 1797



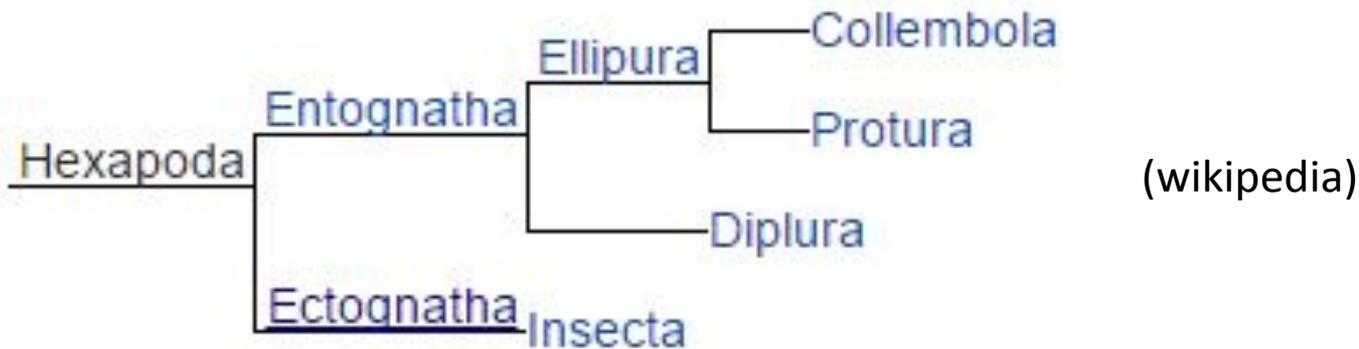
(wikipedia)

Amanita sp.

Amanita spp.

СМЫСЛ

- **Insecta sensu lato (s. l.) = Hexapoda** (в широком смысле)
- **Insecta sensu stricto (s.s.; s. str.) = Ectognatha** (в узком смысле)



Основные таксономические единицы

- Домен - domain
- Царство - *regnum*
- Тип (Отдел) – *phylum (divisio)*
- Класс - *classis*
- Отряд (Порядок) - *ordo*
- Семейство - *familia*
- Род - *genus*
- Вид - *species*

Номенклатурные Кодексы

кодекс	Область действия
International Code of Nomenclature of algae, fungi, and plants [раньше - <i>Международный кодекс ботанической номенклатуры</i> , МКБН]	Высшие астения, водоросли (inc. цианобактерий), грибы (inc. оомицетов, хитридиомицетов, миксомицетов)
International Code of Zoological Nomenclature (МКЗН)	Животные и не водорослевые и грибоподобные протисты
International Code of Nomenclature of Bacteria	Бактерии (inc. actinobacteria)
International Code of Virus Classification and Nomenclature	вирусы
International code of nomenclature for cultivated plants	Сорта растений

Альтернатива - «**Филокодекс**» (**The PhyloCode**) (Cantino, Queiroz, 2003, цит. по Павлинову, 2005)

Кладистика

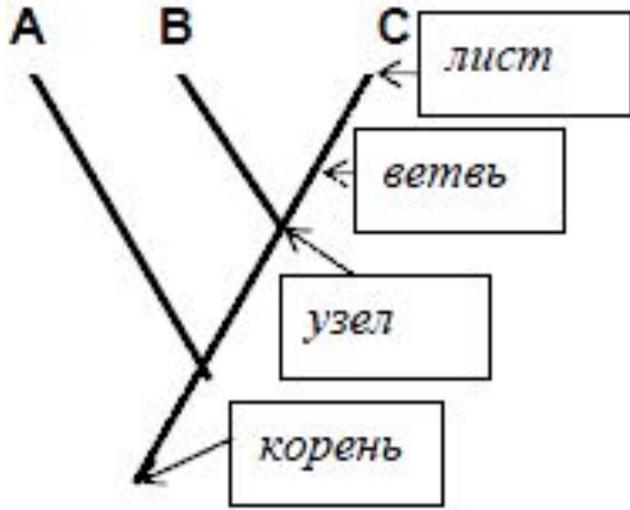
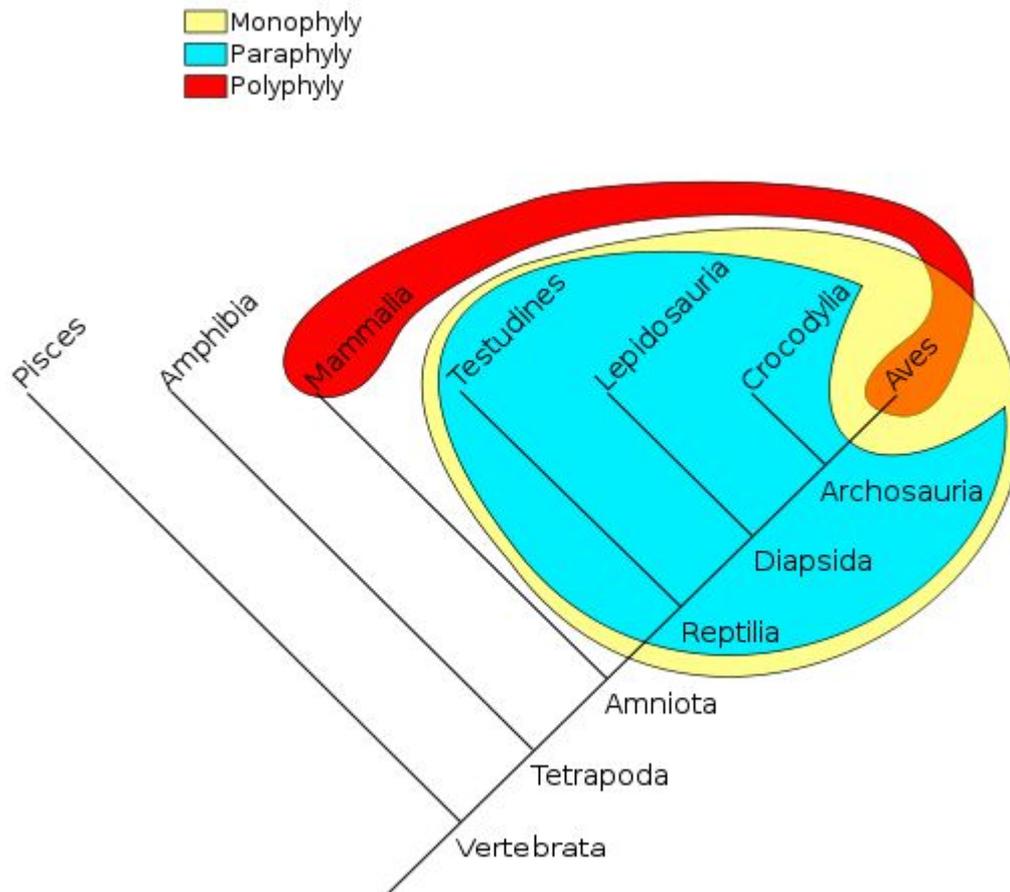


Рисунок 1. Структура дерева

(Бизяев, 2017)

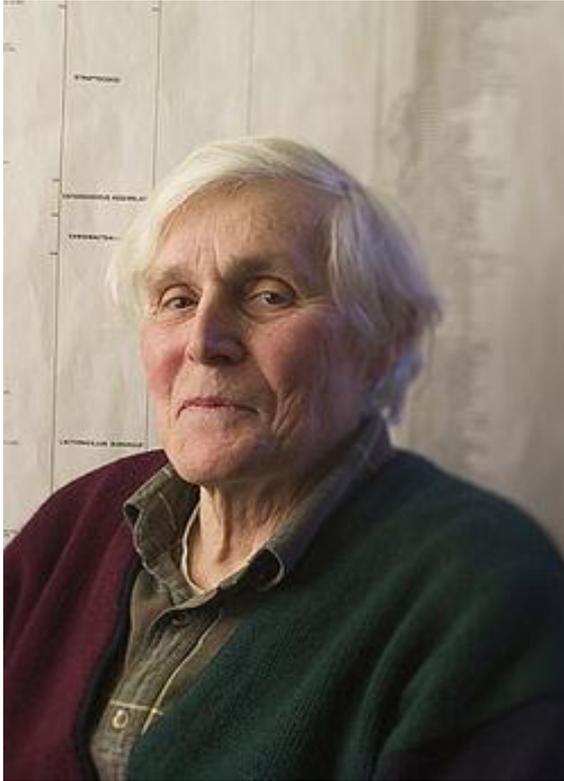
- **принцип синапоморфий:** организмы группируются только на основе родства и только по истинным синапоморфиям. В кладистике могут существовать лишь монофилетические группы.
- **принцип экономии (парсимонии):** Наиболее вероятным эволюционным сценарием предполагается тот, который допускает наименьшее число эволюционных событий
- **принцип сестринских групп:** Сестринские группы равнозначны. В кладистике не существует отношений «предок-потомок» между реальными объектами.



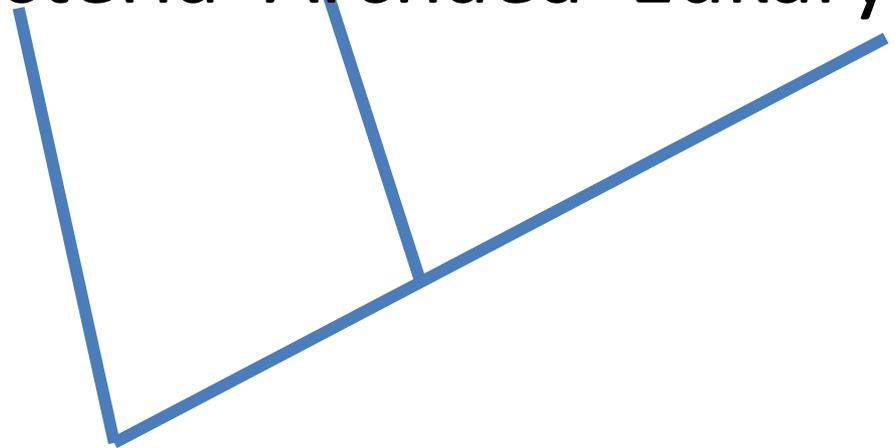
[https://ru.wikipedia.org/wiki/Парафилия_\(биологическая_система_тика\)#/media/File:Phylogenetic-Groups.svg](https://ru.wikipedia.org/wiki/Парафилия_(биологическая_система_тика)#/media/File:Phylogenetic-Groups.svg)

Три домена жизни

16S рРНК



Bacteria Archaea Eukaryota



Карл Вёзе

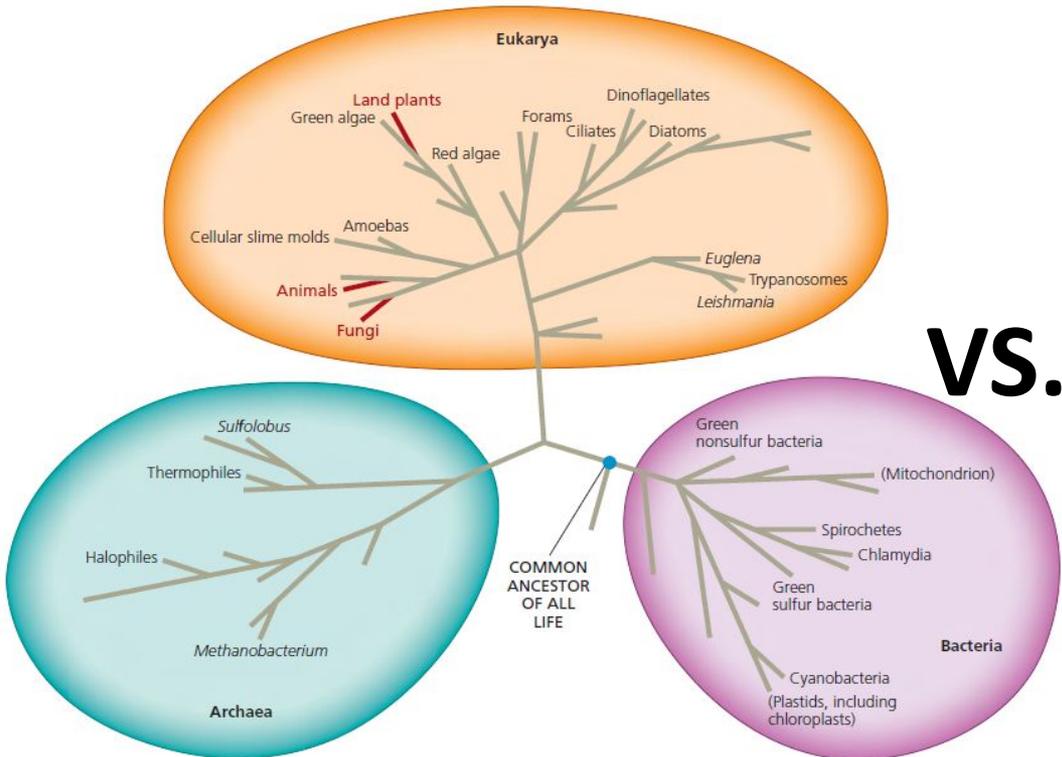
(wikipedia)

Таблица 4. Признаки доменов

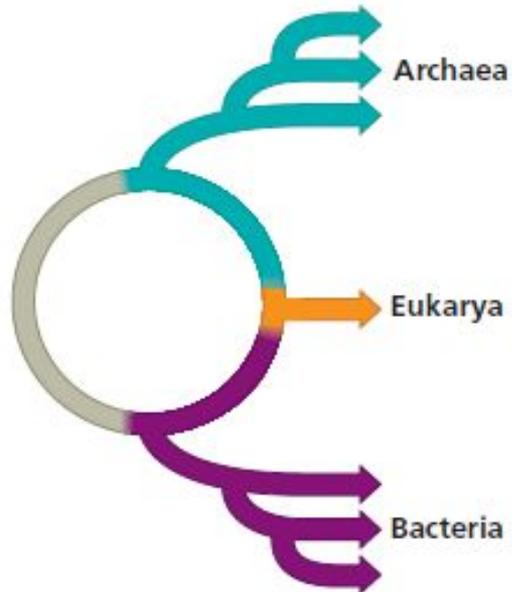
Признак	Bacteria	Archaea	Eukaryota
оформленное ядро	-		+
наличие автономных эндосимбиотических органелл	-		+
высокая компартментизация клетки	-		+
жгутик	флагелла ¹⁸		аксонема
строение мембраны	бислой, сложные эфиры глицерола и жирной кислоты	монослой или бислой, простые эфиры глицерола и фитанола	бислой, сложные эфиры глицерола и жирной кислоты
наличие гистонов	-	¹⁹ +	+

сопряжение транскрипции и трансляции	+		-
наличие интронов и сплайсинга	-	+	
коэффициент седиментации (осаждения) рибосом (большая + малая = целая)	50s+30s=70s		60s+40s=80s
коэффициент седиментации (осаждения) рРНК	5s; 16s; 23s		5s; 5,85s; 18s; 28s
количество РНК-полимераз	1	3	
начало синтеза белка с N-формилметионина	+	-	
возможность митоза и мейоза	-		+
наличие мурейна	+	-	
фиксация атмосферного N ₂	+		-
есть хемолитоавтотрофы	+		-
есть метаногены	-	+	-

(по Бизяеву, 2017)



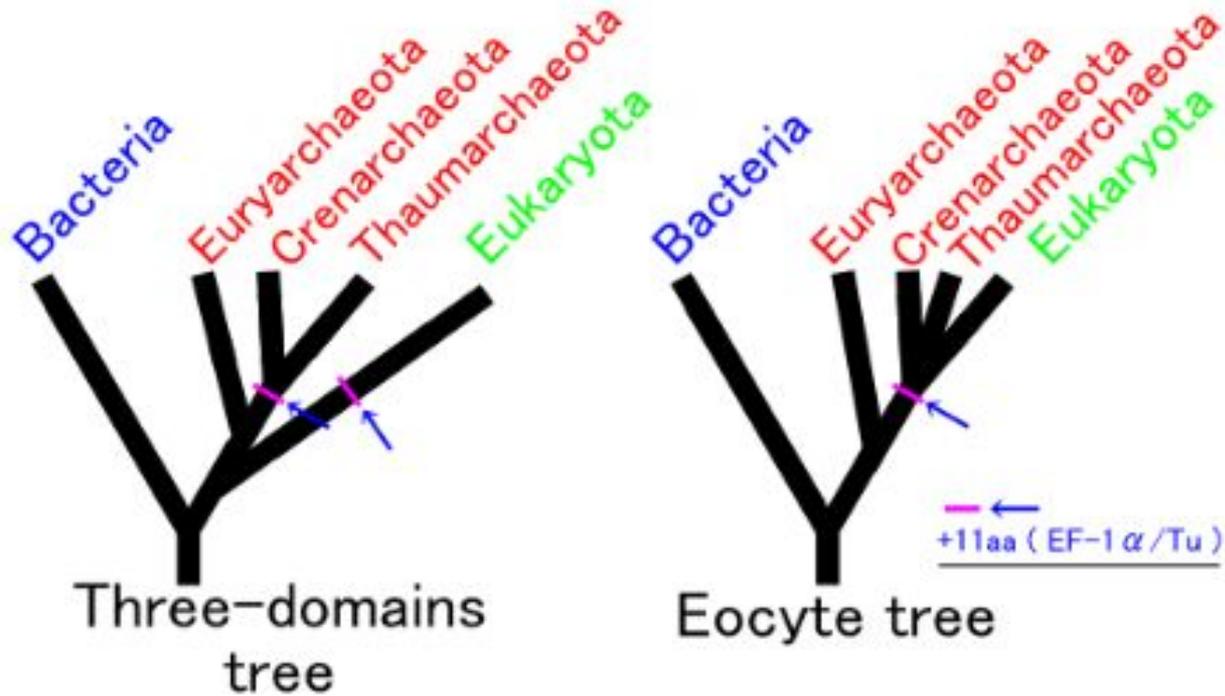
VS.



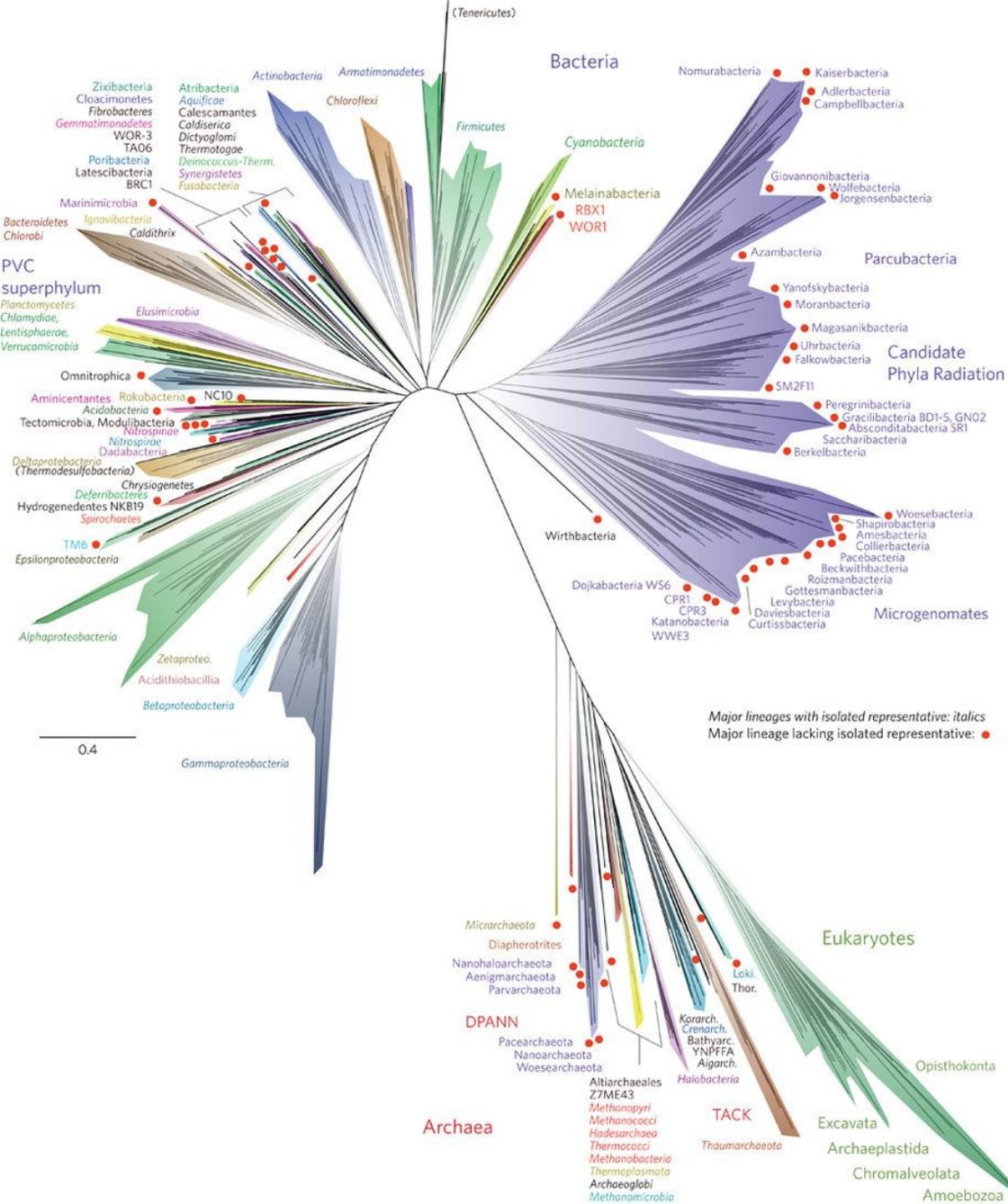
▲ **Figure 26.23 A ring of life.** In this hypothesis, the eukaryote lineage (orange) arose when an early archaean (teal) fused with an early bacterium (purple). Such an event is consistent with a “ring of life” but not with a tree of life. Three great domains (Archaea, Eukarya, and Bacteria) emerged from the ring and gave rise to the tremendous diversity of life we observe today.

(Campbell, 2009)

Двухдоменное древо



(wikipedia)

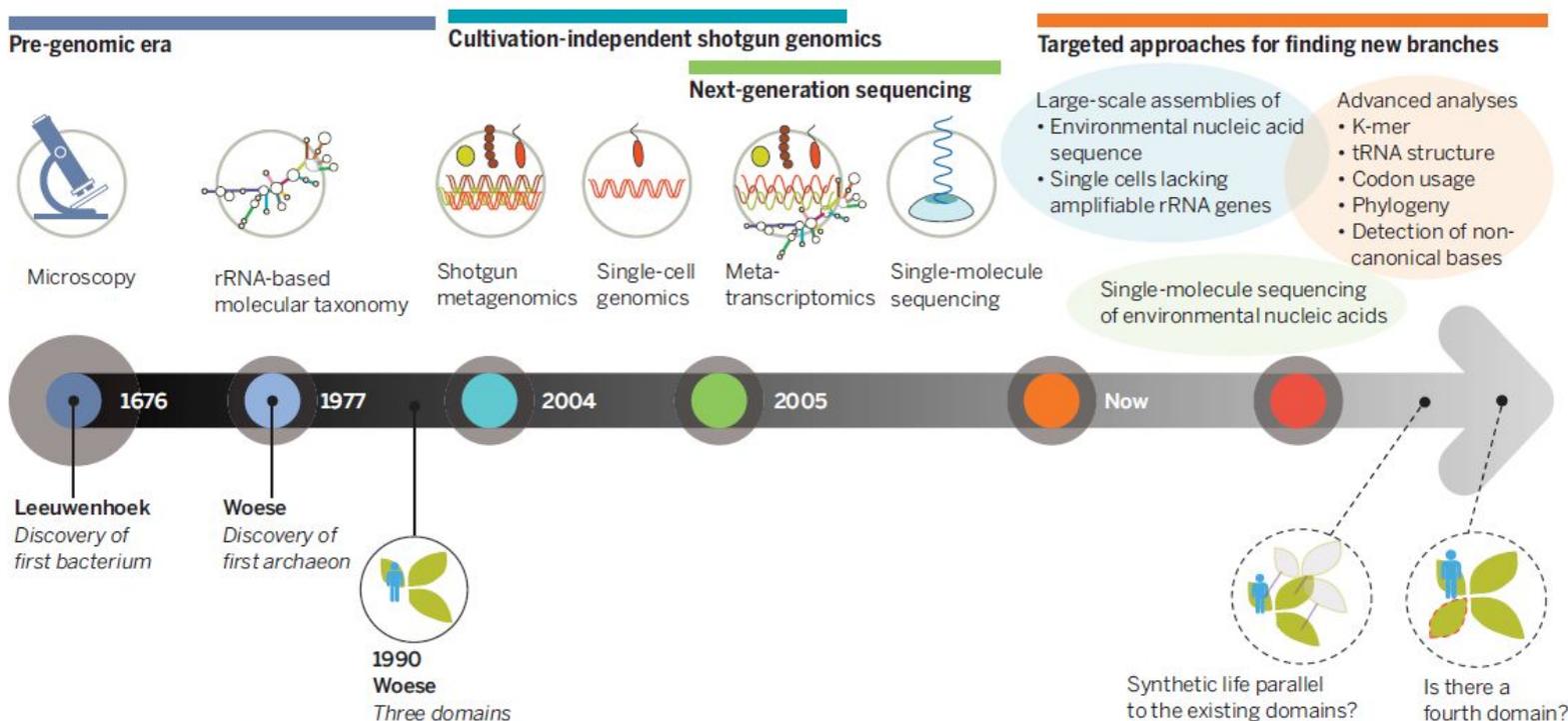


Одно из последних доменных древ

Hug, L. A., Baker, B. J., Anantharaman, K., Brown, C. T., Probst, A. J., Castelle, C. J., ... & Suzuki, Y. (2016). A new view of the tree of life. *Nature Microbiology*, 1, 16048.

Не открытые еще формы жизни?

- «Универсальные» маркеры могут быть не универсальными (праймеры к 16s РНК)
- далеко не для всех ниш проведен метагеномный анализ
- ограниченность метегеномного анализа «классическими» нуклеотидами
- клеточные предки вирусов – четвертый домен?
(Мини-вирусы и др.)



Woyke T., Rubin E. M. Searching for new branches on the tree of life //Science. – 2014. – Т. 346. – №. 6210. – С. 698-699.

The search for new major branches on the tree of life. Cultivation-independent methods, novel sequencing technologies, and analytical approaches can be directed toward the detection of life outside currently established domains.

Важнейшие особенности прокариот

- Горизонтальный перенос генов (ГПГ)
- Отсутствие системы компартментов
- Сопряжение транскрипции и трансляции
- Опероны
- Кольцевая хромосома + плазмиды

Группу прокариоты следует понимать не как систематическую группу, а как форму жизни с особым режимом эволюции в виде преобладающего ГПГ, создающего хорошо перемешанный резервуар генов и связанных с этим особенностями организации генома. (по Кунину, 2014, с изм.)

Зачем нужен ГПГ?

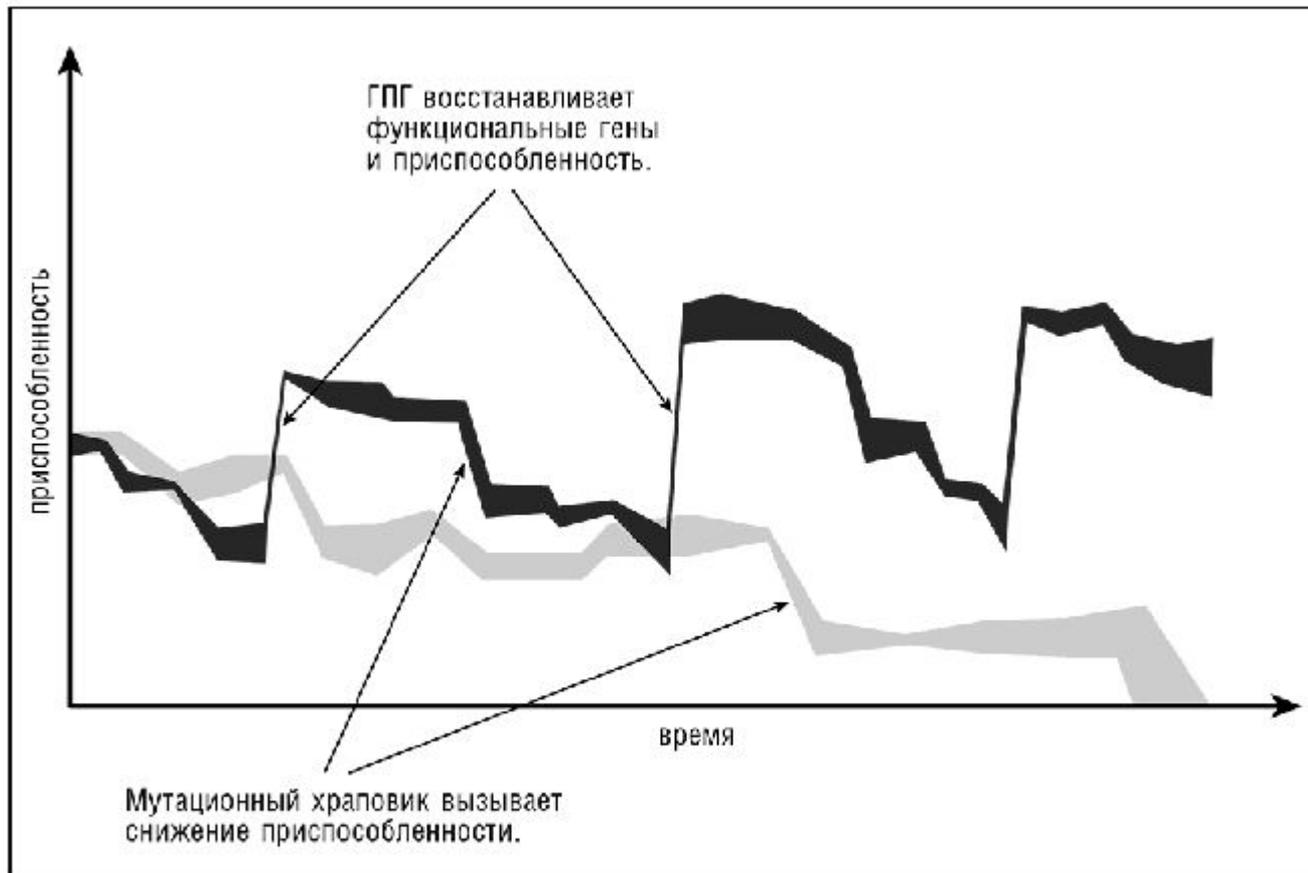
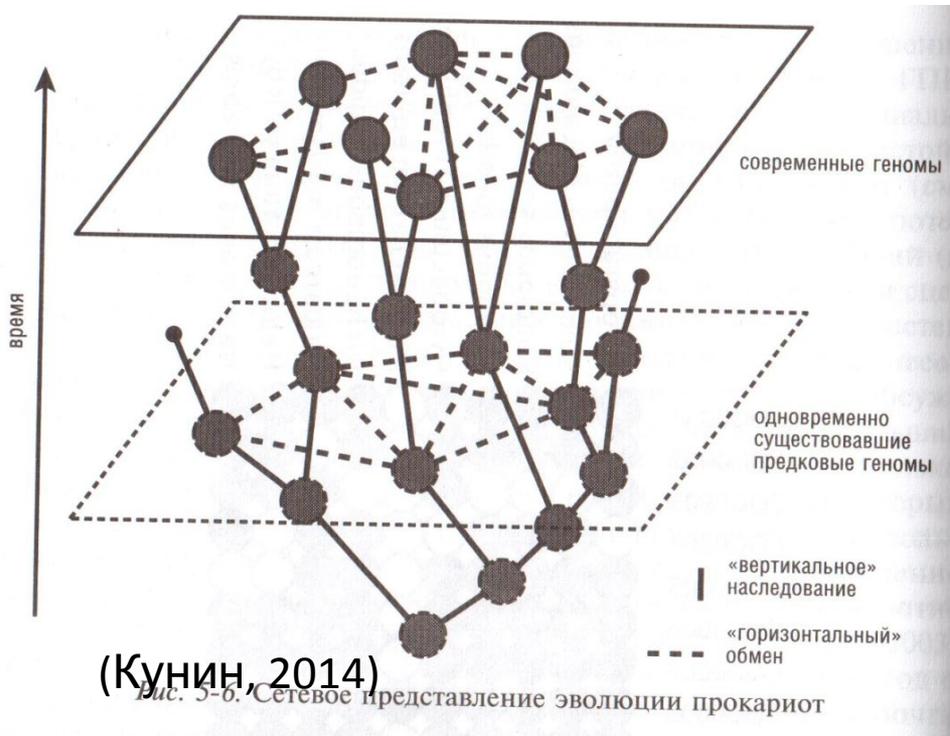


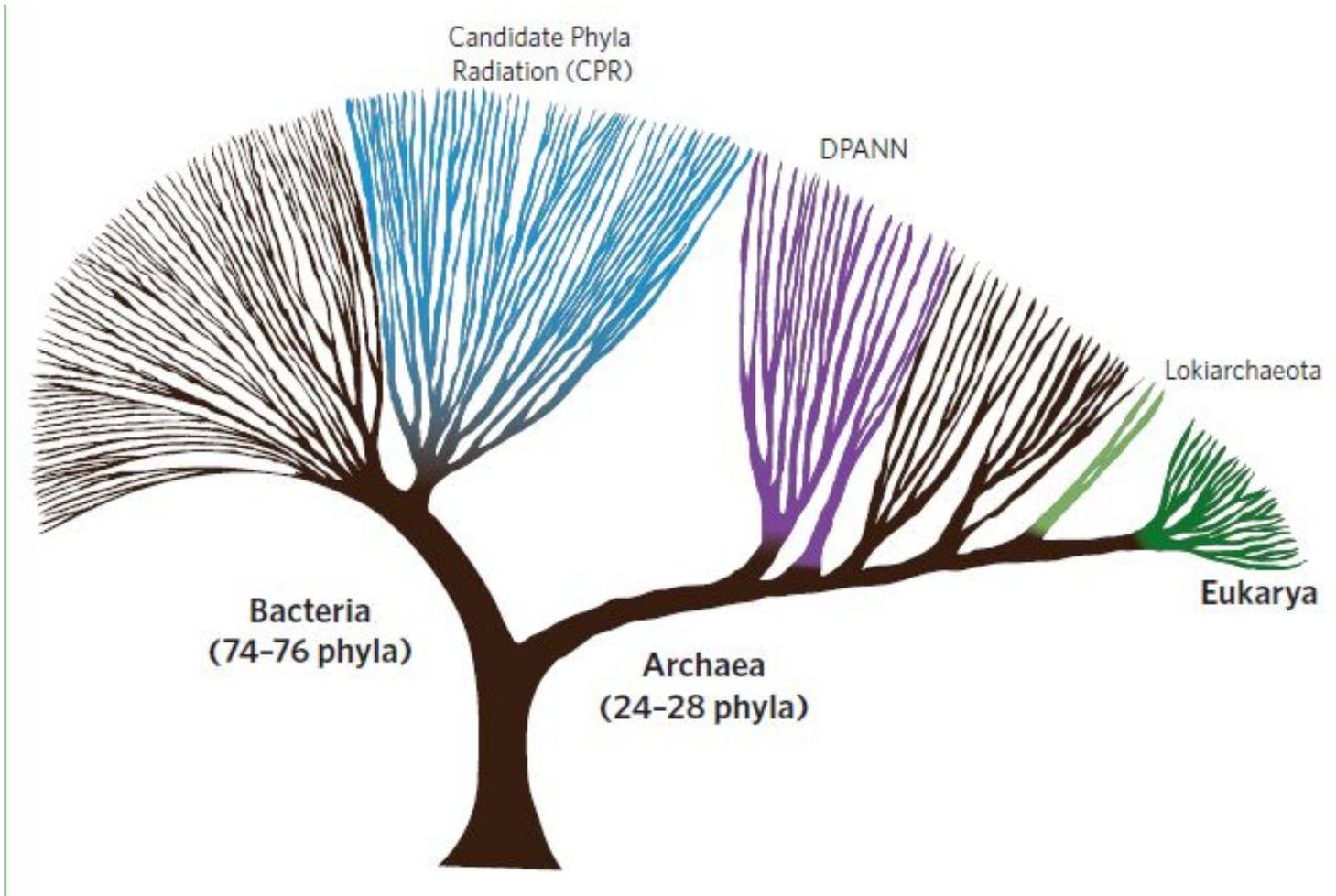
Рис. 5–7. Неизбежность ГПГ: судьба бесполой популяции в случае изоляции и при наличии ГПГ.

(Кунин, 2014)

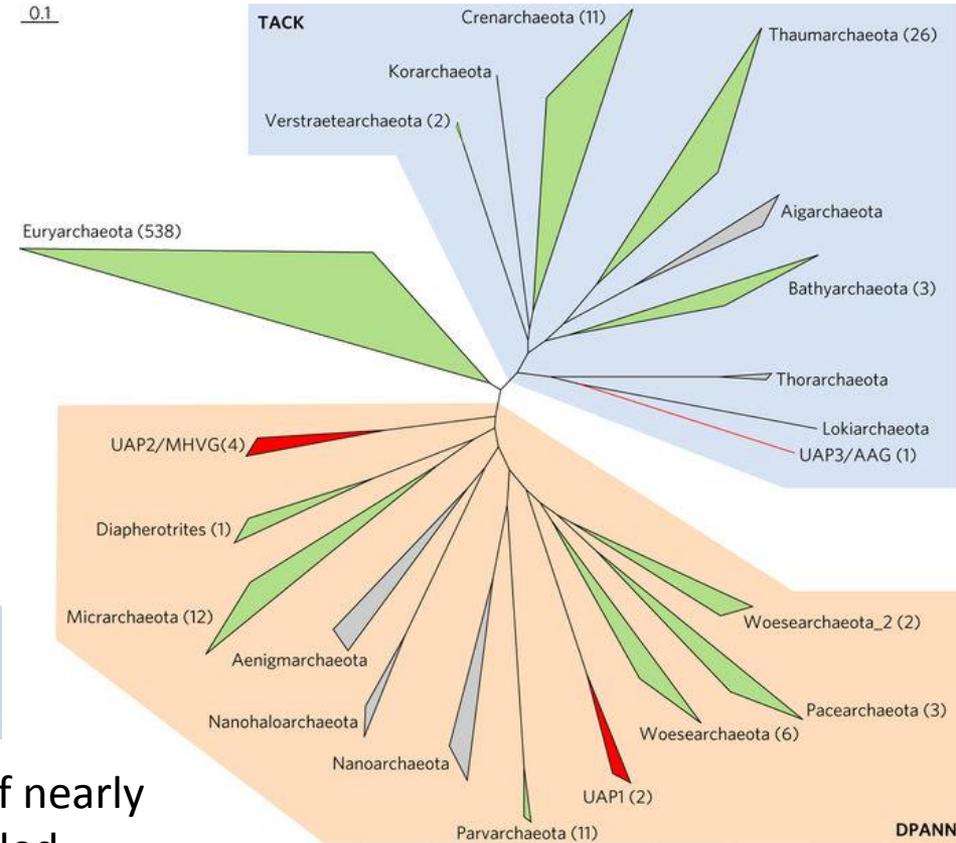
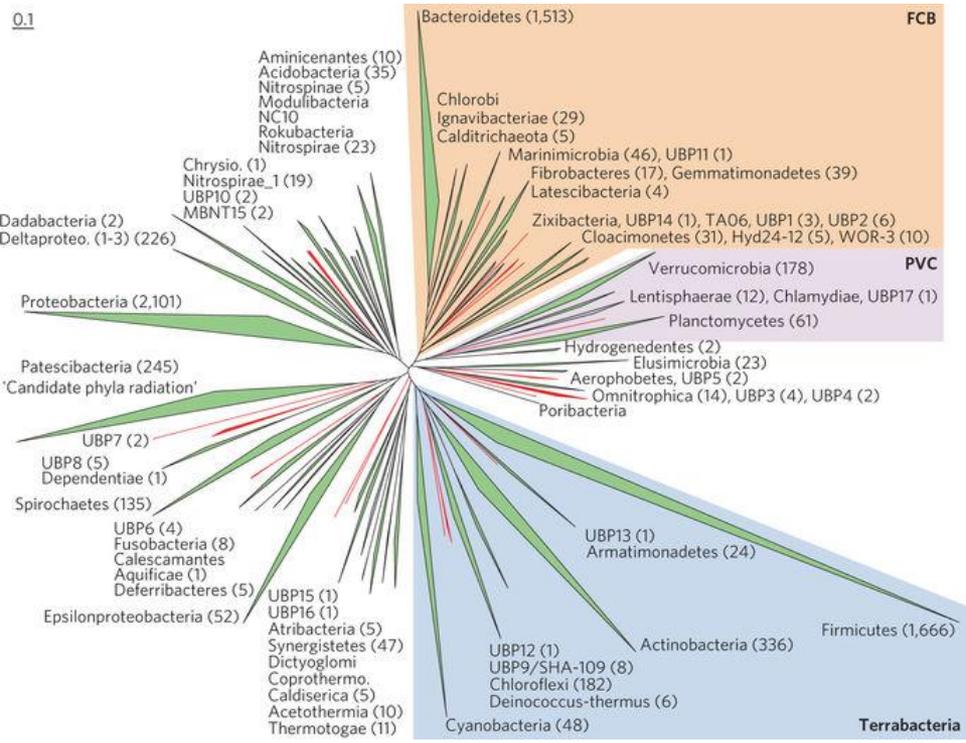
Дерево у прокариот



Сетевые процессы доминируют количественно, но прослеживается специфическая тенденция к древовидной эволюции ядра Леса жизни (по Кунину, 2014)



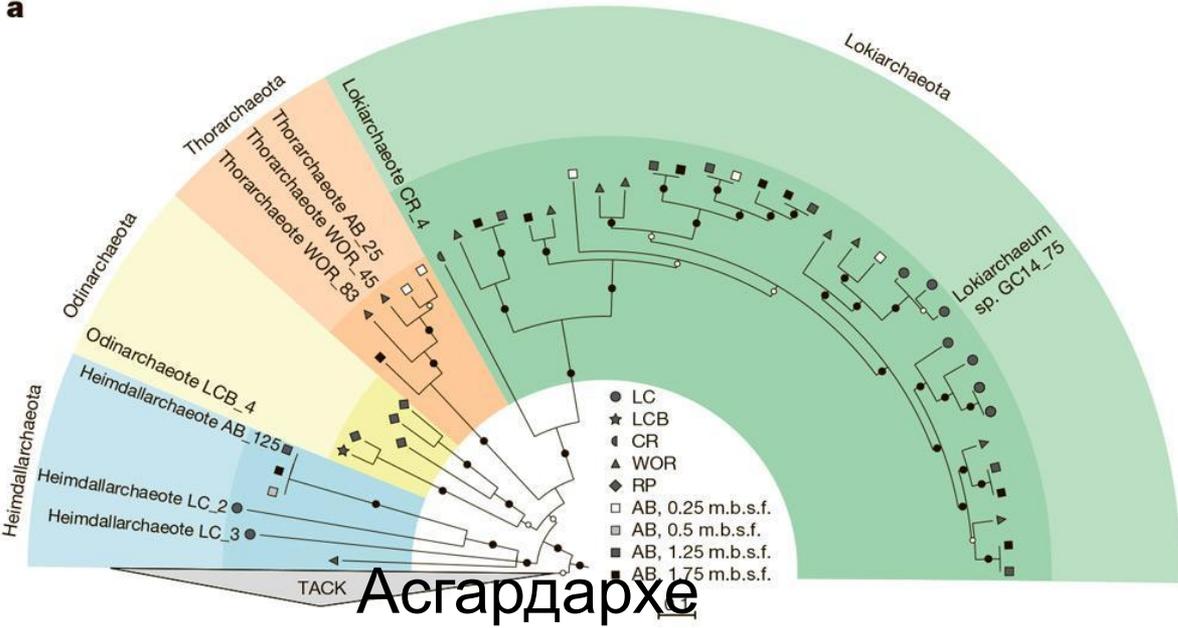
Spang A., Ettema T. J. G. Microbial diversity: The tree of life comes of age //Nature microbiology. – 2016. – T. 1. – C. 16056.



Parks D. H. et al. Recovery of nearly 8,000 metagenome-assembled genomes substantially expands the tree of life //Nature microbiology. – 2017.

Деревья бактерий и архей не устоялись

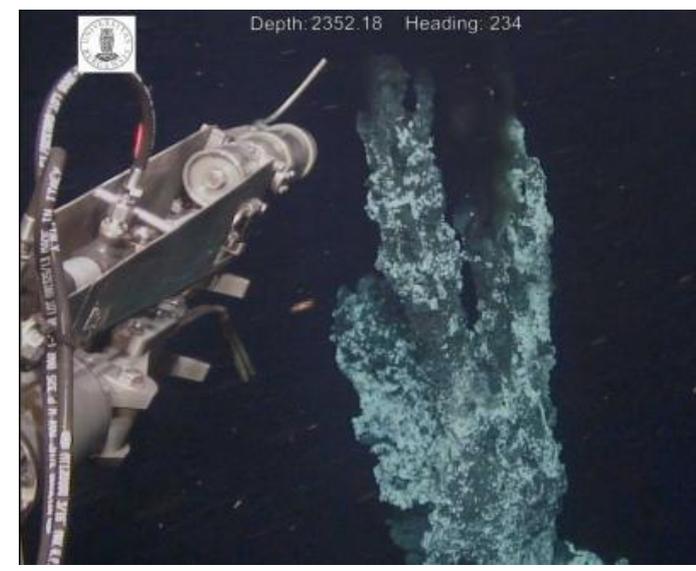
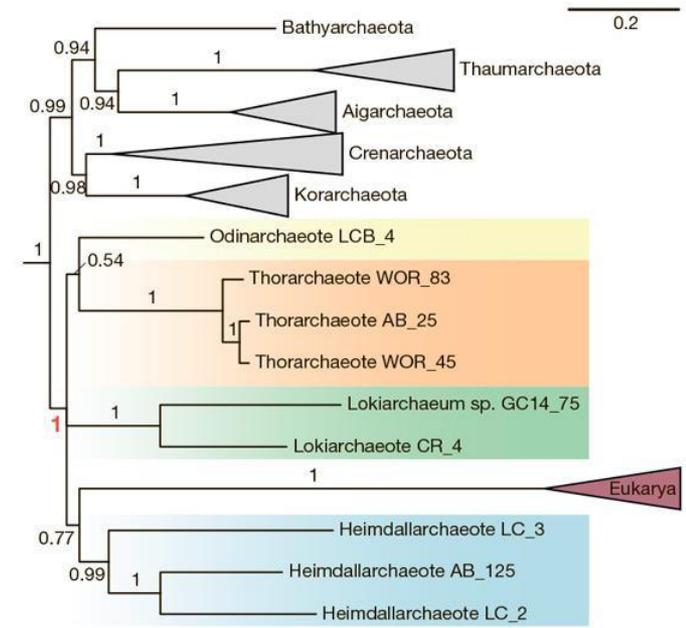
a



Асгардархе

- Никто не видел, все биоинформатика
- наличие многих «eukaryotic signature proteins» (ESP)
- гены везикулярной системы эукариот
- гены убиквитинирования
- гены гликозилирования
- тубулин
- распределение ESP по группам асгардархей мозаично

b



Loki's Castle

(<https://www.eurekalert.org/multimedia/pub/9252.php?from=118768>)

Важнейшие особенности эукариот

- **Наличие митохондрий**
- **Сложная цитоскелетная система**
- **Сложная внутриклеточная компартментизация: ядро, мембраны, система транспорта молекул**
- **Разделение транскрипции и трансляции**
- **Линейные хромосомы, хроматин, теломераза, множество интронов, сплайсинг**
- **Большие по объёму клетки (в 1000 раз)**
Жирным - уникальные черты эукариот.
- **Эндоцитоз**

- «...Однако, если очень хочется поиграть в сравнения, то можно сказать, что естественный отбор работает не как изобретатель или инженер. Он работает как дилетант – мастер на все руки, который не знает точно, что он собирается создать, и при этом использует всё, что подвернётся под руку...; короче, он действует как тот мастеровой, который использует все, что есть в его распоряжении, чтобы сделать хоть что-то, лишь бы работало» - **Jacob, 1977 (цит. по Кунину, 2014)**

Геном эукариот химерный

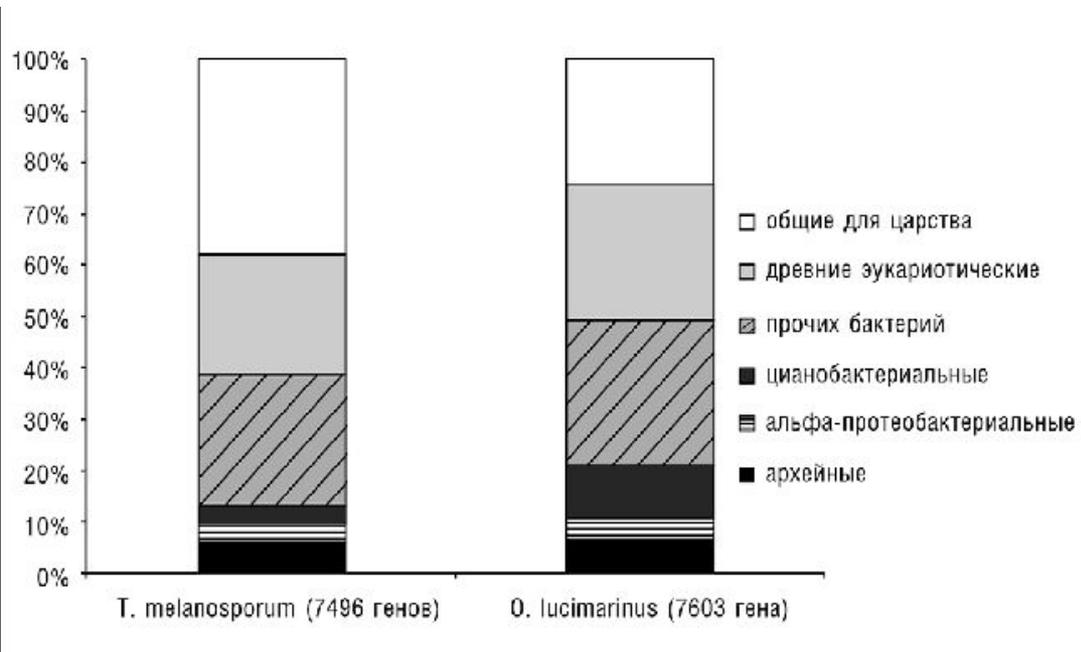


Рис. 7–4. Распределение генов двух дальнородственных эукариот, согласно их предполагаемому происхождению: архейные, бактериальные либо специфичные для эукариот. Последовательности всех кодируемых белков гриба *Tuber melanosporum* (черный трюфель) и зеленой водоросли *Ostreococcus lucimarinus* сравнивались с базой данных NCBI RefSeq программой BLASTP (Altschul et al., 1997), а предполагаемое филогенетическое родство для каждого белок-кодирующего гена определялось с использованием специально написанной программы. Стоит отметить похожие, относительно небольшие фракции генов очевидно альфа-протеобактериального происхождения и более крупную фракцию цианобактериальных генов у водоросли.

- **От архей:** Аппарат репликации, репарации ДНК, транскрипции, трансляции; рибосомы, протеасомы, убиквитинова система, экзосомы
- **От бактерий:** метаболические ферменты, системы клеточной смерти,
- **Смешанное:** хроматин, РНК-интерференция, ЭПР
- Точный бактериальный и архейный предок не указывается => пангеномы

(по Кунину, 2014)

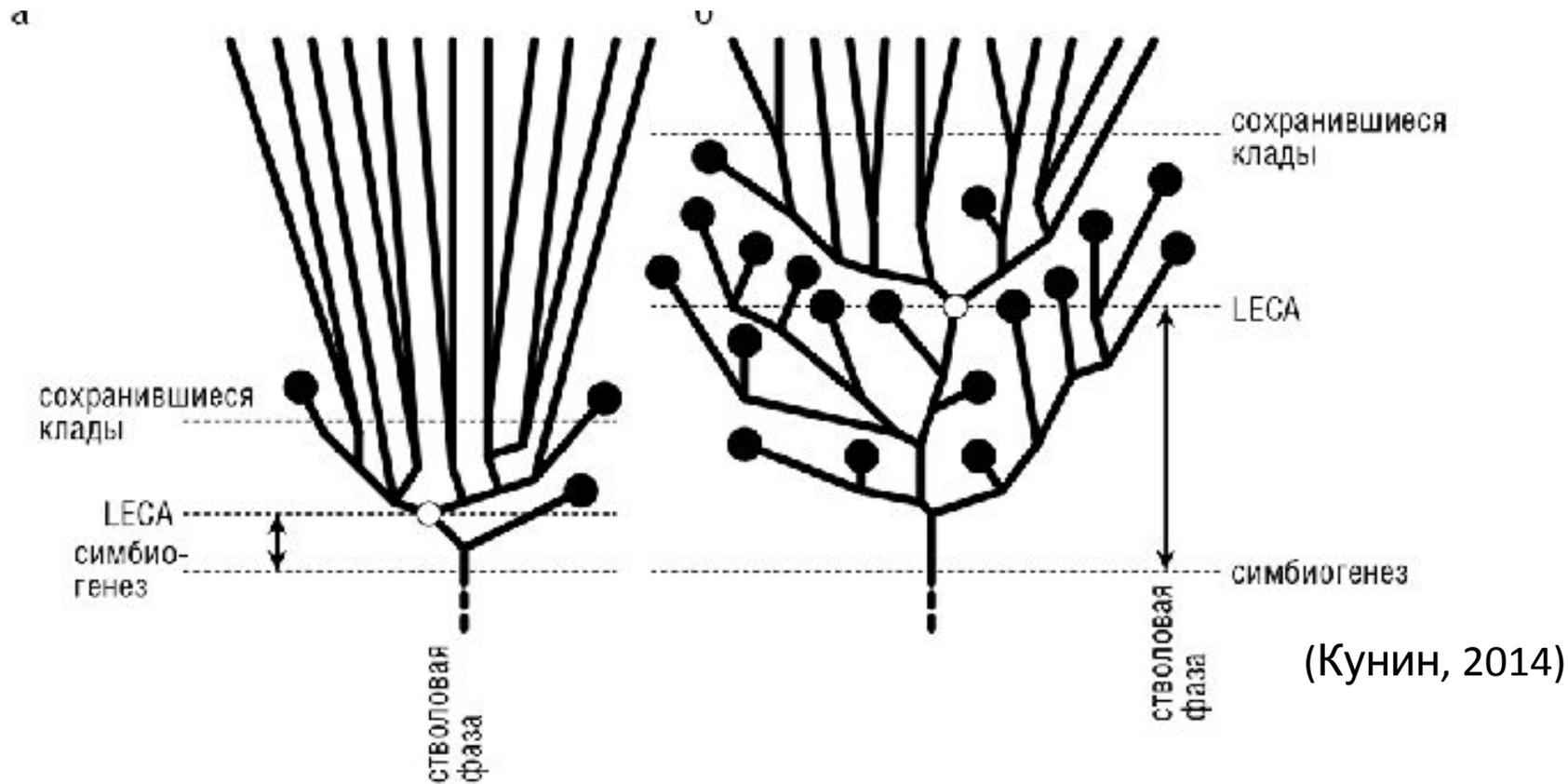


Рис. 7–3. Эволюция эукариот до и после LECA: а – сценарий «взрыва» с короткой стволовой фазой в эволюции; б – сценарий с продолжительной стволовой фазой ствола и значительным вымершим разнообразием, предшествовавшим LECA.

У всех изученных современных эукариот есть митохондрии или их «следы» (Кунин, 2014)

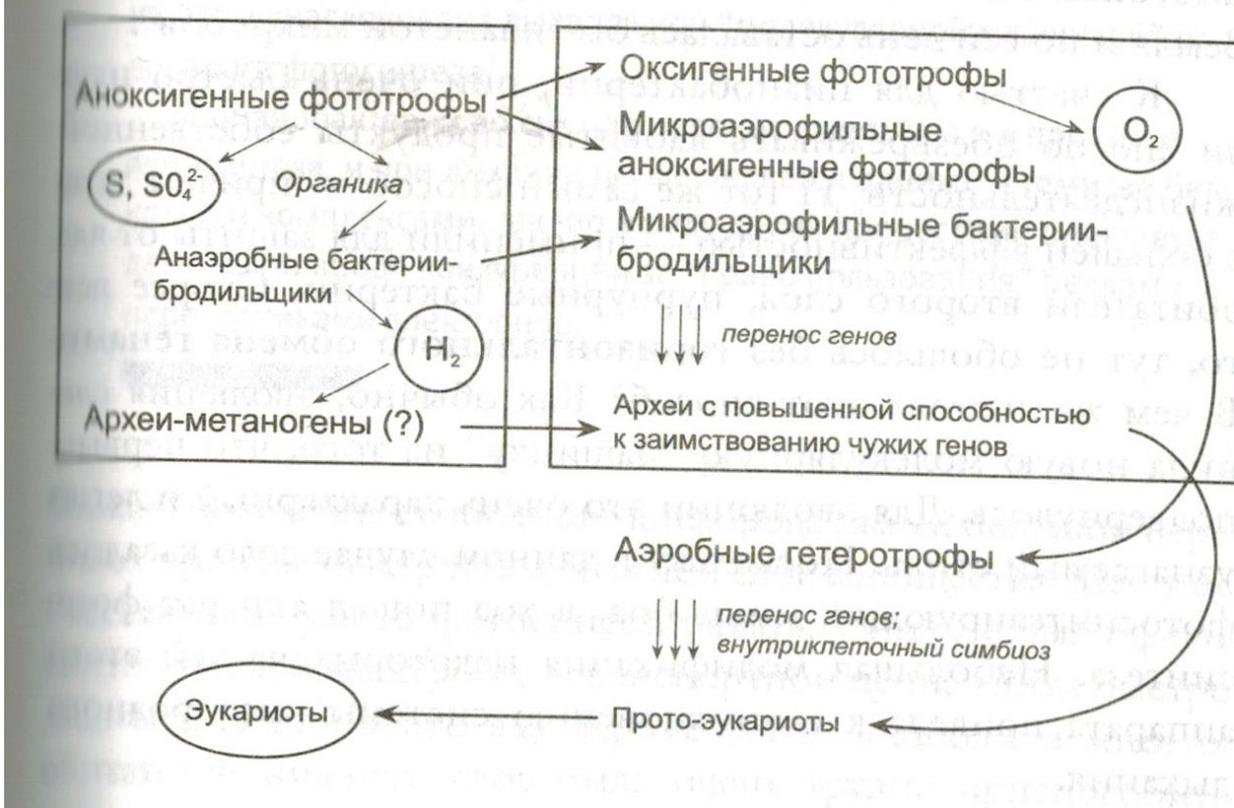
LECA

(по Кунину, 2014)

- **Last Eukaryote Common Ancestor**
- Обладавал митохондриями
- Имел все типичные эукариотам функциональные системы
- Геном не менее сложный, чем у современных свободноживущих одноклеточных эукариот; химерный

Бактериальные маты

“Предковое сообщество” эукариот и происхождение эукариотической клетки



(Марков, 2005)

Что дали митохондрии?

- Интеграция метаболизма
- **Водородная гипотеза (Martin and Müller, 1998, цит. По Кунину, 2014):** метаболизм архейного хозяина был основан на утилизации молекулярного водорода, который был побочным продуктом анаэробного гетеротрофного симбионта. Аэробное дыхание – дополнительное преимущество эндосимбиоза

Схема эукариотизации по Кунину, 2014



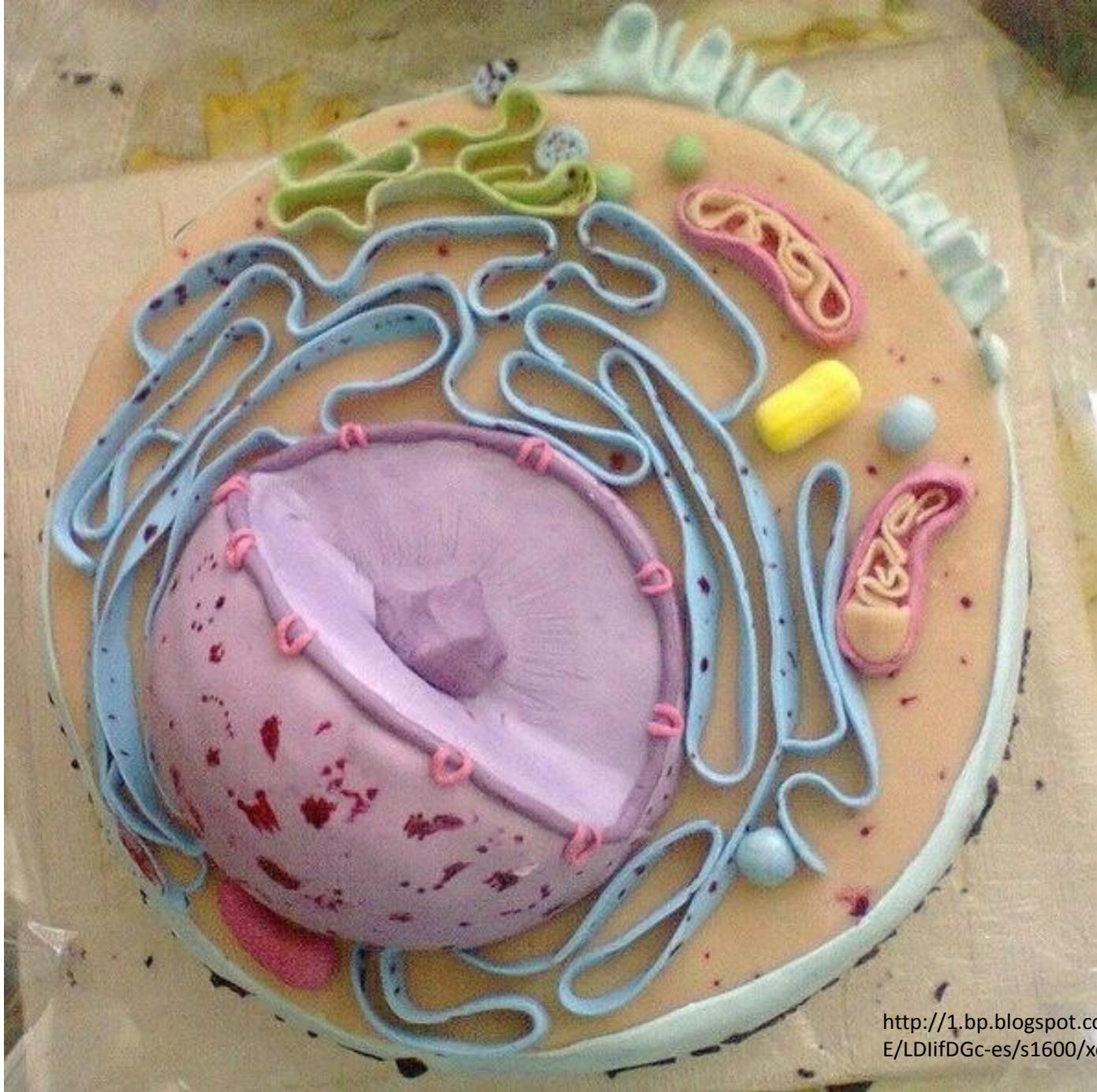
Рис. 7–6. Возникновение эукариотической клеточной организации как многоуровневой системы защиты против инвазии интронов: гипотетическая единая причинно-следственная цепь. По Koopin, 2006.



Рис. 2.13. Эволюция эукариотной клетки. Возможный сценарий превращения прокариотной клетки в эукариотную:

А — гипотетический предковый прокариотный организм; *Б* — увеличение размеров клетки и возникновение внутренних мембран (эндомембран). Мембраны ядерной оболочки и система внутренних мембран, по-видимому, сформировались из нескольких мезосомоподобных впячиваний клеточной мембраны. Благодаря системе эндомембран значительно увеличивается площадь поверхности, на которой с помощью рибосом осуществляется синтез белков; *В* — возникновение цитоскелета (актиновых микрофиламентов, микротрубочек) и «молекулярных моторов», что сделало возможным приобретение клетками жгутикового (ресничного) и амебоидного способов движения и способности к фагоцитозу. Приобретение митохондрий в результате фагоцитирования аэробных прокариотных организмов и хлоропластов, предшественниками которых были фотосинтезирующие прокариоты; *Г* — эукариотная клетка

(Рупперт, 2008)

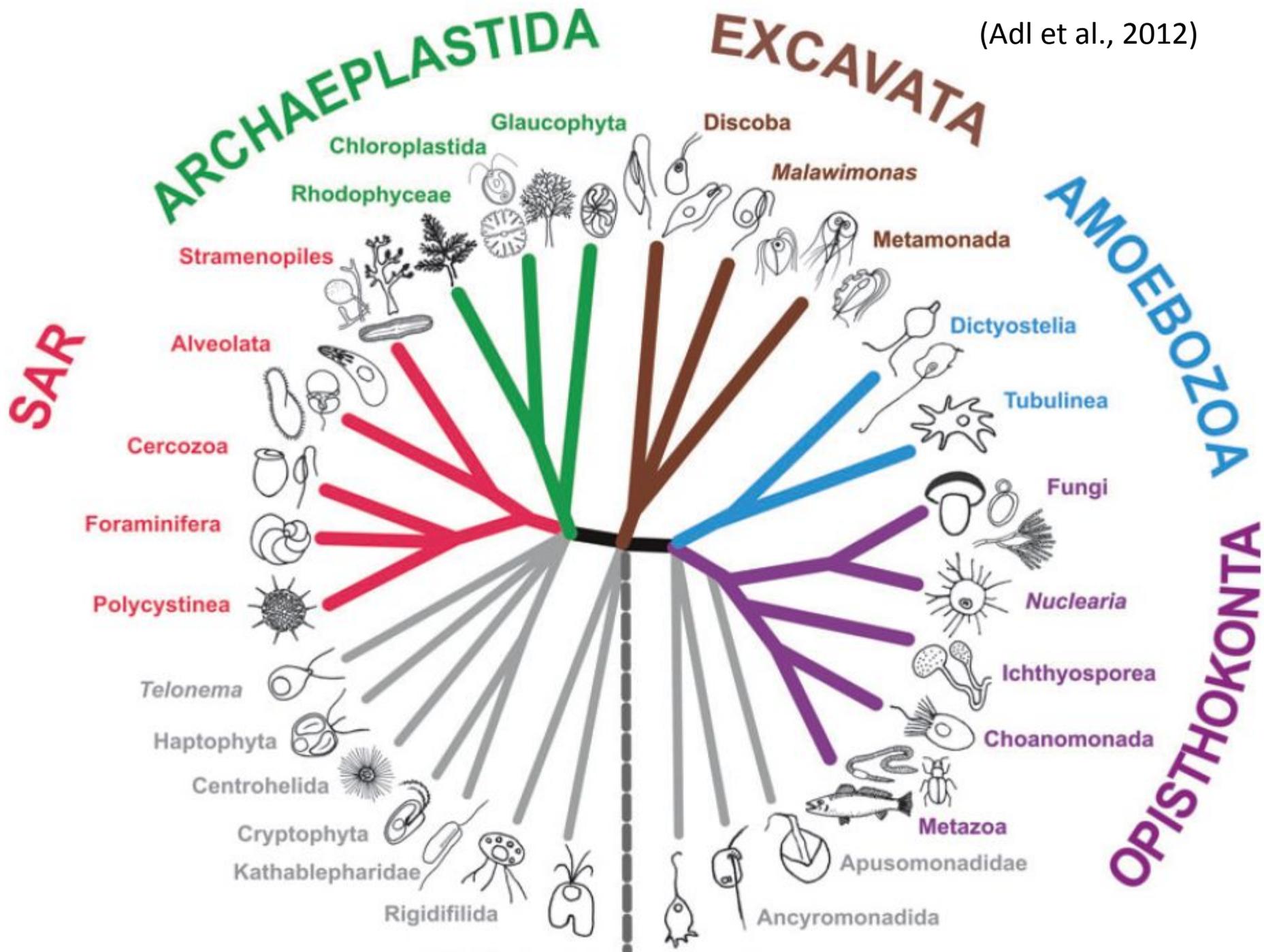


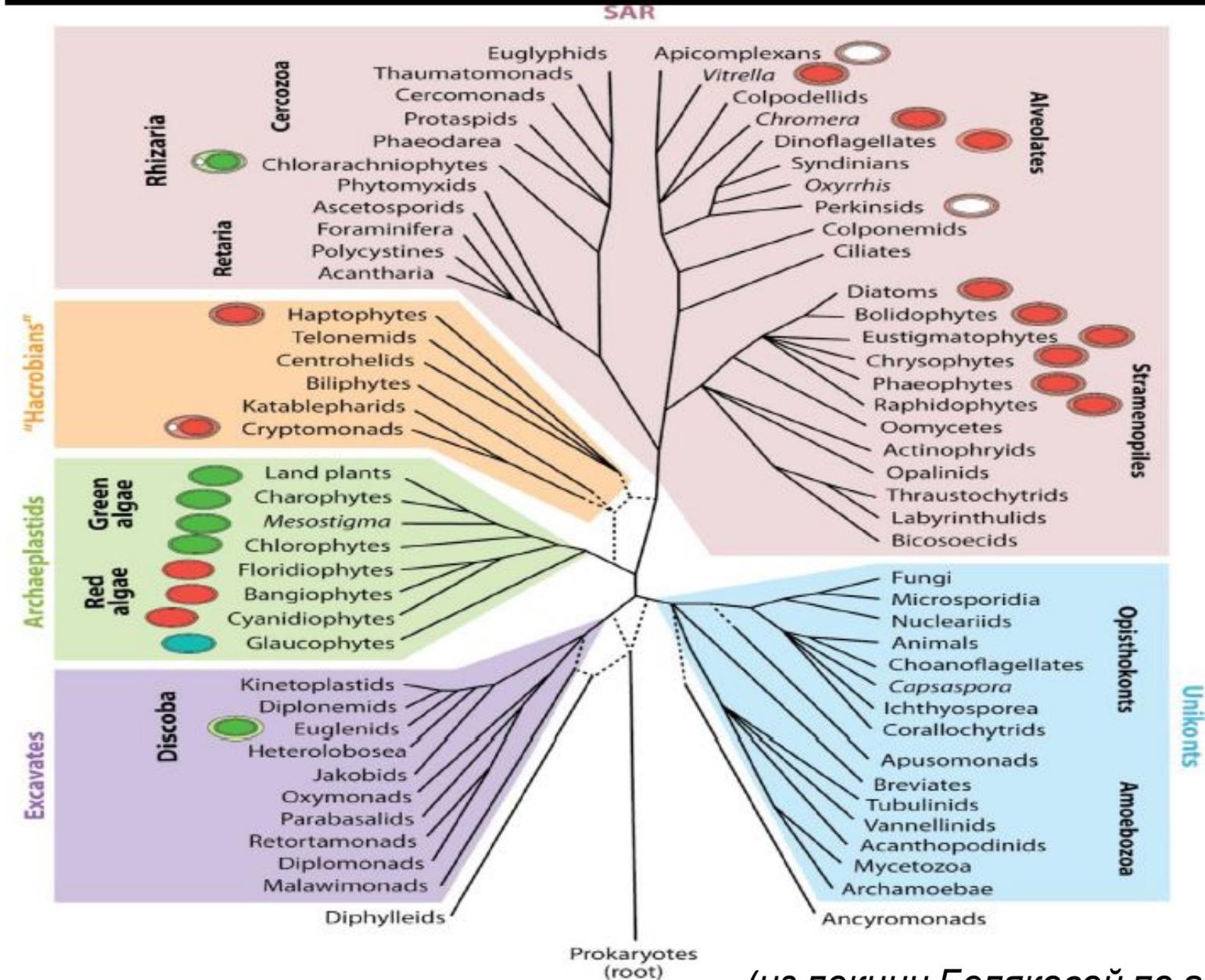
<http://1.bp.blogspot.com/-Er0qT6y5gNg/VGY0pgXbH4E/LDIifDGc-es/s1600/xcsR0VzyVKI.jpg>

- «Эукариотическая жизнь в основном определяется огромным разнообразием одноклеточных форм» - **Кунин, 2014**
- «Нет ни растения, ни животного, а есть один нераздельный органический мир. Растение и животное – только средние величины, только типические представления, которые мы слагаем, отвлекаясь от известных признаков организмов, придавая исключительное значение одним, пренебрегая другими» - **К.А. Тимирязев, цит. по презентации Беляковой**

Linnaeus 1735 ^[28]	Haeckel 1866 ^[29]	Chatton 1925 ^[30]	Copeland 1938 ^[31]	Whittaker 1969 ^[32]	Woese et al. 1990 ^[33]	Cavalier-Smith 1998 ^[26]
2 kingdoms	3 kingdoms	2 empires	4 kingdoms	5 kingdoms	3 domains	<u>6 kingdoms</u>
<i>(not treated)</i>	Protista	Prokaryota	Monera	Monera	Bacteria	Bacteria
					Archaea	
		Eukaryota	Protoctista	Protista	Eucarya	Protozoa
Vegetabilia	Plantae		Plantae	Plantae		Chromista
Animalia	Animalia		Plantae	Fungi		Fungi
			Animalia	Animalia		Animalia

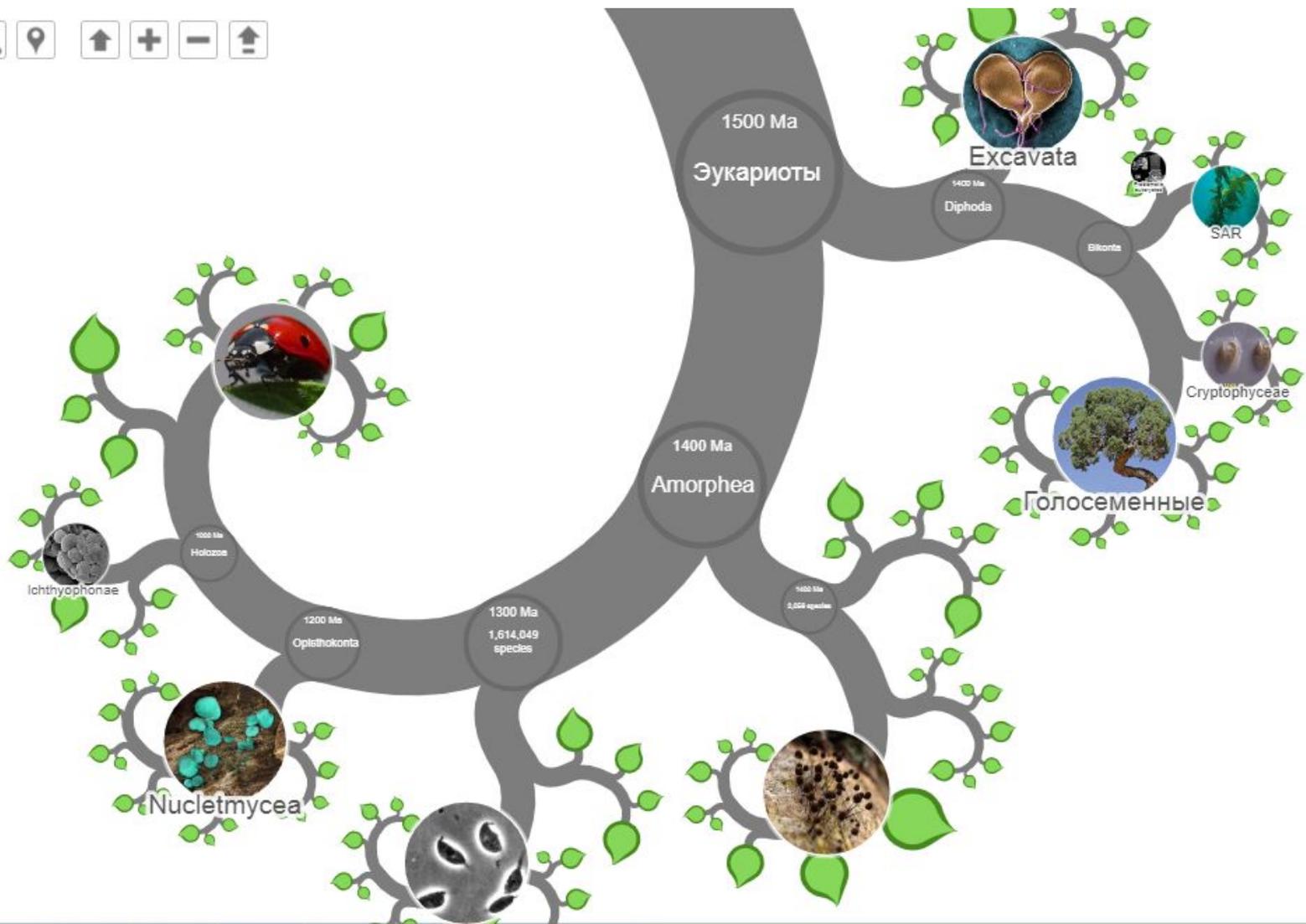
(wikipedia)





AR Keeling PJ. 2013.
Annu. Rev. Plant Biol. 64:583–607

(из лекции Беляковой по альгологии и микробиологии на Биологическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова в 2016 году)



Визуализация базы данных древ OpenTree (<https://tree.opentreeoflife.org/opentree>) в <http://www.onezoom.org/>

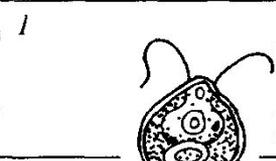
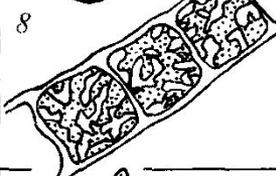
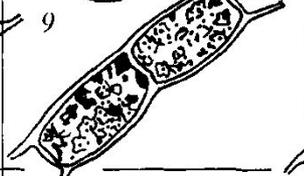
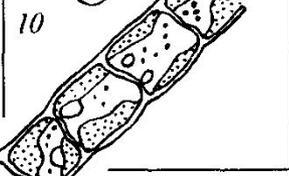
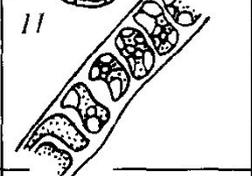
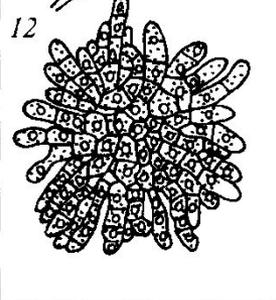
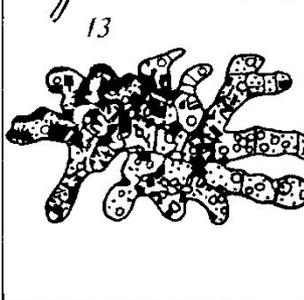
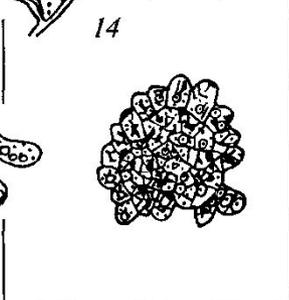
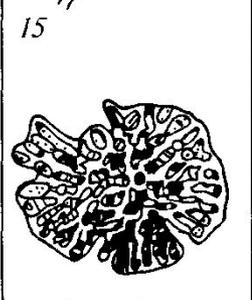
Форма таллома	Окраска таллома			
	зеленая	желто-зеленая	золотистая	красная
Монадная	1 	2 	3 	
Кокковидная	4 	5 	6 	7 
Нитчатая	8 	9 	10 	11 
Пластинчатая	12 	13 	14 	15 

Рис. 2. Параллельные ряды морфологической организации в разных отделах водорослей:
 1 — *Chlamydomonas*; 2 — *Chlorocardion*; 3 — *Chromulina*; 4 — *Chlorella*; 5 — *Botrydiopsis*; 6 — *Erychrysis*; 7 — *Porphyridium*; 8 — *Microspora*; 9 — *Tribonema*; 10 — *Nematochrysis*; 11 — *Bangia*; 12 — *Stigeoclonium*; 13 — *Heteropedia*; 14 — *Phaeodermatium*; 15 — *Erythrocladia* (Ю.Т.Дьяков, 2000)

(Белякова, 2006а)

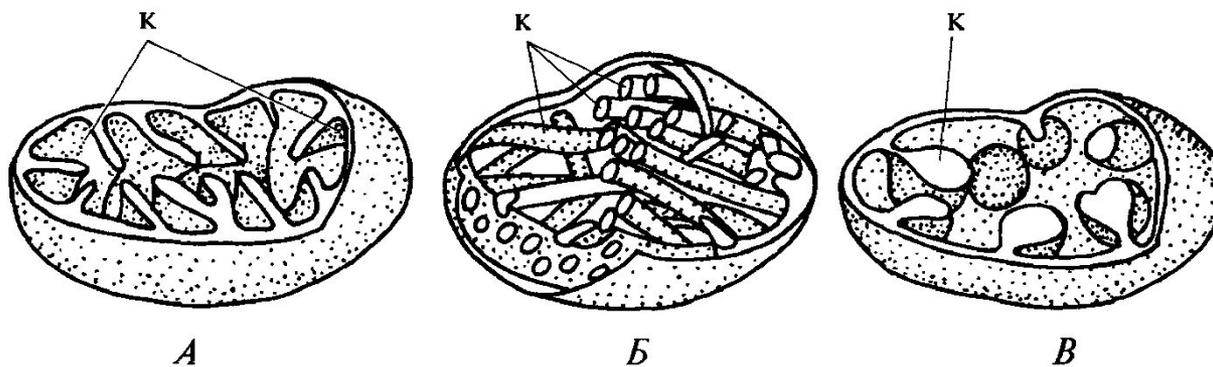


Рис. 22. Различные типы крист (к) митохондрий (С.А.Карпов, 2001; О.Г.Кусакин, А.Л.Дроздов, 1994):
А — пластинчатые; Б — трубчатые; В — дисковидные

(Белякова, 2006а)

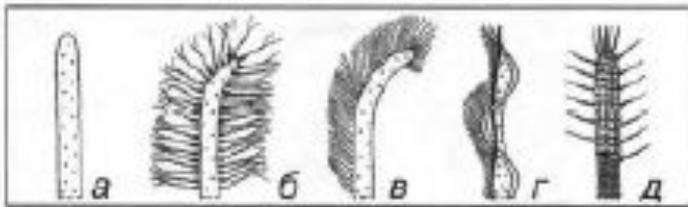


Рис. 35. Особенности организации свободной части жгутика у хлорофитов (а), хризомонад (б), эвгленовых (в), ди-офлагеллат (г) и прازیномонад (д).

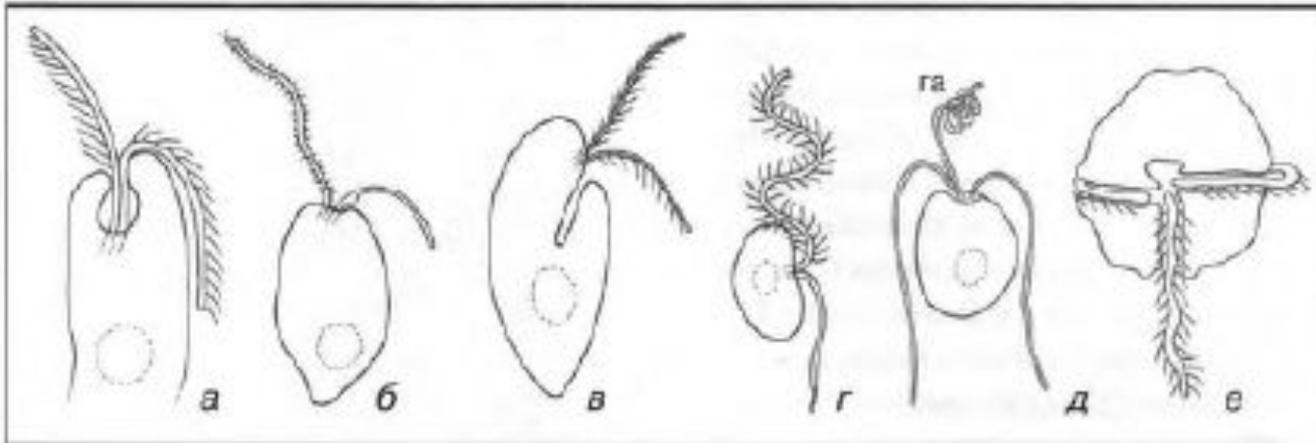
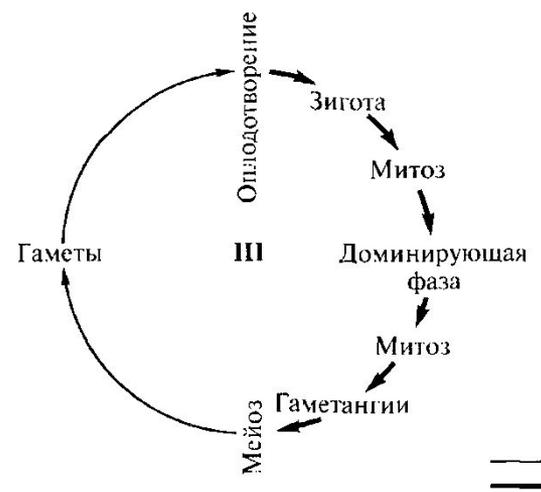
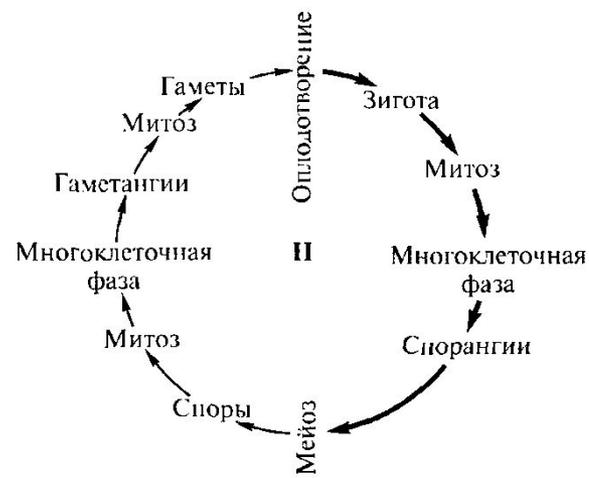
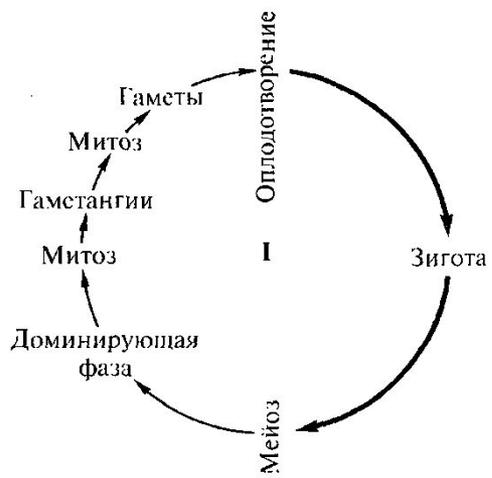


Рис. 36. Варианты организации двужгутиковых клеток, а — Euglenida, оба жгутика опушены и выходят из апикального углубления; б — Chrysomonadea, гетероконт с одним опушенным жгутиком; в — Cryptomonada, анизоконт с двумя по-разному опушенными жгутиками (дорсальный с двумя рядами мастигонем, вентральный — с одним); г — Labyrinthulea, гетероконтная зооспора; д — Prymnesiomonada (= Hartomonada), изоконт с гаптонемой (га); е — Dinoflagellata с поперечным и рулевым опушенными жгутиками (по Маргулис с соавторами).

(Хаусман, 2010)



— 1
 == 2

I- гапlobионтный с зиготической редукцией (динофитовые, зелёные, золотистые водоросли, Aricomplexa)

II – гаплodипlobионтный со спорической редукцией (нек. зелёные, нек. бурые, красные водоросли, высшие растения)

III – дипlobионтный с гаметической редукцией (диатомовые, фукусковые, нек. зелёные водоросли, Metazoa)

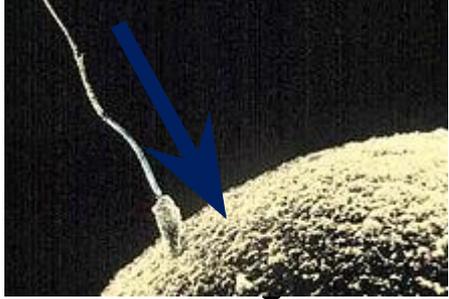
IV – гаплodипlobионтный с соматической редукцией (батрахоспермум, нек. Зелёные, фораминиферы) (по Беляковой, 2006а;

Рис. 36. Жизненные циклы водорослей с половым размножением (G. R. South, A. Whittick, 1987):

(Белякова, 2006а)

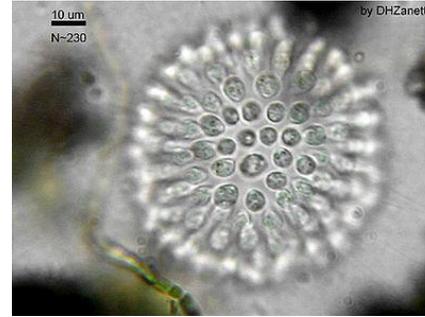
Amorphea (Unikonta)

- 1 жгутик или его отсутствие
- миозин II типа



Opisthokonta

- задний жгутик
- пластинчатые кристы



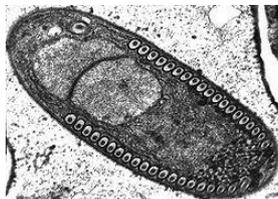
Choanoflagellata



Metazoa (inc. Myxozoa)

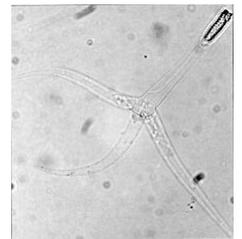


Fungi (inc. microspora, ex. oomycota)

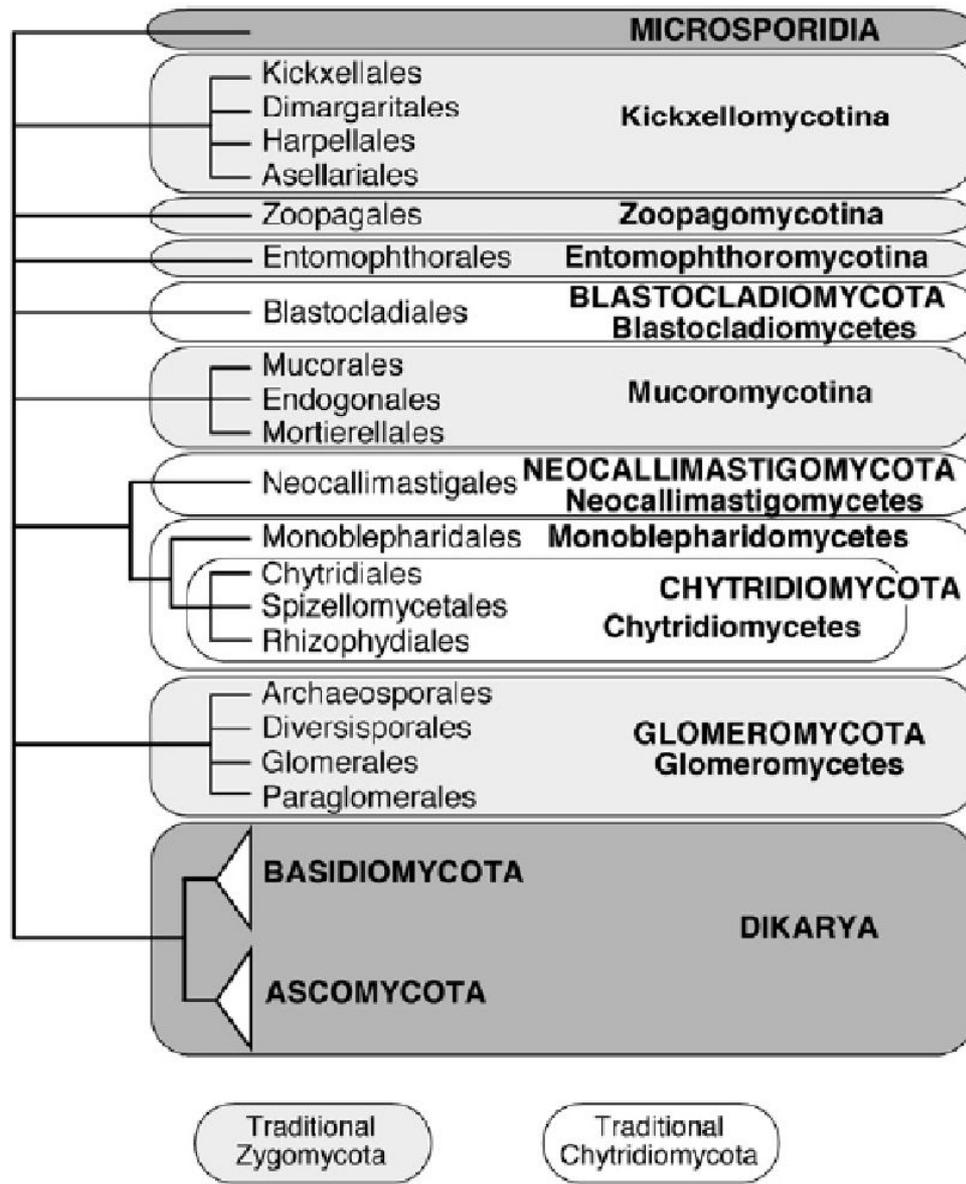


Nucleariida

(здесь и далее в систематике неподписанные картинки – из wikipedia)



Fungi



(из презентации Куракова)

Fig 1 – Phylogeny and classification of Fungi. Basal Fungi and Dikarya. Branch lengths are not proportional to genetic distances. See Table 1 for support values for clades.

Дейтеромицеты

- Формальный отдел, включающий анаморфы

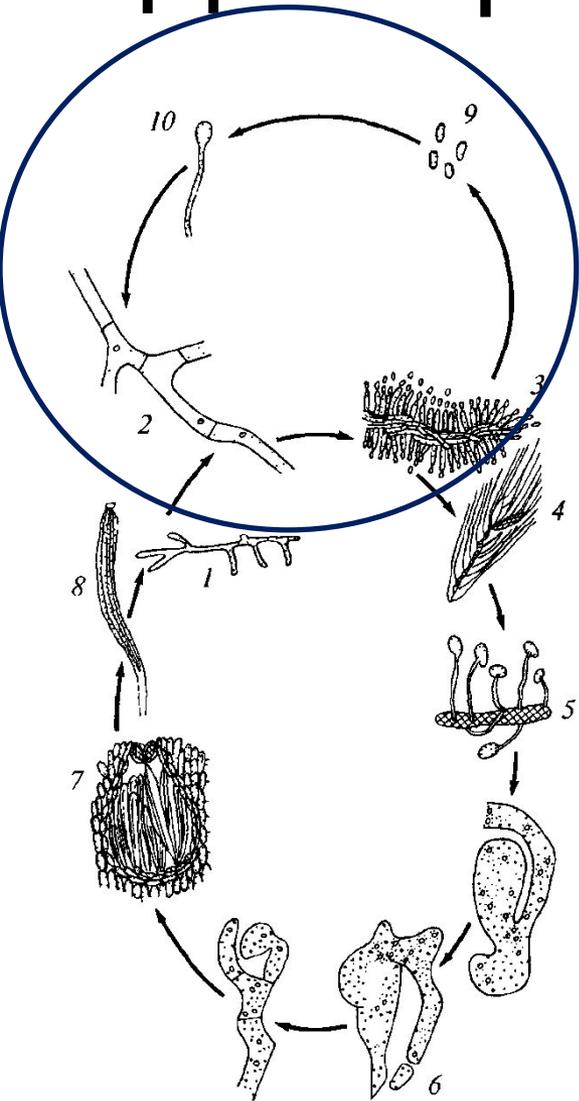
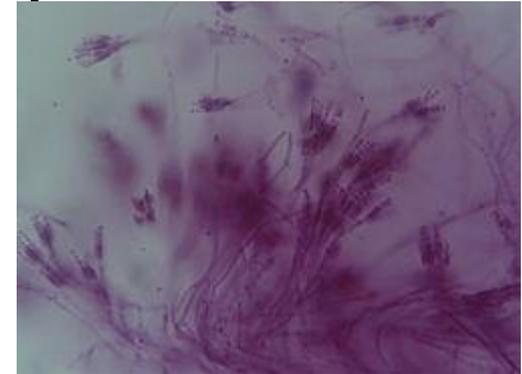


Рис. 133. *Claviceps purpurea*. Цикл развития:

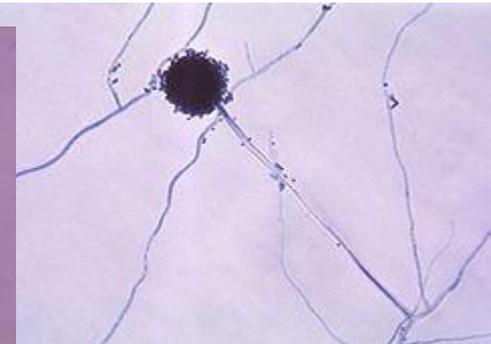
1 — проросшая аскоспора; 2 — мицелий; 3 — конидиальное спороношение (*Sphaelia*); 4 — склеротий; 5 — склеротий, проросший строматами; 6 — половой процесс; 7 — перитетий с сумками; 8 — сумка с аскоспорами; 9, 10 — конидии



Penicillium sp.



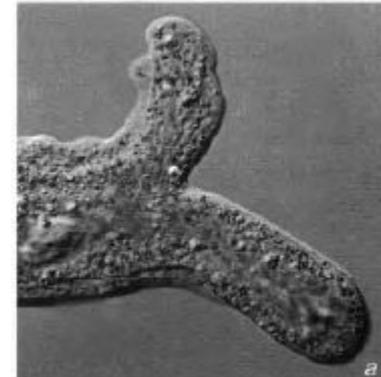
Fusarium verticillioides



Aspergillus niger

Амoebozoa

- у многих нет жгутиков
- трубчатые кристы
- лобоподии



(Хаусман, 2010)



группы амёб

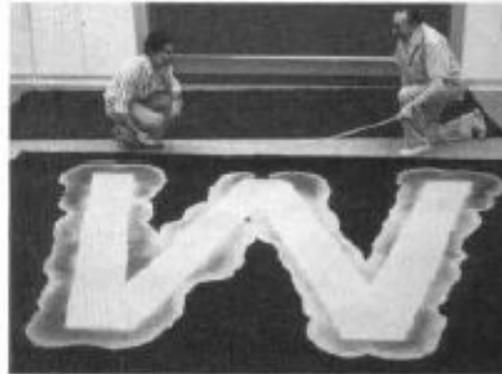


Рис. 28. Гигантский плазмодий миксомицета *Physarum polyseriale*, покрывающий площадь 5,54 м², с максимальной толщиной 1 мм (любезно предоставлен Ф. Ахенбахом, Бонн).



Мycetozoa –
МИКСОМИЦЕТЫ

Archaeplastida

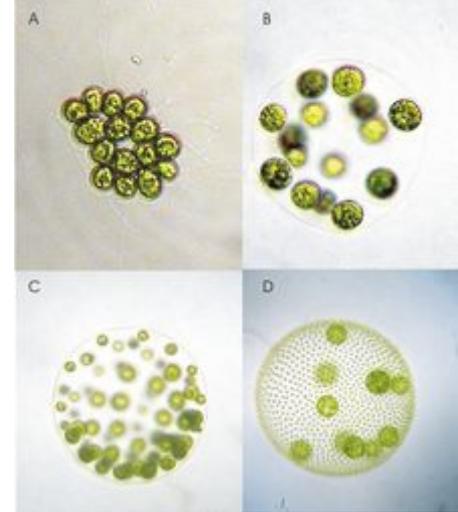
- 2-мембранный хлоропласт
- хлорофилл a, b (d нет!)
- пластинчатые кристы



Glaucophyta



Rhodophyta



Chlorophyta s.str.

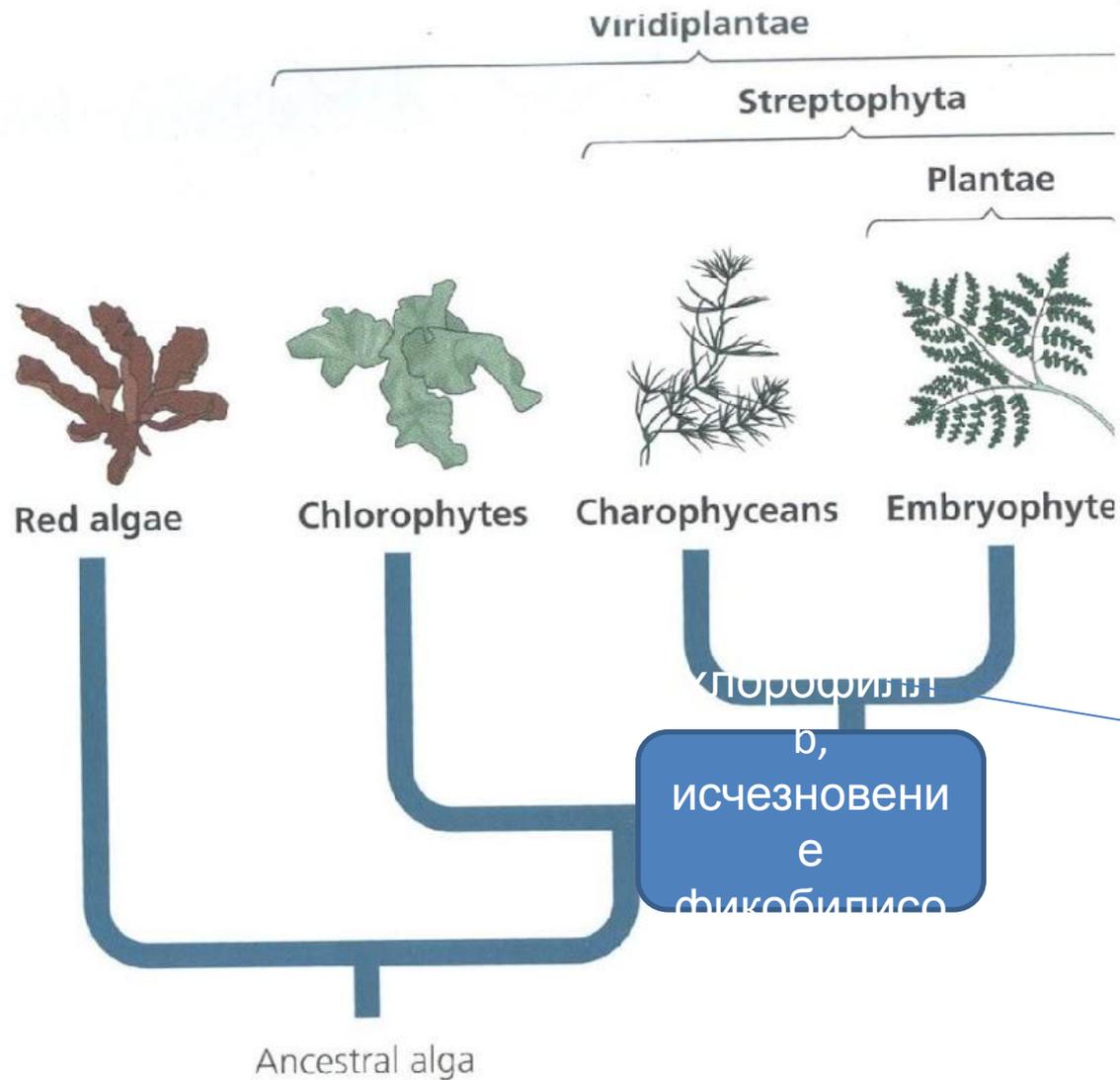


Charophyta s. l.



Embryophyta

Viridiplantae (green plants)



▲ **Figure 29.4 Three clades that are candidates for designation as the plant kingdom.** This textbook adopts the embryophyte definition of plants and uses the name *Plantae* for the kingdom.

(Campbell, 2009)

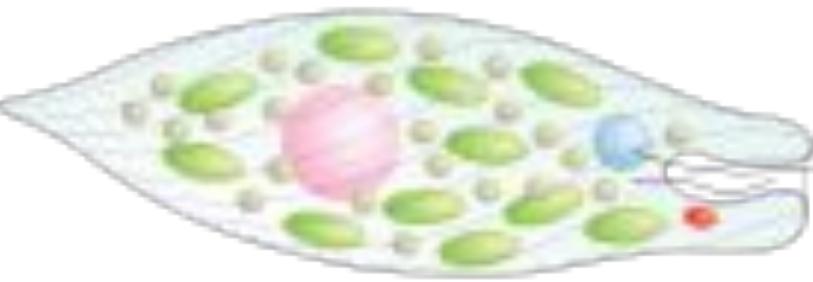
(из презентации Беляковой)

Excavata

- имеют борозду

Diskoba

дисковидные митохондрии



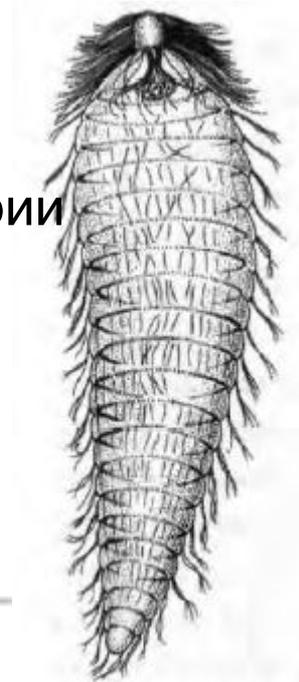
Euglenida



Kinetoplastida
(*Trypanosoma cruzi*)



**Acrasidae –
клеточные
слизевики**



Hypermastigida
(Хаусман, 2010)



Parabasalia
(*Trichomonas giemsa*)



Diplomonada
(*Giardia trophozoite*)

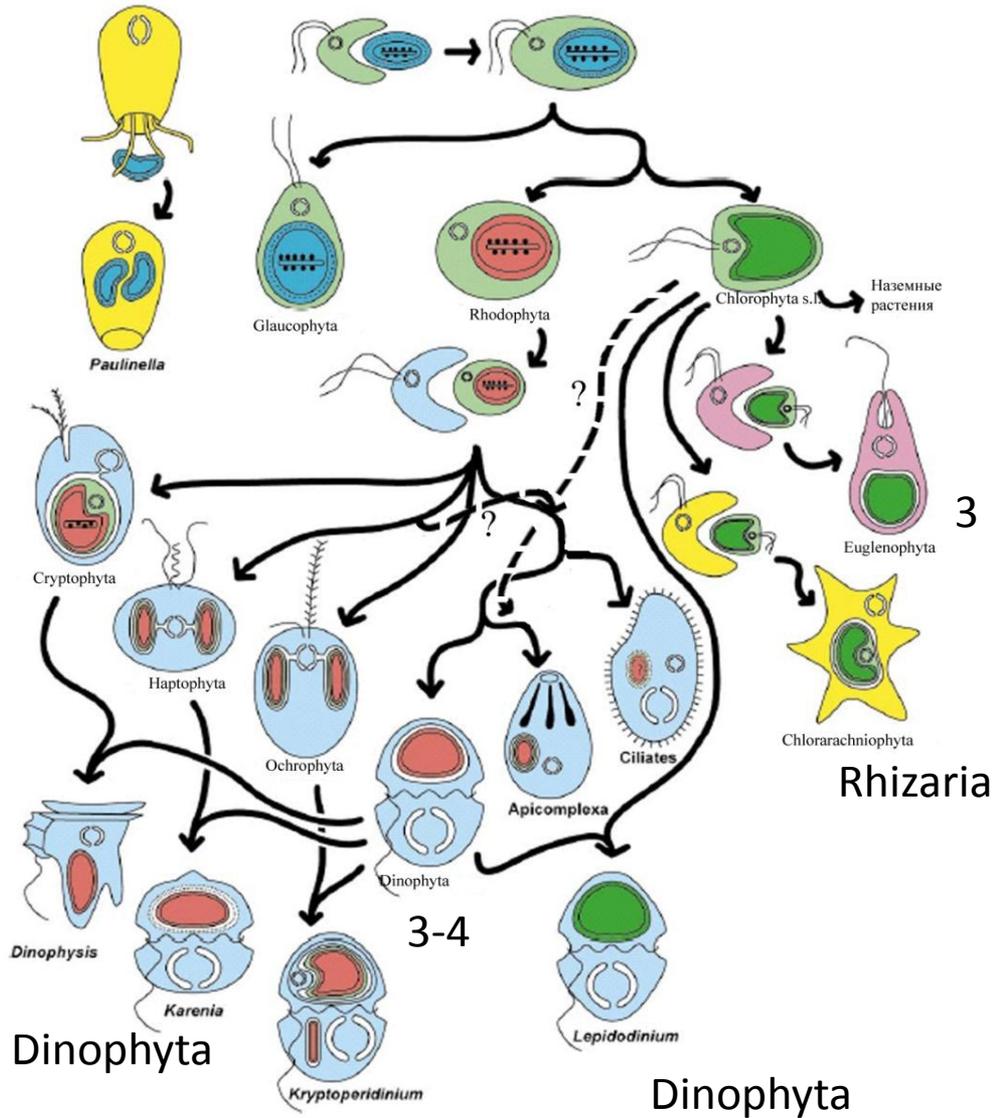
Metamonada

редукция митохондрий,
часто есть гидрогеносомы

SAR (Harosa)

- 2 передних жгутика
- трубчатые кристы
- II и III симбиоз хлоропластов
- хлорофилл с

Rhizaria

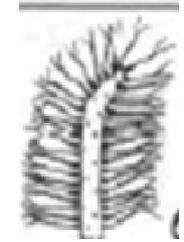
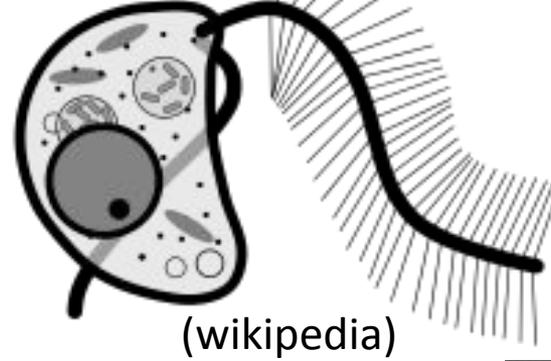


Ochrophyta

Рис. 26. Эндосимбиоз в эволюции пластид (по Keeling, 2004 с дополнениями). Прерывистыми линиями показаны другие возможные пути происхождения пластид.

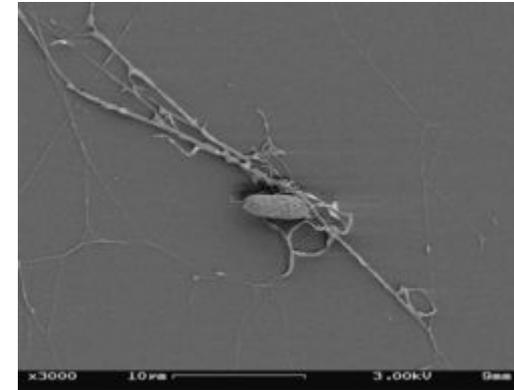
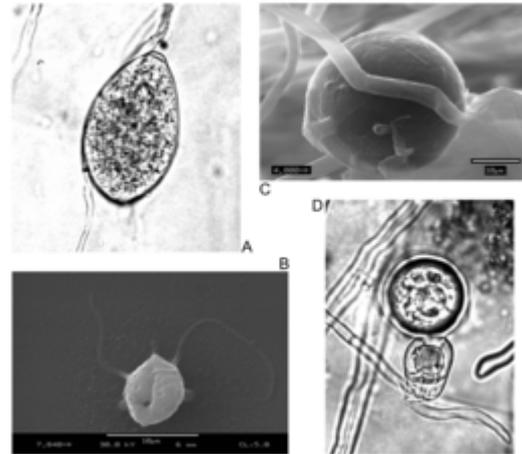
(из презентации Беляковой)

Stramenopiles (Heterokonta)

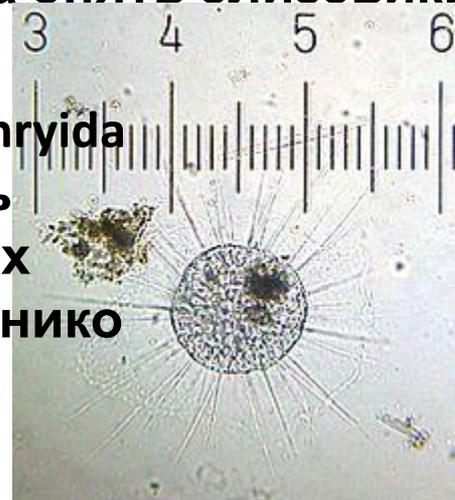


(Хаусман, 2010)

- 3-частные мастигонемы
- гетероконтные

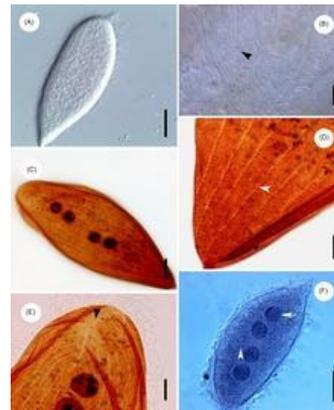


Labyrinthulomycetes –
да опять слизевики



Ochrophyta

Oomycota



Actinophryida
– часть
БЫВШИХ
СОЛНЕЧНИКО
В

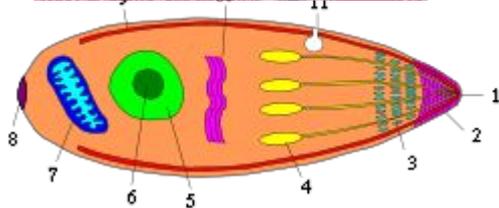
Opalinidae

Alveolata

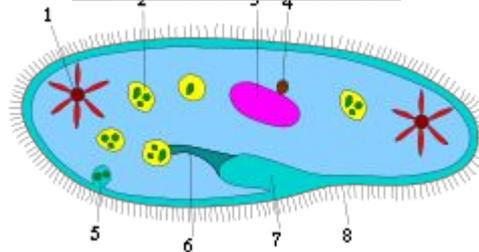


(Белякова, 2006b)

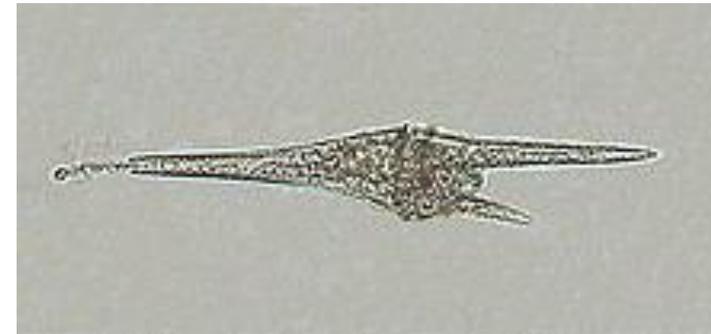
- Под цитоплазматической мембраной имеется система апикальных везикул – альвеол, окружённых микротрубочками (препятствует



Apicomplexa



Ciliophora



Dinophyta (Dinoflagellata)

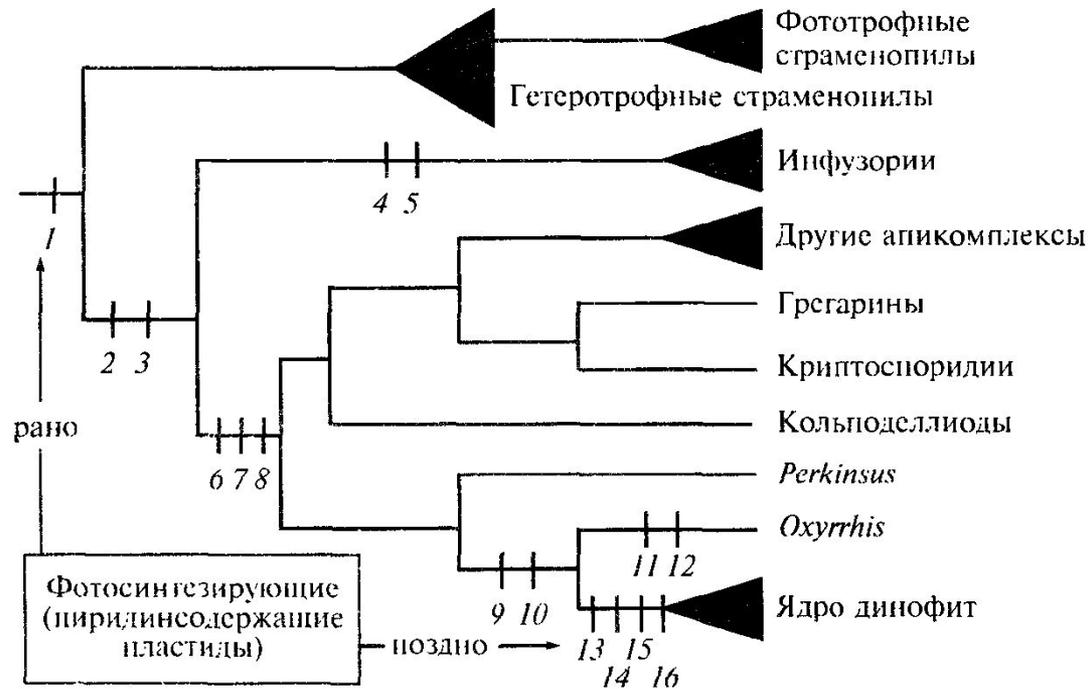


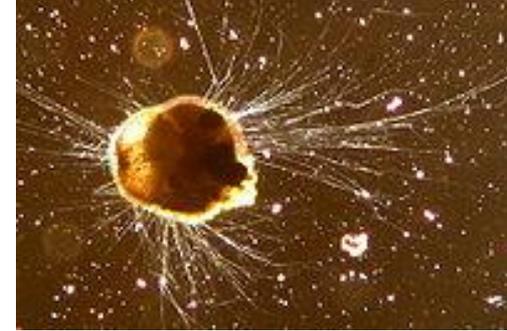
Рис. 293. Филогения альвеолобионтов (B.S.Leander, P.J.Keeling, 2004):

1 — два гетеродинамичных латеральных жгутика; 2 — кортикальные альвсолы; 3 — микропоры; 4 — гетероморфные ядра (макро- и микронуклеусы); 5 — покрытие из ресничек; 6 — роптрии; 7 — микронемы; 8 — открытый коноид; 9 — закрученный поперечный жгутик; 10 — постоянно конденсированные хромосомы; 11 — наружные чешуйки; 12 — внутриядерное веретено; 13 — поперечная борозда; 14 — продольная борозда; 15 — динокарион; 16 — пузула

(Белякова, 2006b)

Rhizaria

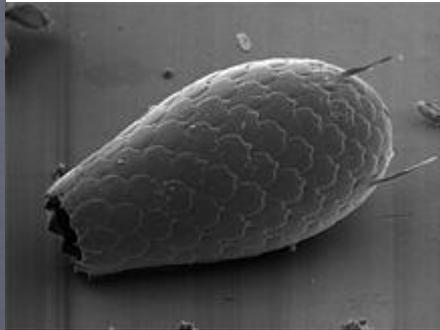
- амебоидные с различными типами псевдоподий: простые, ветвящиеся, сливающиеся, часто имеют микротрубочки



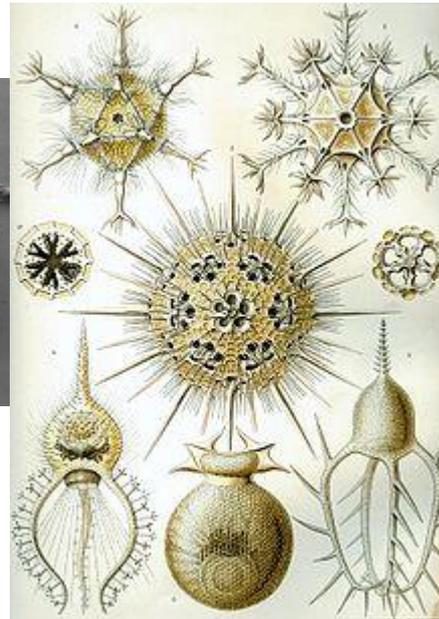
Foraminifera



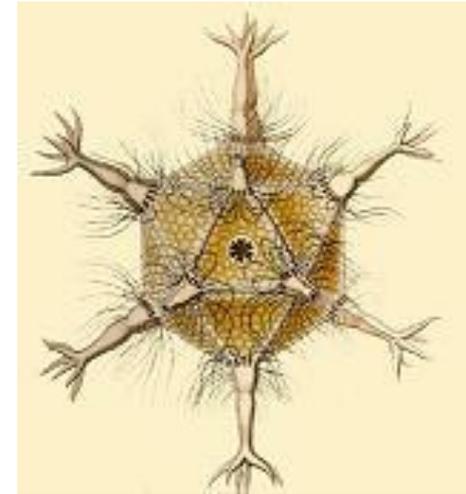
Cercomonadida
(*Cercomonas sp.*)



Imbricatea
(*Silicofilosea*) –
раковинные
амебы

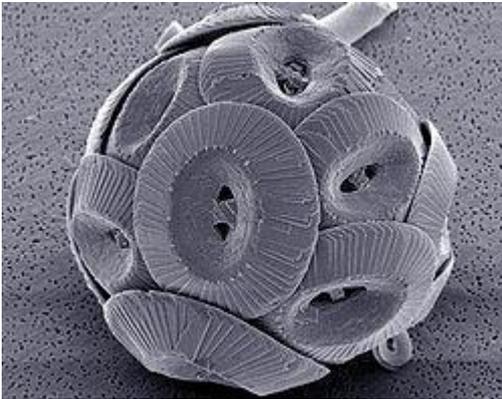


Phaeodaria



Radiolaria

ССТН

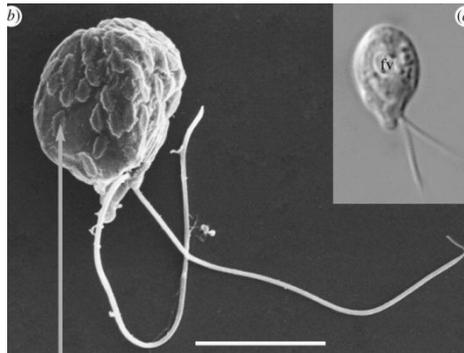


Haptophyta

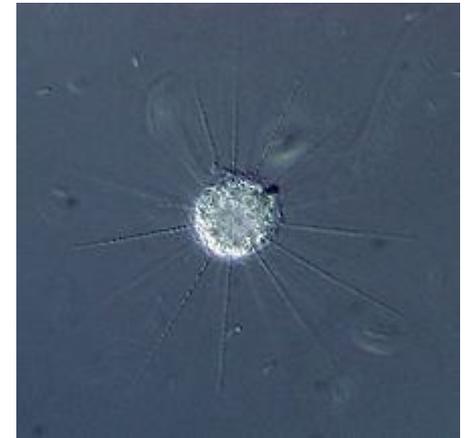


Cryptophyta

Hacrobia



Telonemia
(Shalchian-Tabrizi
et al., 2006)



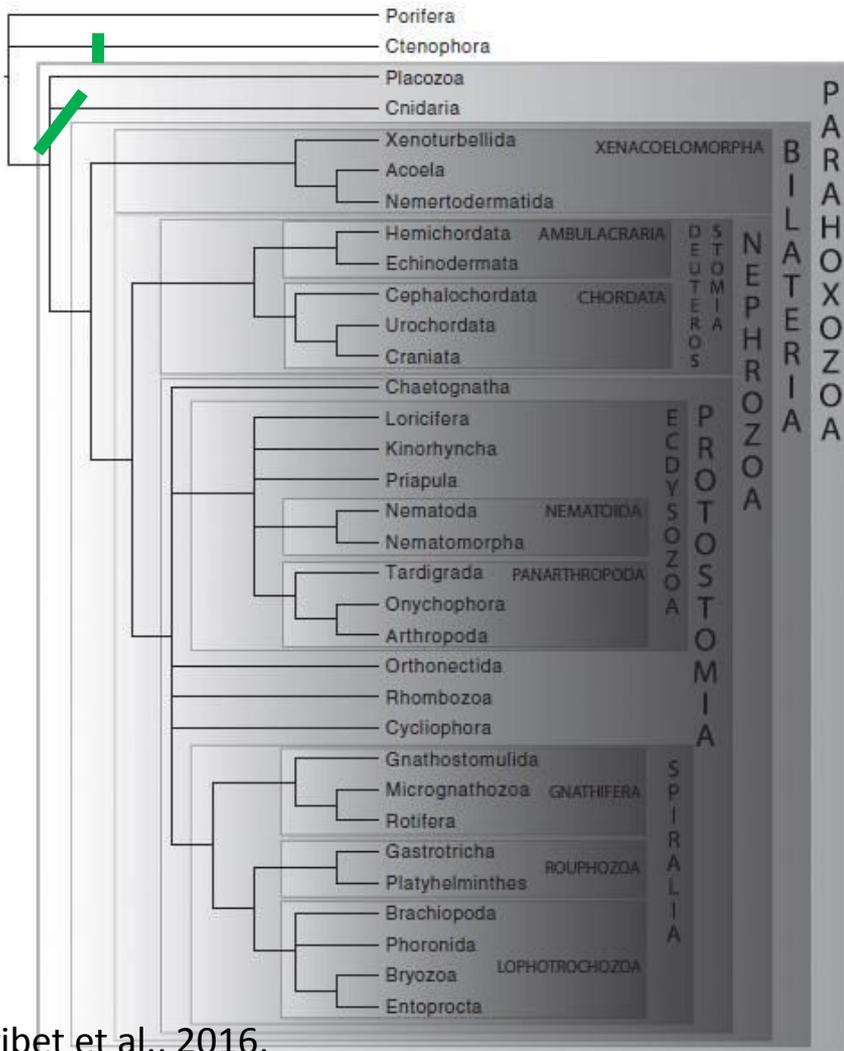
**Centrohelida –
часть БЫВШИХ
СОЛНЕЧНИКОВ**

Система Metazoa

- Porifera (Губки)
- Ctenophora (Гребневвики)
- Placozoa (Пластинчатые)

- Cnidaria (Книдарии)
- BILATERIA (Билатерии)
 - Xenocoelomorpha
 - Deuterostomia (Вторичноротые)
 - Ecdysozoa (Линяющие)
 - Lophotrochozoa s.l. (Spiralia)

PROSTOMIA



EUMETAZOA

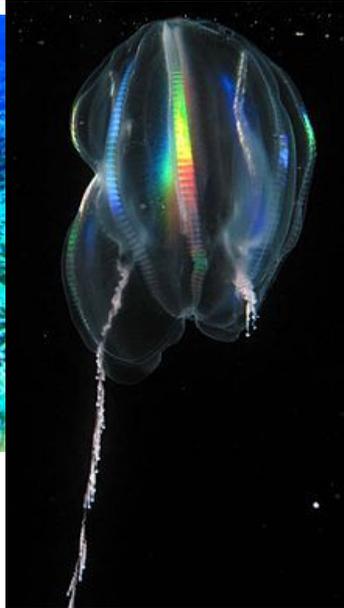
(Giribet et al., 2016,
из Бизяева, 2017)

- нервная система

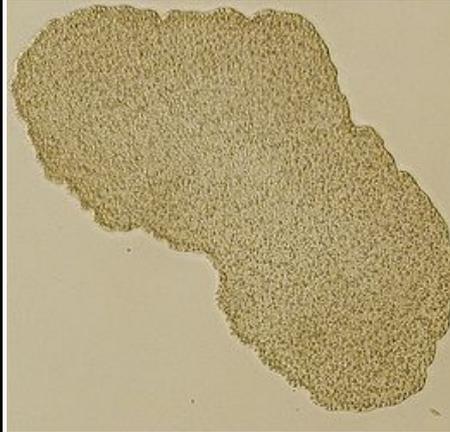
Базальные группы



Porifera



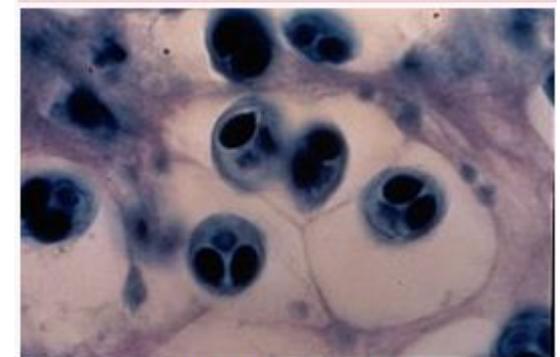
Ctenophora



Placozoa
Trichoplax sp.



Cnidaria
(inc. Myxozoa)



Споры в тканях рыбы

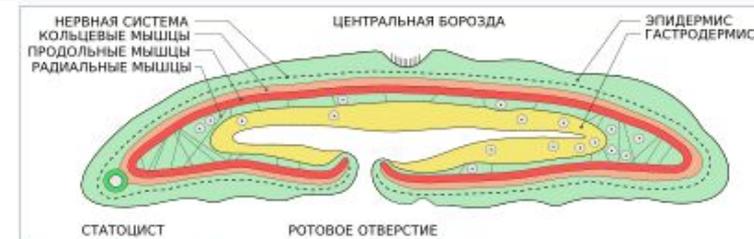
Хенасоеломорфа

- Отсутствует настоящий кишечник
- червеобразные



Acoela

(из статьи см. ниже)



Продольный срез тела *Xenoturbella bockii*

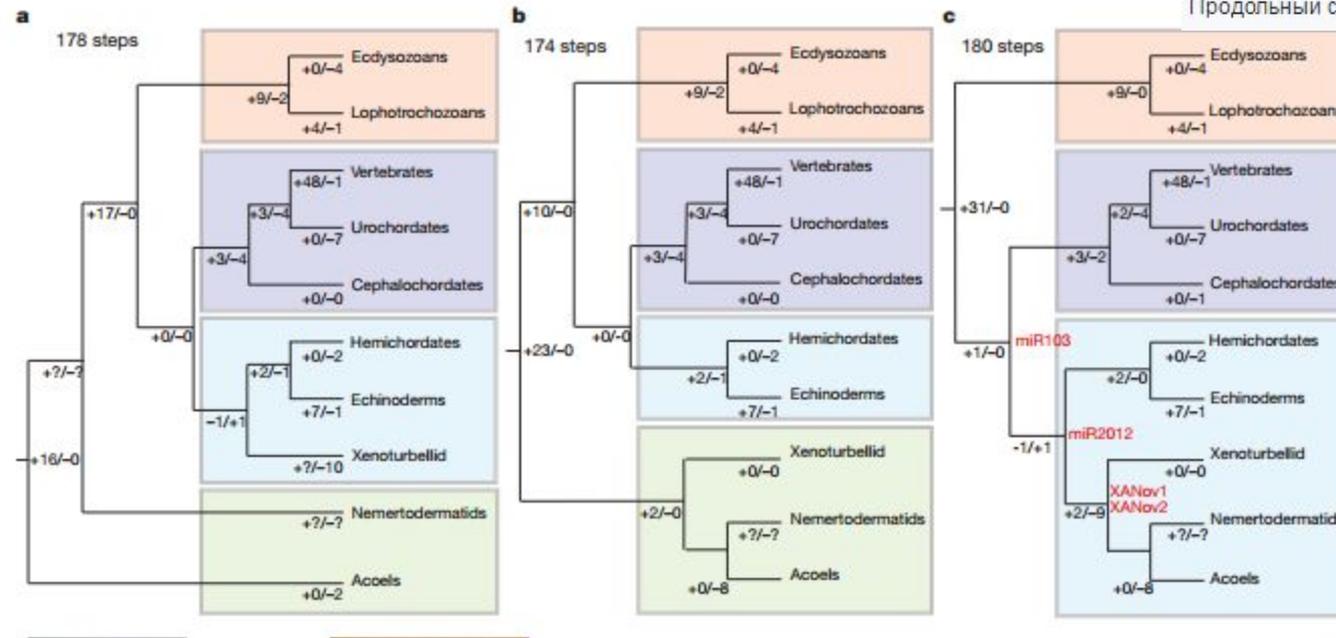
(из wikipedia)



Xenoturbellida

Philippe, H., Brinkmann, H., Copley, R. R., Moroz, L. L., Nakano, H., Poustka, A. J., ... & Telford, M. J. (2011). Acoelomorph flatworms are deuterostomes related to *Xenoturbella*. *Nature*, 470(7333), 255-258.

- Deuterostome mitochondrial gene order
- ◡ Testis/sperm protein RSB66



Lophotrochozoa sensu lato (Spiralia)

Platyhelminthes
(Плоские черви)

Acanthocephala
(скребни)

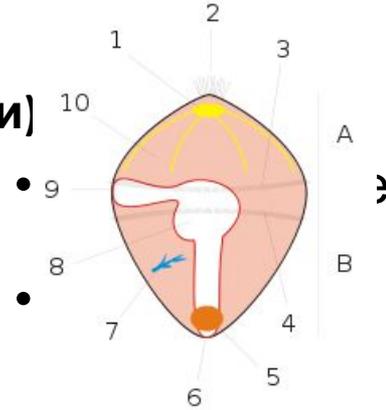
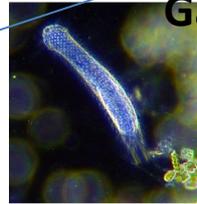
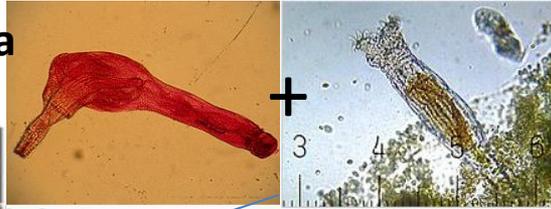
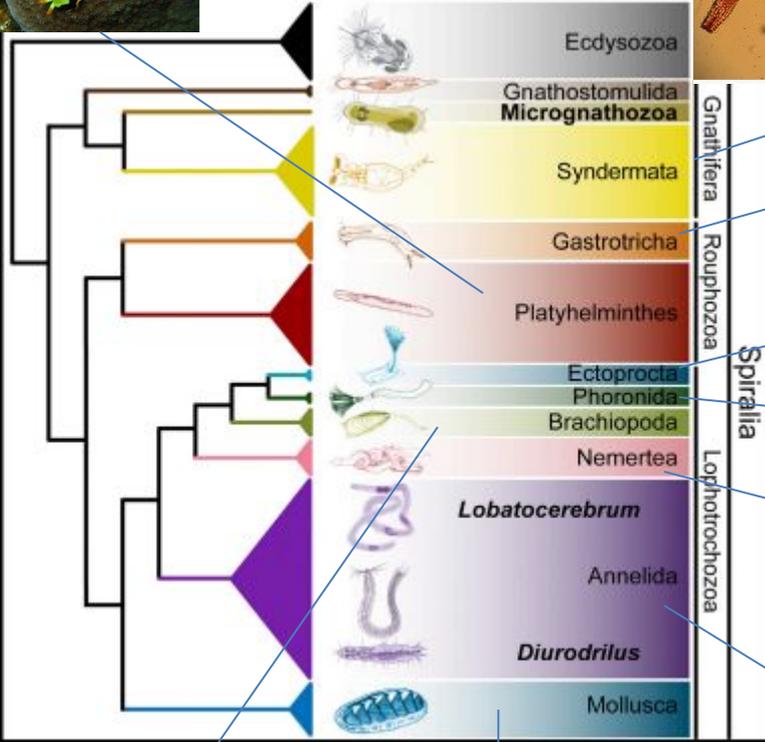
Rhotifera
(коловратки)

Gastrotricha
Bryozoa (мшанки)

Phoronida

Nemertea

Annelida (inc сипункулид и эхиурид)



- Строение трохофоры:
- А — эписфера
 - В — гипосфера
 - 1 — ганглий
 - 2 — султан ресничек
 - 3 — прототрох
 - 4 — метатрох
 - 5 — мезодермальный зачаток
 - 6 — анус
 - 7 — нефридий
 - 8 — кишечник
 - 9 — рот
 - 10 — бластоцель

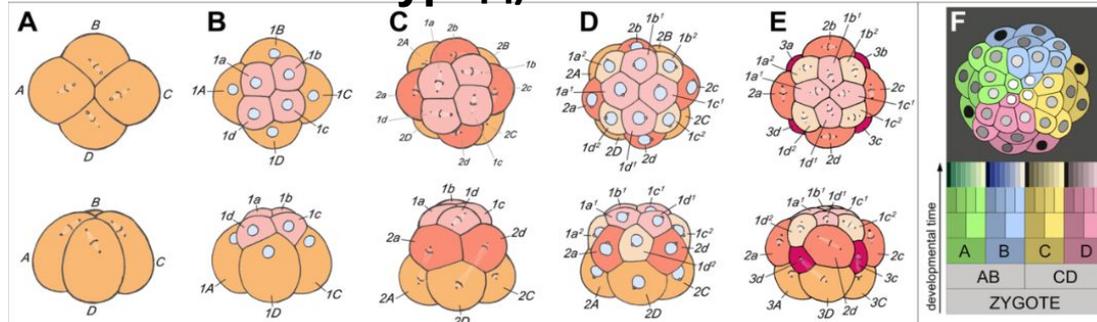
Laumer, C. E., Bekkouche, N., Kerbl, A., Goetz, F., Neves, R. C., Sørensen, M. V., ... & Worsaae, K. (2015). Spiralian phylogeny informs the evolution of microscopic lineages. *Current Biology*, 25(15), 2000-2006.



Brachiopoda
(плеченогие)
Не моллюски

Mollusca

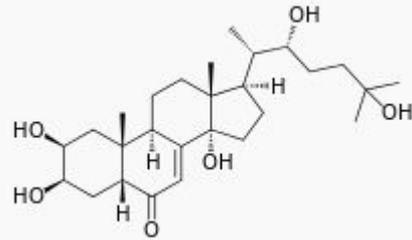
(wikipedia)



Ecdysozoa

«эктизозойная»
линяющая
кутикула под
действием

ГС



зона



Arthropoda

Panarthropoda



Onychophora



Tardigrada
(тихоходки)



Nematoda

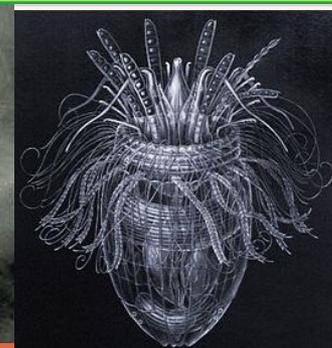


Nematomorpha
(волосатики)

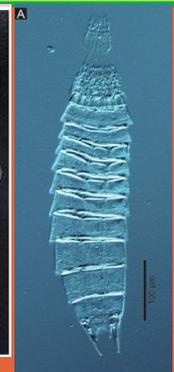


Priapulida

Cycloneuralia (?)

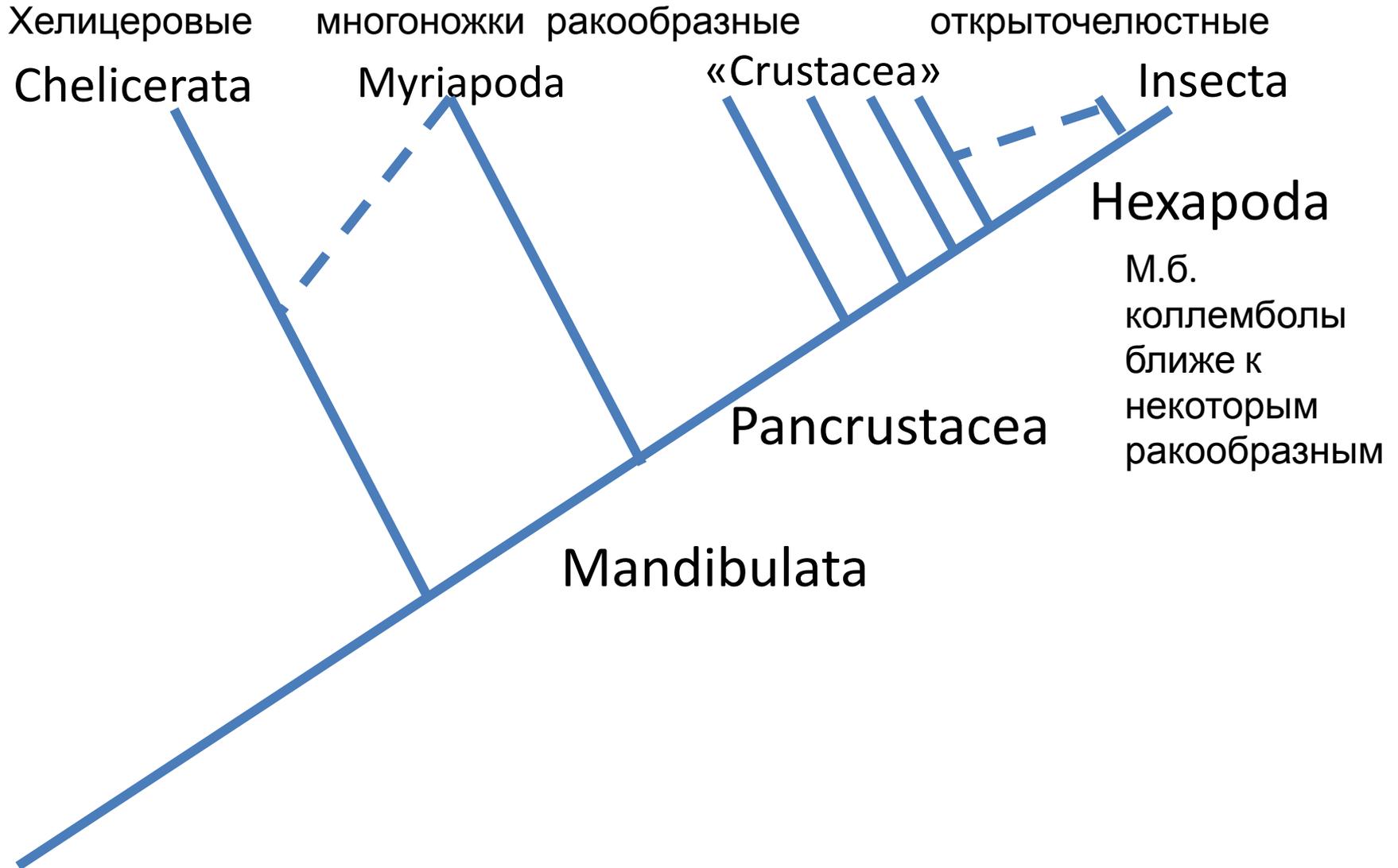


Loricifera



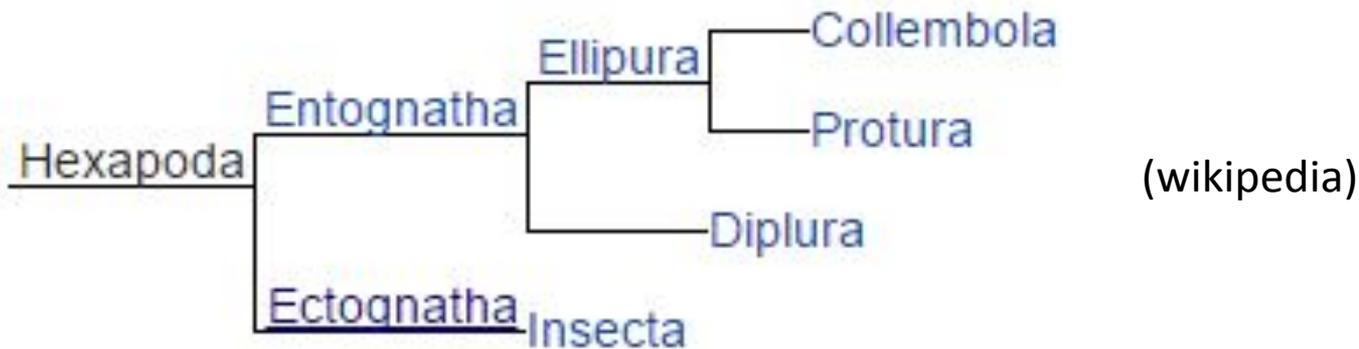
Kinorhyncha

Систематика Arthropoda



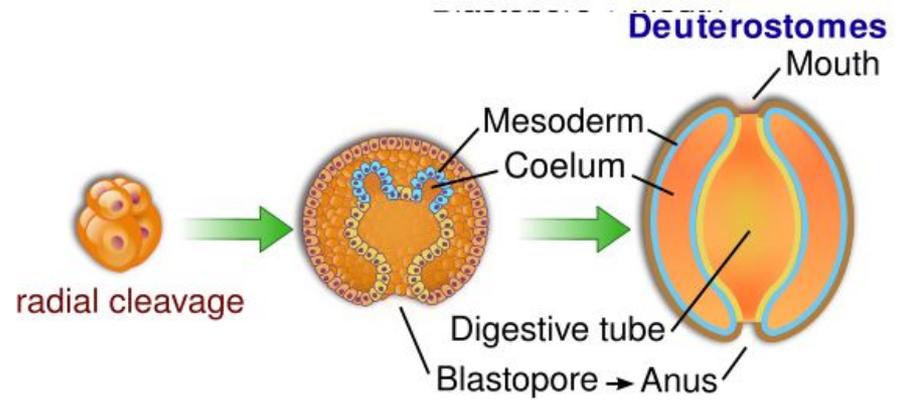
СМЫСЛ

- **Insecta sensu lato (s. l.) = Hexapoda** (в широком смысле)
- **Insecta sensu stricto (s.s.; s. str.) = Ectognatha** (в узком смысле)



Deuterostomia

- вторичный рот
- энтероцельная закладка



Chordata

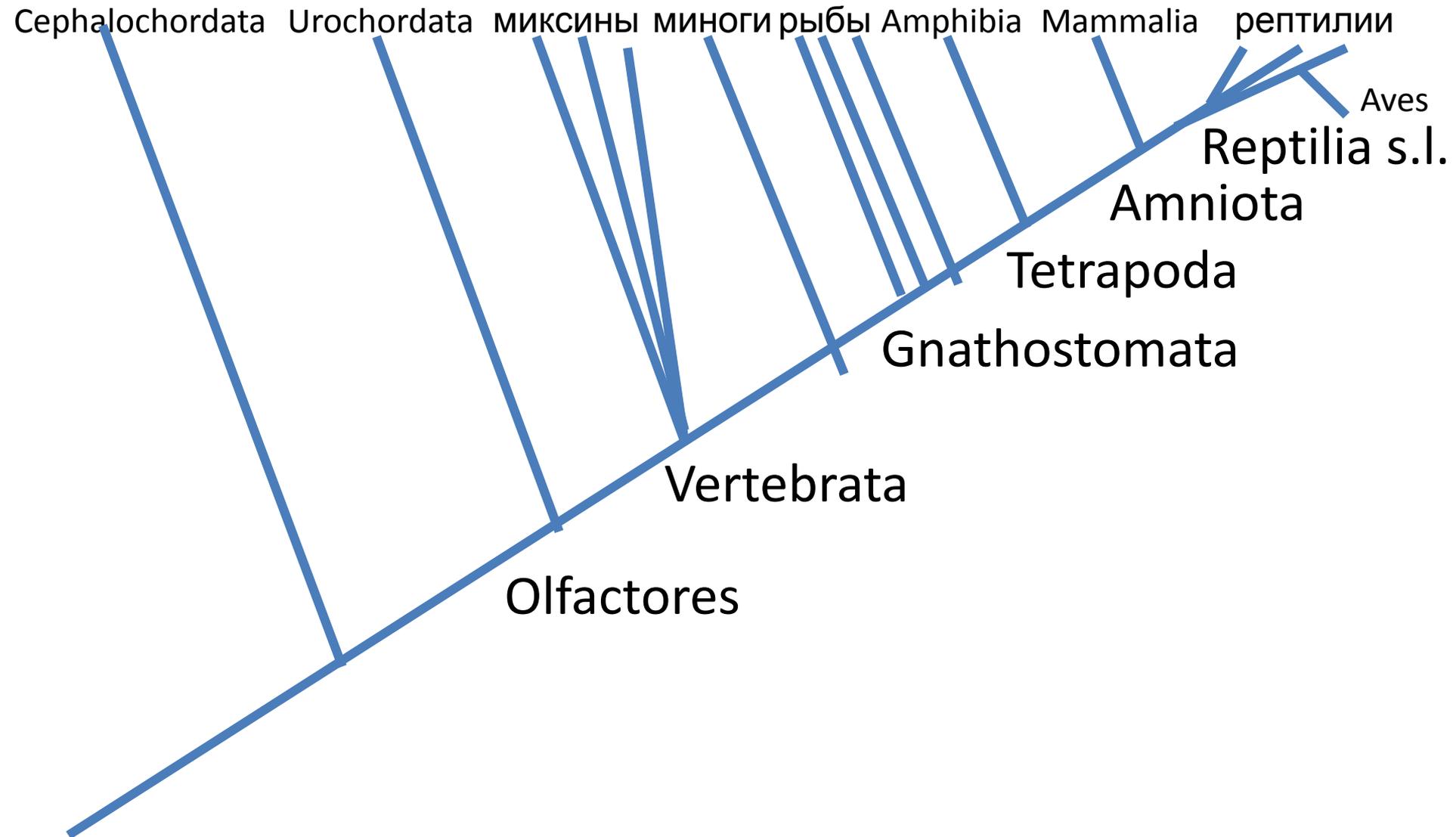


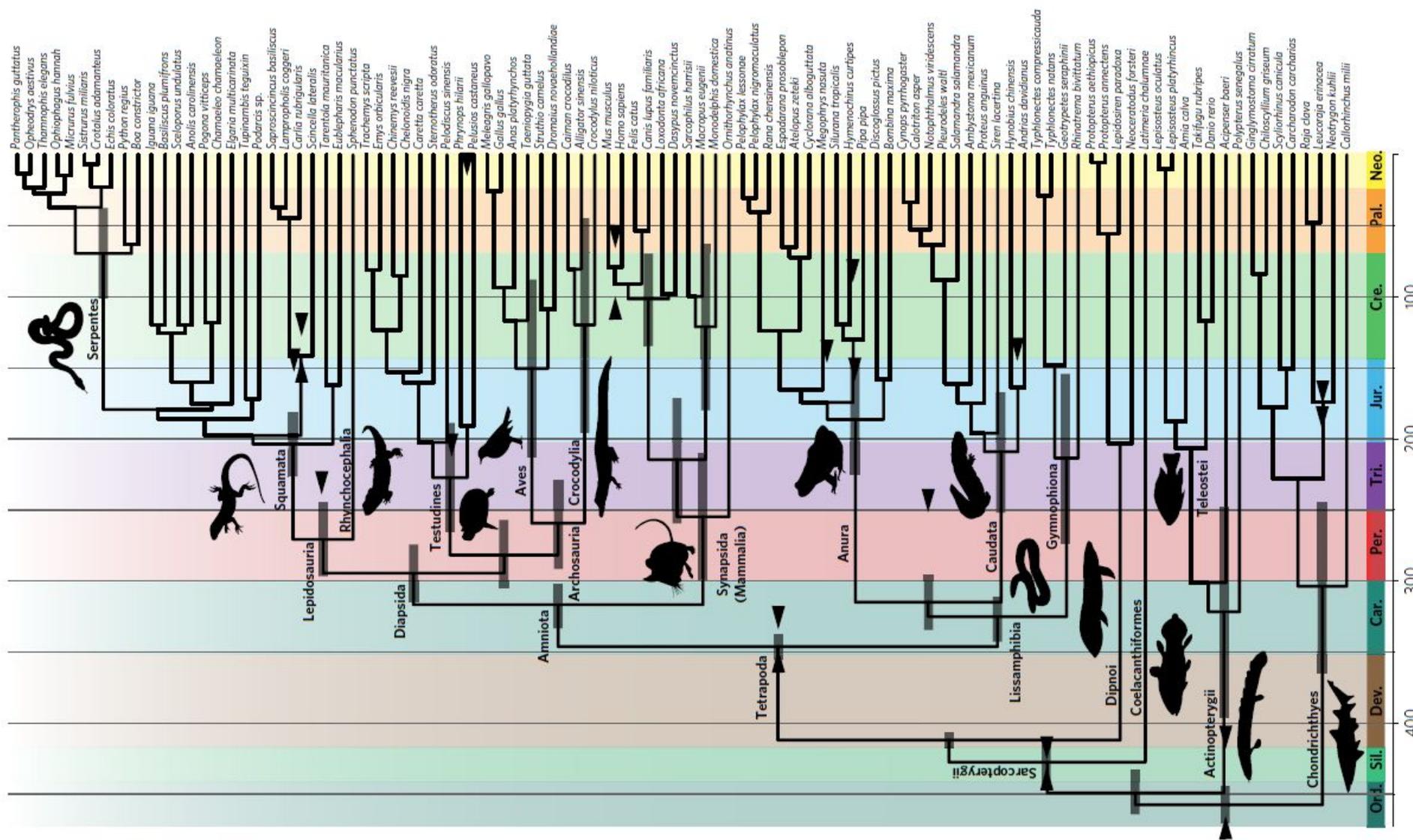
Hemichordata



**Echinodermata
(иглокожие)**

Систематика Хордовых





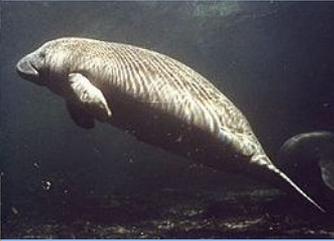
Двоякодышщие, а не
 Лопастеперые –
 сестринская группа
 Tetrapoda

Irizarri I. et al. Phylotranscriptomic consolidation of the jawed vertebrate timetree //Nature ecology & evolution. – 2017. – T. 1. – №. 9. – С. 1370.

Надотрядные группировки Mammalia Atlantogenata (?):



Proboscidea
(Хоботные)



Sirenia
(Сирены)

Afrotheria



Hyracoidea
(Доманы)



Macroscelididae
(Прыгунчики)



Tubulidentata
(Трубказубовые)

Были Насекомоядными

Afrosoricida
(Тенрекообразные)

Были Насекомоядным



Cingulata
(Броненосцы)



Pilosa
(Неполнозубые)

Xenarthra

Надотрядные группировки Mammalia Boreoeutheria:

Euarchontoglires



Lagomorpha
(Зайцеобразные)



Rodentia
(Грызуны)

Glires



Scandentia
(Тупайи)



Dermoptera
(Шерстокрыл
ы)



Primates
(Приматы)

Euarchonta

Laurasiatheria



Eulipotyphla



Chiroptera
(Рукокрылы)

(Насекомоядные s.
str.: щелезубы, ежи,
землеройки, кроты)



Cetartiodactyla

(Китопарнокопытные
Ладоногие и Insectivora
(Насекомоядные в старом
смысле) полифилетичны



Pholidota
(Панголины)

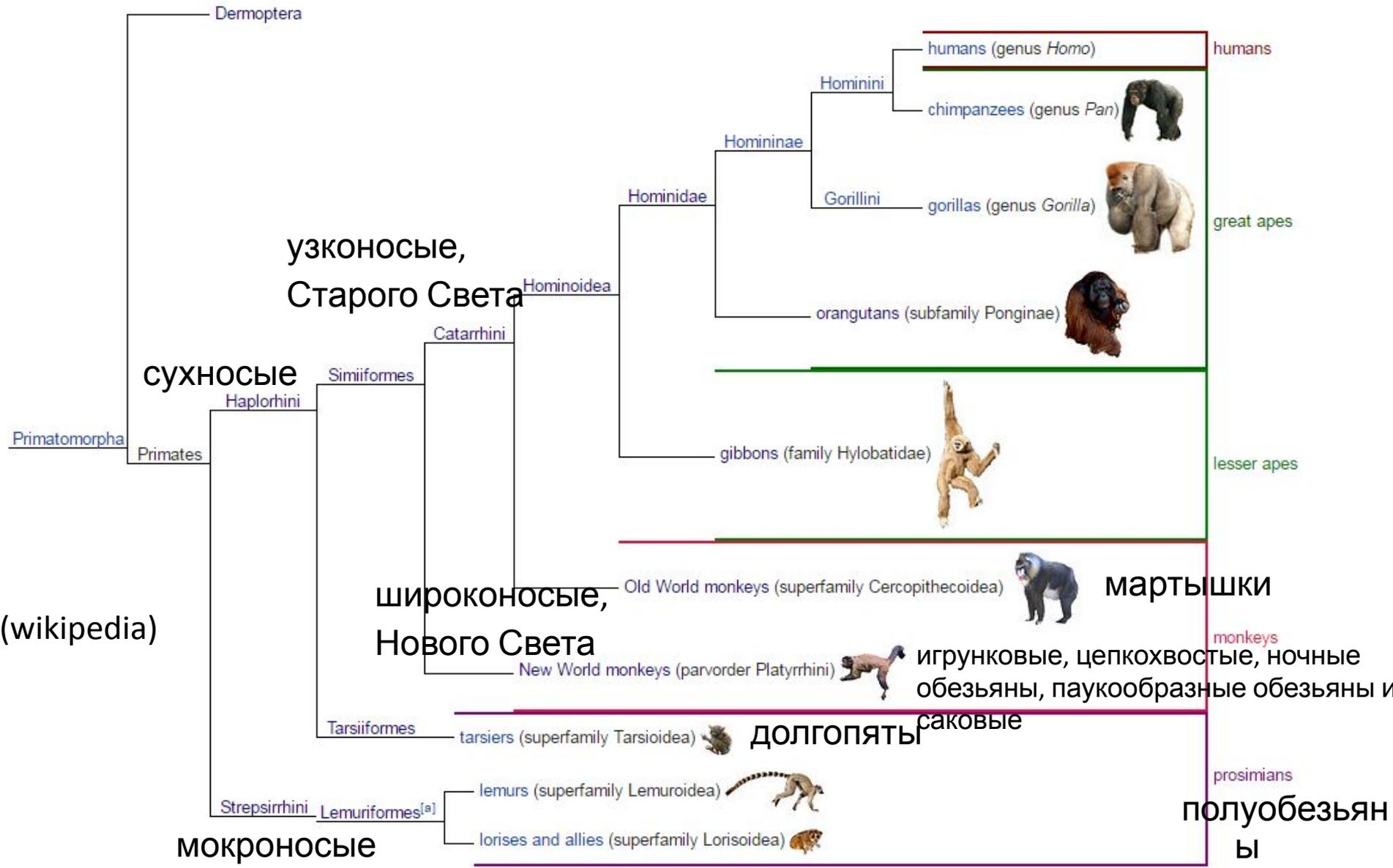


Carnivora

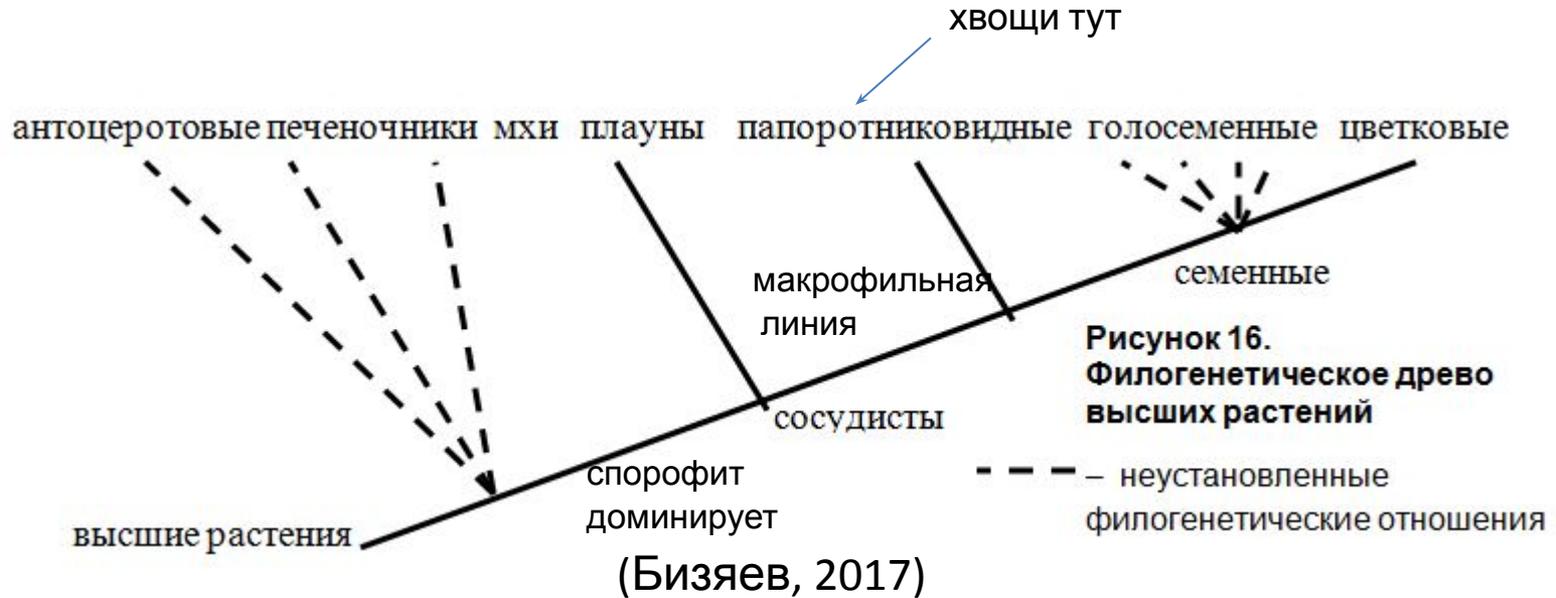
(Хищные), inc
Ластоногих

Обыкновенный кот (Felis silvestris)

Эволюция приматов



Эволюция высших растений



Эволюция Цветковых

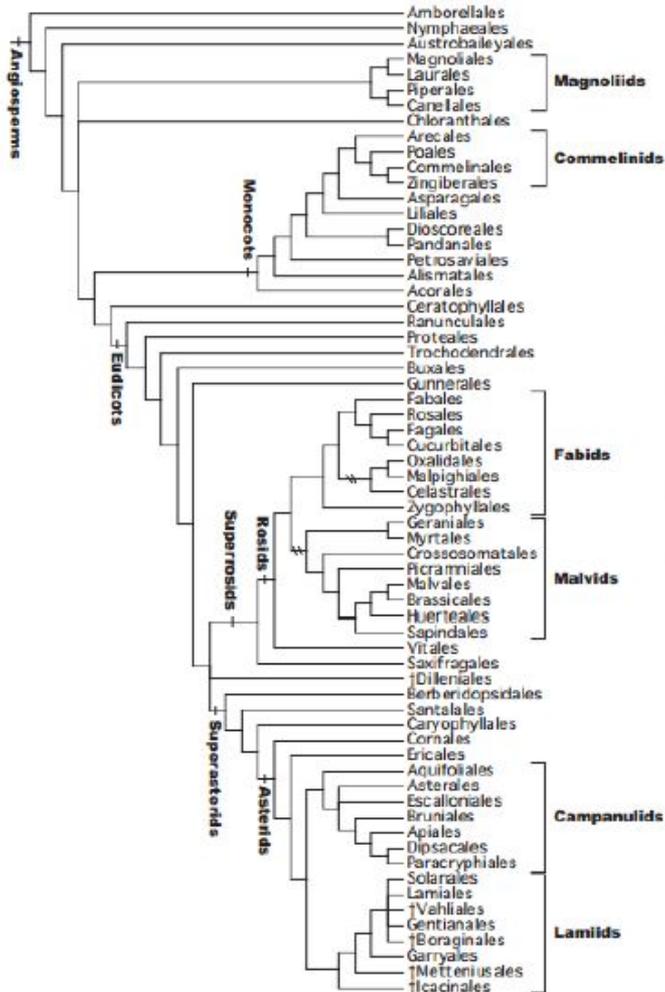


Рисунок 17. Древо покрытосеменных по APGIV (из APGIV, 2016)

∖ - 2 возможных положения клады Oxalidales+Malpighiales+Celastrales
 + - клады, впервые появившиеся в APG

Двудольные – парафилетическая группа

(Бизяев, 2017)

ИСТОЧНИКИ

- Campbell, Neil A. Biology // Neil A. Campbell, Jane B. Reece. - 9th edition, 2009
- K Shalchian-Tabrizi, W Eikrem, D Klaveness, D Vaultot, M.A Minge, F Le Gall, K Romari, J Thronsen, A Botnen, R Massana, H.A Thomsen, and K.S Jakobsen Telonemia, a new protist phylum with affinity to chromist lineages // Proc Biol Sci. 2006 Jul 22; 273(1595): 1833–1842. Published online 2006 Apr 28. (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1634789/>)
- Sina M. Adl, Alastair G. B. Simpson, Christopher E. Lane, Julius Lukes, David Bass, Samuel S. Bowser, Matthew W. Brown, Fabien Burki, Micah Dunthorn, Vladimir Hampl, Aaron Heiss, Mona Hoppenrath, Enrique Lara, Line le Gall, Denis H. Lynn, Hilary Mcmanus, Edward A. D. Mitchell, Sharon E. Mozley-stanridge, Laura W. Parfrey, Jan Pawlowski, Sonja Rueckert, Laura Shadwick, Conrad L. SCHÖCH, ALEXEY SMIRNOV And FREDERICK W. Spiegel The Revised Eukaryote Classification // J. EUKARYOT. MICROBIOL., 59, NO. 5, SEPTEMBER–OCTOBER 2012
- Белякова Г.А. Ботаника. в 4 т. Т. 1. Водоросли и грибы. учебник для студ. высш. учеб. заведений / Г.А. Белякова, Ю.Т. Дьякова, К.Л. Тарасов. – м.: Издательский центр «Академия», 2006а. – 320 с.
- Белякова Г.А. Ботаника. в 4 т. Т. 2. Водоросли и грибы. учебник для студ. высш. учеб. заведений / Г.А. Белякова, Ю.Т. Дьякова, К.Л. Тарасов. – м.: Издательский центр «Академия», 2006b. – 320 с.
- Бизяев Н.С. Введение в филогенетику и макросистематику / Вторая редакция. Beta 2.3.2. 2017 год
- Ботаника: Курс альгологии и микологии: Учебник / Под ред. Ю.Т. Дьякова. – М.: Изд-во МГУ, 2007. – 559 с. – (Классический университетский учебник)
- Кунин Е.В. Логика случая. О природе и происхождении биологической эволюции/Пер. с англ. – М.: ЗАО Издательство Центр-полиграф, 2014 – 527 с.
- Марков А. Рождение сложности. Эволюционная биология сегодня: неожиданные открытия и новые вопросы/Александр Марков – М.: Астрель: CORPUS, 2012 – 527, [1] с.
- Павлинов. И.Я. Введение в современную филогенетику (кладогенетический аспект). М.: изд-во КМК, 2005. ??? с. 51 илл. Библ. 132.
- Зоология беспозвоночных: Функциональные и эволюционные аспекты : учебник для студ. вузов : в 4 т. Т. 1. Протисты и низшие многоклеточные / Эдвард Э. Рупперт, Ричард С. Фокс, Роберт Д. Варне; пер. с англ. Т. А. Ганф, Н.В.Ленцман, Е.В. Сабанеевой; под ред. А.А.Добровольского и А. И.Гра- новича. — М. : Издательский центр «Академия», 2008. — 496 с.
- Хаусман К., Хюльсман Н., Радек Р. Протистология: Руководство Под ред. С.А. Корсуна. Пер. с англ. С.А. Карпова. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. — 495 с, ил.

Прочие источники

- <https://ru.wikipedia.org/>
- Курс лекций по альгологии и микологии
Беляковой Г.А. и Куракова
(Биологический факультет МГУ, 1 курс, 1
семестр)
- Лекция по макросистематике эукариот и
альгологии Беляковой Г.А. (Осенние
сборы по подготовке к международной
биологической олимпиаде, 2014 год.
Мытищи)