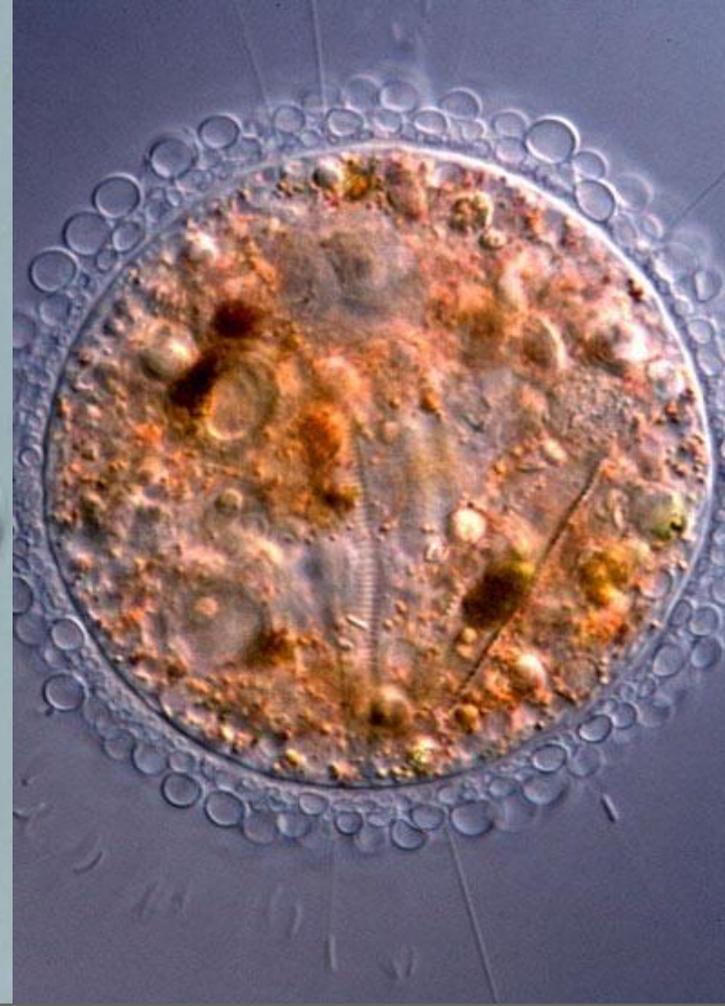




Ноябрь
2024



ЗООЛОГИЯ

БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ
ОБРАЗОВАНИЕ

Перестройка представлений о системе животного царства и основных направлениях эволюции многоклеточных животных

- ✓ Развитие сравнительной молекулярной биологии
- ✓ Широкое применение новых методов изучения морфологии и развития **ЖИВОТНЫХ** (совершенные электронные, конфокальные, иммуно-флуоресцентные микроскопы и др.)
- ✓ Открытие новых групп животных высокого таксономического ранга
- ✓ Появление докембрийской палеонтологии

ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ШКАЛА

	ЭРА	ПЕРИОД	млн. лет
ФАНЕРОЗОЙ	КАМНОУГОЛЬНАЯ	ЧЕТВЕРТИЧНЫЙ	1,8
		НЕОГЕНОВЫЙ	23,8
		ПАЛЕОГЕНОВЫЙ	65,0
	МЕЗОЗОЙСКАЯ	МЕЛОВЫЙ	142
		ЮРСКИЙ	205
		ТРИАСОВЫЙ	248
	ПАЛЕОЗОЙСКАЯ	ПЕРМСКИЙ	290
		КАМЕННОУГОЛЬНЫЙ	364
		ДЕВОНСКИЙ	417
		СИЛУРИЙСКИЙ	443
ОРДОВИКСКИЙ		496	
КЕМБРИЙСКИЙ		534	
КРИПТОЗОЙ	ПРОТЕРОЗОЙСКАЯ	ВЕНДСКИЙ	650
		РИФЕЙСКИЙ	1650
	КАРЕЛЬСКАЯ	КАРЕЛЬСКИЙ	2500
		АРХАЙСКАЯ	3500
		КХАР-ХЕЙСКАЯ	4500

ФАНЕРОЗОЙ

530±20 млн. лет назад

**РЕКОНСТРУКЦИЯ ДНА
КЕМБРИЙСКОГО МОРЯ
(ОКОЛО 530 МЛН. ЛЕТ
НАЗАД)**



КРИПТОЗОЙ

>540 млн. лет

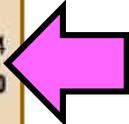


Эдиакарий
Венд (Вендский)

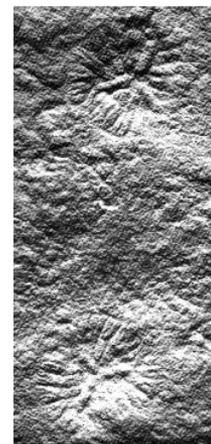
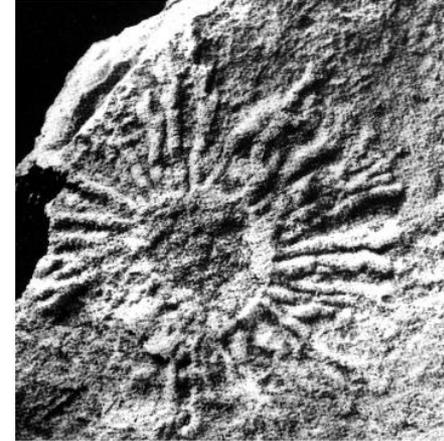
Р.Сприг, 1947

Б.С.Соколов, 1952

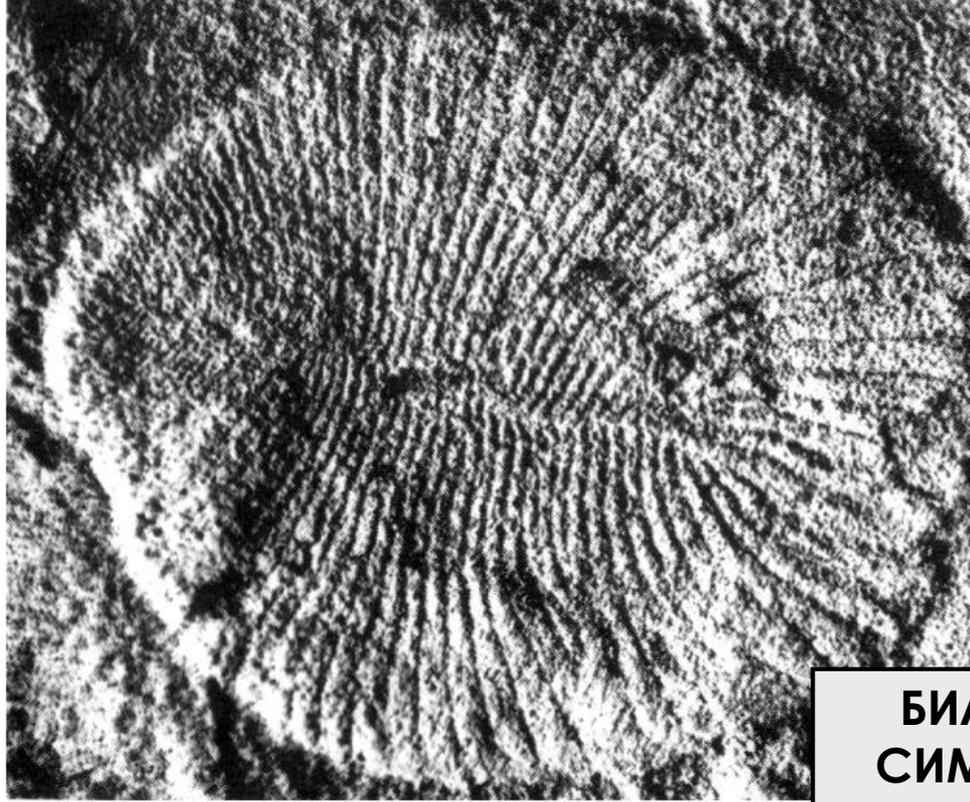
**Международный союз геологической науки,
 2004**



**635-542 млн.
 лет назад**



ВЕНДОБИОНТЫ



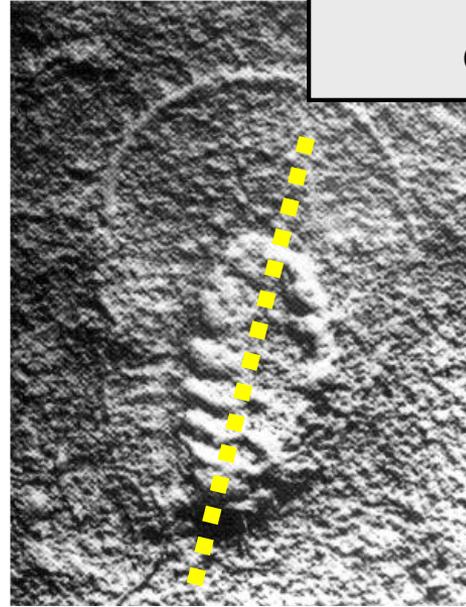
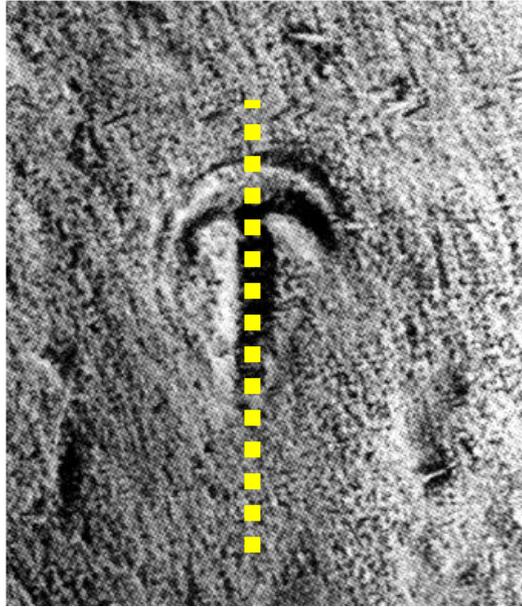
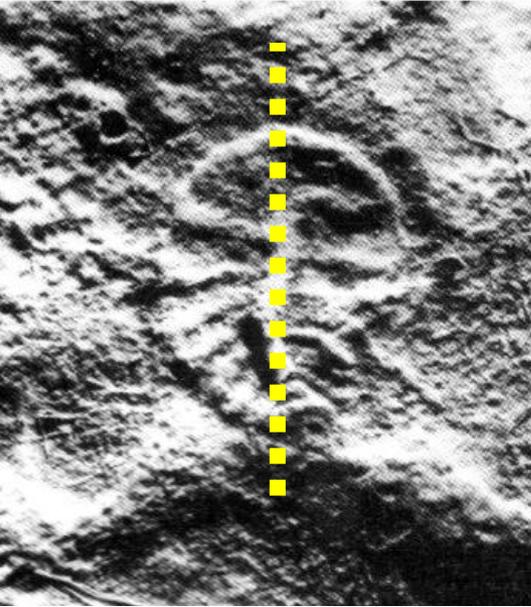
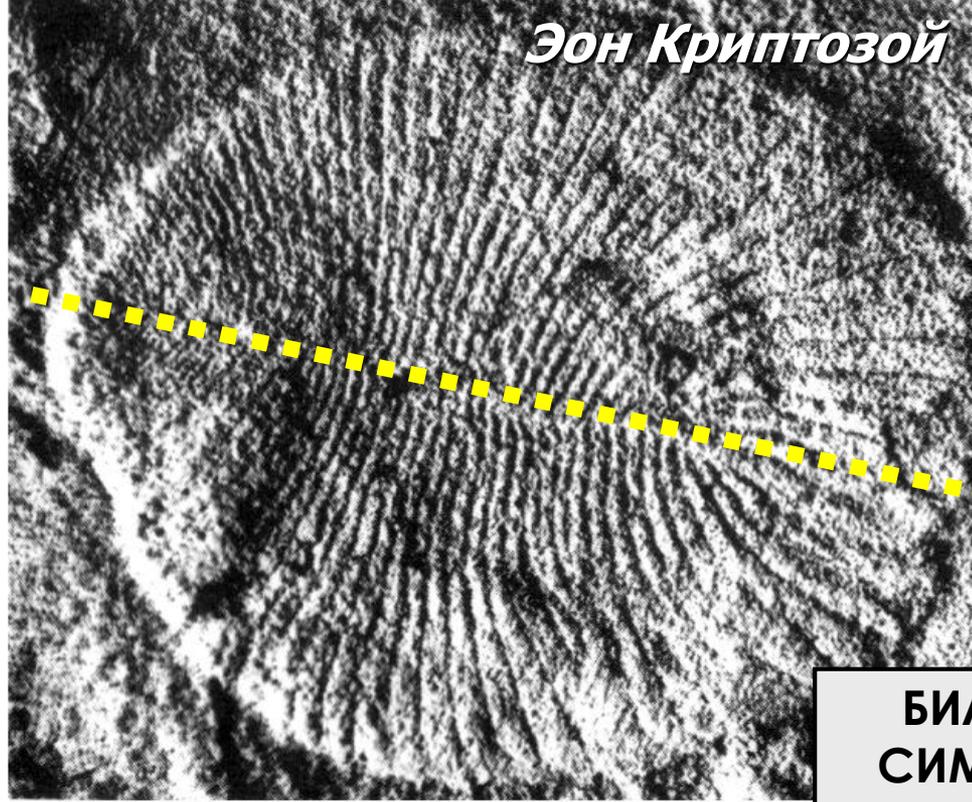
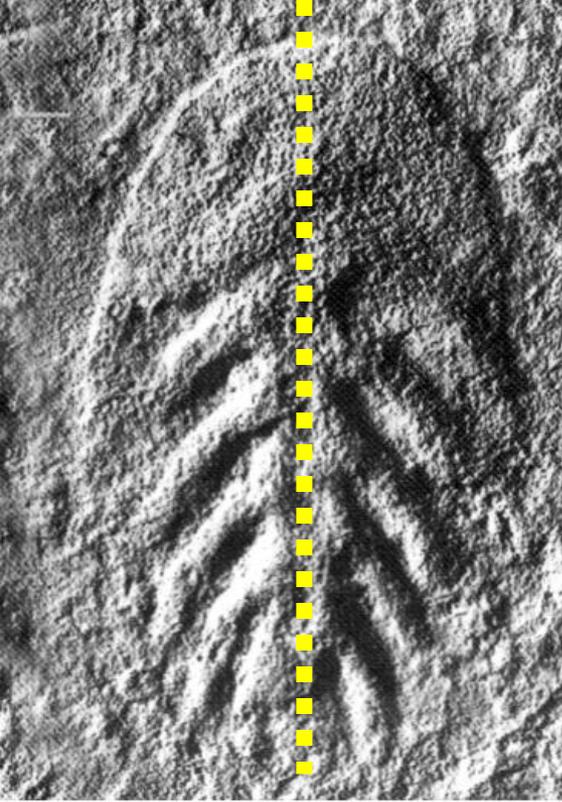
**БИЛАТЕРАЛЬНАЯ
СИММЕТРИЯ ТЕЛА
ВЕНДСКИХ
ОРГАНИЗМОВ**



Эон Криптозой

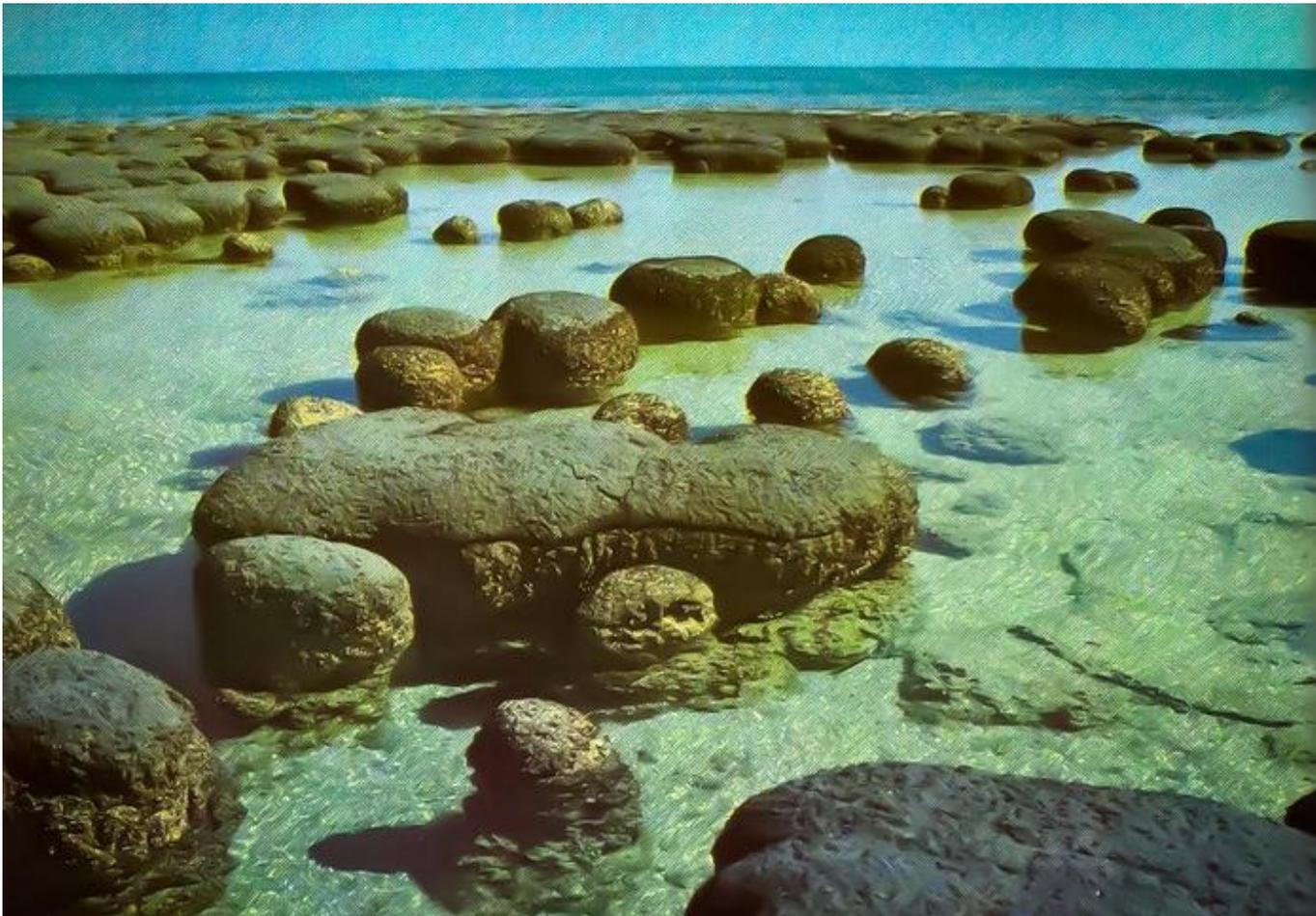
Цикломерия

**БИЛАТЕРАЛЬНАЯ
СИММЕТРИЯ ТЕЛА
ВЕНДСКИХ
ОРГАНИЗМОВ**



**СТРОМАТОЛИТЫ (ЦИАНОБАКТЕРИАЛЬНЫЕ МАТЫ) – РЕЗУЛЬТАТ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ СИНЕ-ЗЕЛЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ .**

Первоначально ошибочно принимались за остатки
многоклеточных эукариот: губок и кораллов.



**Возраст
до 3,5
млрд.
лет!**

**Воды
Австралии,
Западной
Атлантики**

Перестройка представлений о системе животного царства и основных направлениях эволюции многоклеточных животных



Развитие сравнительной молекулярной биологии



Широкое применение новых методов изучения морфологии и развития

ЖИВОТНЫХ (совершенные электронные, конфокальные, иммуно-флуоресцентные микроскопы и др.)



Открытие новых групп животных высокого таксономического ранга



Появление докембрийской палеонтологии

**СОВРЕМЕННАЯ
СИСТЕМА
ЖИВОТНЫХ**

ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ И ЧИСЛЕННОСТЬ ЦАРСТВ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ

Regnum Fungi (Грибы)
250 тыс., до 1,5 млн. видов

Regnum Animalia
(Metazoa)
(ЖИВОТНЫЕ)

1,6 - 2 млн.
ВИДОВ

Regnum Plantae
(Растения)
ок. 380 тыс.
ВИДОВ

Regnum Protista
(Протисты):
Protozoa+Chromista
30-100 тыс. видов

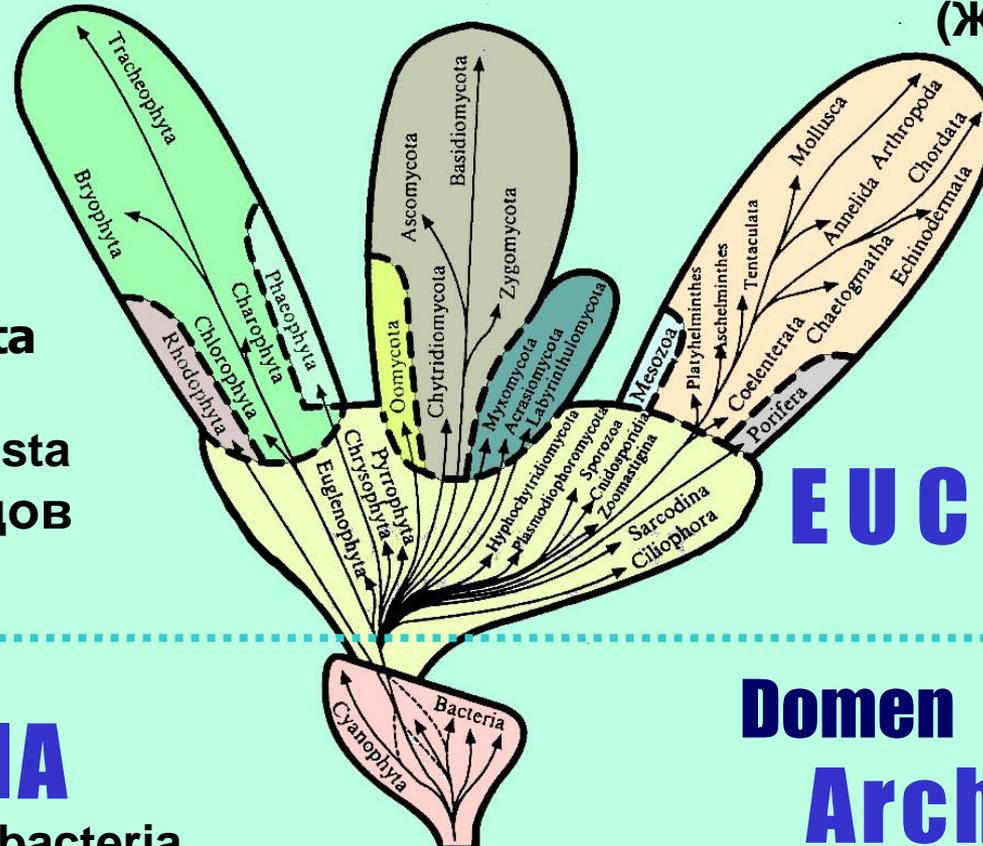
Domen
BACTERIA

Eubacteria, Cyanobacteria

неск. десятков тыс. видов

Domen
Archaea

неск. сотен видов



ВСЕГО ИЗВЕСТНО ПОРЯДКА **2,5-3 млн. видов** ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ

СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА ЖИВОТНЫХ

Царство (Regnum)
Protista

*ОТСУТСТВИЕ
ГЕТЕРОКЛЕТОЧНОСТИ*

*ВЕДУЩИЕ
ЧЕРТЫ
ОРГАНИЗАЦИИ*

Царство (Regnum)
**Metazoa
(Animalia)**

*ВЫРАЖЕННАЯ
ГЕТЕРОКЛЕТОЧНОСТЬ*

Подцарство (Subregnum)
Prometazoa

Подцарство (Subregnum)
Eumetazoa

СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА МНОГОКЛЕТОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

Царство (Regnum)
Protista

*ОТСУТСТВИЕ
ГЕТЕРОКЛЕТОЧНОСТИ*

*ОТСУТСТВИЕ
ТКАНЕВОЙ
ОРГАНИЗАЦИИ
ЗАРОДЫШЕВЫЕ
ЛИСТКИ НЕ ВЫРАЖЕНЫ
НЕТ РТА И КИШЕЧНИКА
НЕРВНЫЕ И
МУСКУЛЬНЫЕ КЛЕТКИ
ОТСУТСТВУЮТ*

Царств (Regnum)
Metazoa

Подцарство (Subregnum)
Prometazoa

Тип (Phylum) **Porifera**
5-10 тыс. видов

Тип (Phylum) **Placozoa**
2 вида

Подцарство (Subregnum)
Eumetazoa

ЕСТЬ ТКАНИ И ОРГАНЫ

Подцарство (Subregnum) **Eumetazoa**

*РАДИАЛЬНАЯ (ЛУЧИСТАЯ)
СИММЕТРИЯ ТЕЛА*

*В ЭМБРИОГЕНЕЗЕ ЗАКЛАДЫВАЮТСЯ
ДВА ЗАРОДЫШЕВЫХ ЛИСТКА*

Раздел (Divisio)

Diploblastica (Radiata)

Phylum **Ctenophora**

80-100 видов

Phylum **Cnidaria**

8-10 тыс. видов

*БИЛАТЕРАЛЬНАЯ
(ДВУБОКОВАЯ) СИММЕТРИЯ ТЕЛА*

*В ЭМБРИОГЕНЕЗЕ ЗАКЛАДЫВАЮТСЯ
ТРИ ЗАРОДЫШЕВЫХ ЛИСТКА*

Раздел (Divisio)

Triploblastica (Bilateria)

Subdivisio **Xenacoelomorpha**

Subdivisio **Spiralia (Protostomia)**

Subdivisio **Ecdysozoa**

Subdivisio **Lophophorata**

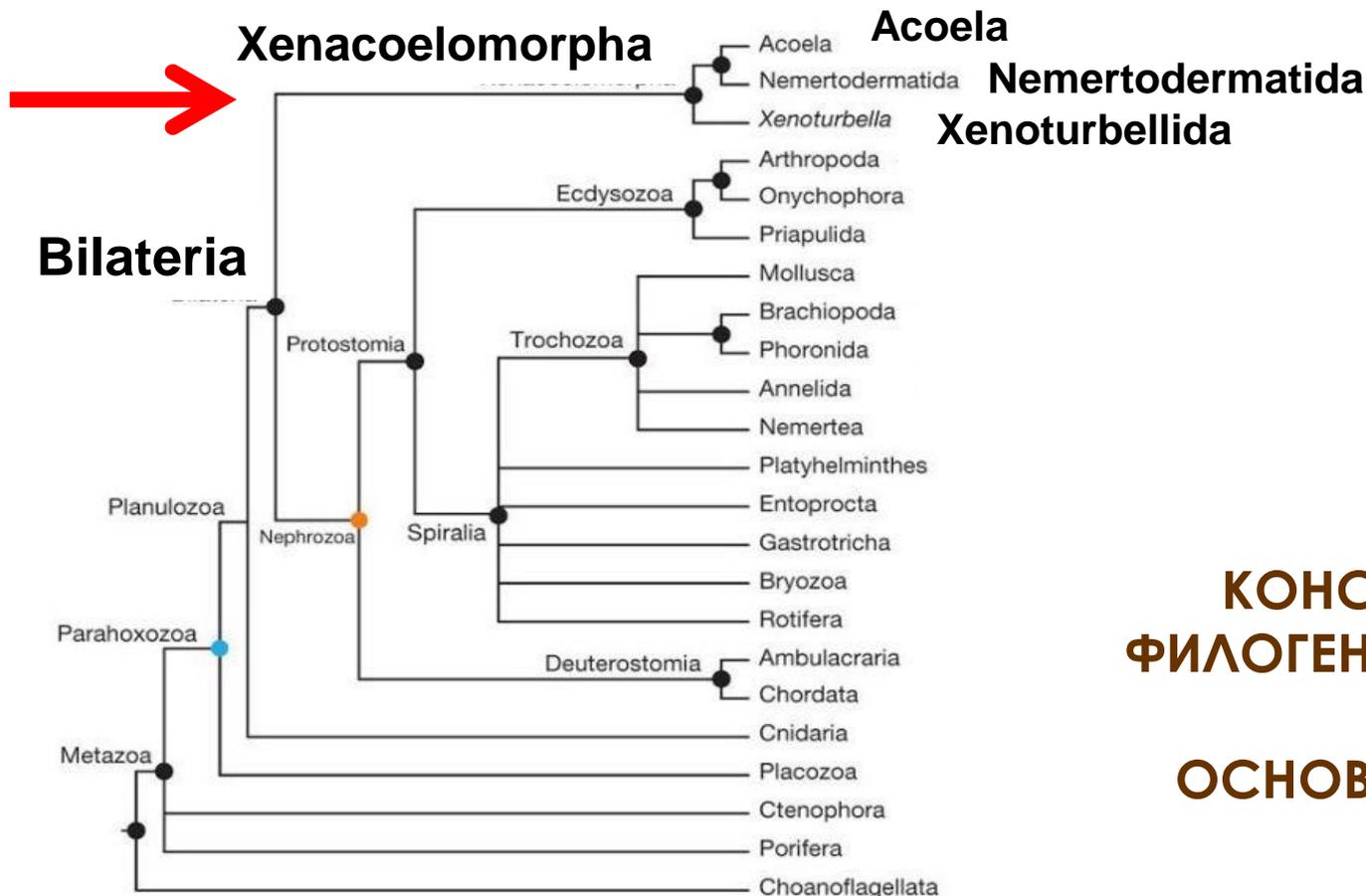
Subdivisio **Chaetognatha**

Subdivisio **Deuterostomia**

Subdivisio Xenacoelomorpha

Phylum Xenacoelomorpha >400 видов

*Нервная система
базипидермальная в
виде простого плексуса,
мозг отсутствует,
другие особенности.*



**КОНСЕНСУСНОЕ
ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКОЕ
ДРЕВО
ОСНОВНЫХ ГРУПП
МЕТАЗОА**

Подраздел (Subdivisio) **Spiralia (Protostomia)**

*Дробление спиральное
Полость тела отсутствует,
первичная или вторичная (целом)*

Phylum **Annelida** 17-20 тыс. в.

Phylum **Pogonophora** 150 в.

Phylum **Echiura** 150 видов

Phylum **Sipuncula** 250 видов

Phylum **Mollusca** 115 тыс. в.

Phylum **Nemertini** 900 видов

Phylum **Lobatocerebrida** 2 в.

Phylum **Plathelminthes** 13 т.в.

Phylum **Orthnectida** 30 видов

Phylum **Dicyemida** 70 видов

Phylum **Gnathostomulida** 100 в.

Phylum **Micrognathozoa** ок.10 в.

Phylum **Rotifera** ок. 2 тыс. видов

Phylum **Acanthocephala** 800 в.

Phylum **Cycliophora** 2-3 вида

Phylum **Kamptozoa** ок. 100 видов

Phylum **Gastrotricha** ок. 400 в.

Подраздел (Subdivisio) **Spiralia (Protostomia)**

*Вторичная полость
тела - целом*

Phylum **Annelida** 17-20 тыс. в.

Phylum **Pogonophora** 150 в.

Phylum **Echiura** 150 видов

Phylum **Sipuncula** 250 видов

Phylum **Mollusca** 115 тыс. в.

Phylum **Nemertini** 900 видов

Phylum **Lobatocerebrida** 2 в.

Phylum **Plathelminthes** 13 т.в.

Phylum **Orthnectida** 30 видов

Phylum **Dicyemida** 70 видов

Phylum **Gnathostomulida** 100 в.

Phylum **Micrognathozoa** ок.10 в.

Phylum **Rotifera** ок. 2 тыс. видов

Phylum **Acanthocephala** 800 в.

Phylum **Cycliophora** 2-3 вида

Phylum **Kamptozoa** ок. 100 видов

Phylum **Gastrotricha** ок. 400 в.

Раздел (Divisio) **Triploblastica**
(Bilateria)

Subdivisio **Xenacoelomorpha**

Subdivisio **Spiralia**

*ЩУПАЛЬЦА РАСПОЛАГАЮТСЯ НА
ЩУПАЛЬЦЕНОСЦЕ - ЛОФОФОРЕ*

Subdivisio **Lophophorata**

Phylum **Phoronida** 10 в.

Phylum **Bryozoa** 4,5 тыс.в.

Phylum **Brachiopoda** 350 в.

Subdivisio **Chaetognatha**

Phylum **Chaetognatha** 70 в.

Subdivisio **Deuterostomia**

*РОСТ СОПРОВОЖДАЕТСЯ ЛИНЬКОЙ
ПУТЕМ СБРАСЫВАНИЯ ЭКЗУВИЯ
ГОРМОН ЛИНЬКИ - ЭКДИЗОН*

Subdivisio **Ecdysozoa**

Phylum **Arthropoda** ок 2 млн.в.

Phylum **Onychophora** 100 в.

Phylum **Tardigrada** 400 видов

Phylum **Nemata** 15 тыс.-1 млн.в.

Phylum **Nematomorpha** 320 в.

Phylum **Cephalorhyncha** 250 в.

Раздел (Divisio)
Triploblastica (Bilateria)

Subdivisio
Xenacoelomorpha

Subdivisio **Spiralia**
(Protostomia)

Subdivisio **Ecdysozoa**

Subdivisio **Chaetognatha**

Subdivisio **Lophophorata**

Subdivisio **Deuterostomia**

Phylum **Hemichordata**
ок. 100 видов

Phylum **Echinodermata**
ок. 6,3 тыс. видов

Phylum **Chordata**
ок. 48 тыс. видов

ЭМБРИОНАЛЬНЫЕ ПРИЗНАКИ:
ДРОБЛЕНИЕ РАДИАЛЬНОЕ
БЛАСТОПОР ПРЕВРАЩАЕТСЯ В АНУС
МЕЗОДЕРМА ЗАКЛАДЫВАЕТСЯ
ЭНТЕРОЦЕЛЬНЫМ СПОСОБОМ

СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА ЖИВОТНЫХ



Regnum
Protista

*ОТСУТСТВИЕ
ГЕТЕРОКЛЕТОЧНОСТИ*

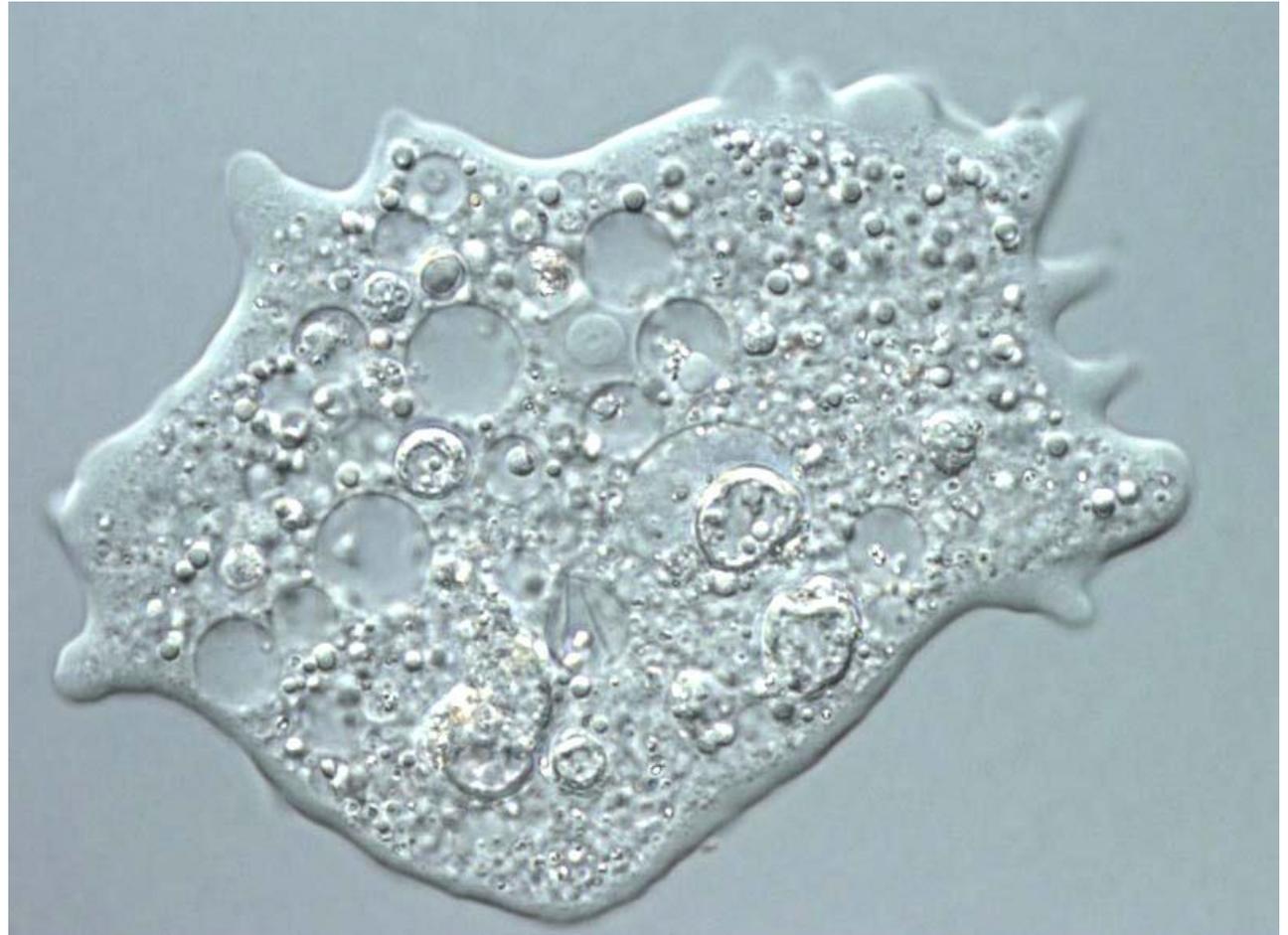


ПРОТИСТОЛОГИЯ

Regnum
**Metazoa
(Animalia)**

*ВЫРАЖЕННАЯ
ГЕТЕРОКЛЕТОЧНОСТЬ*

ВВЕДЕНИЕ В НАУКУ ПРОТИСТОЛОГИЮ

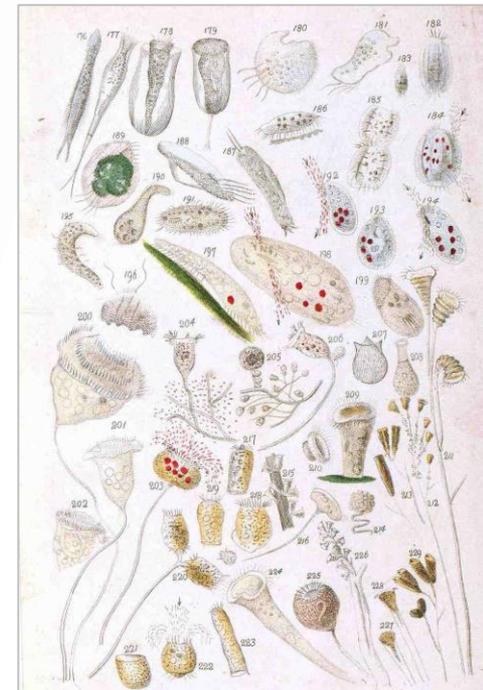




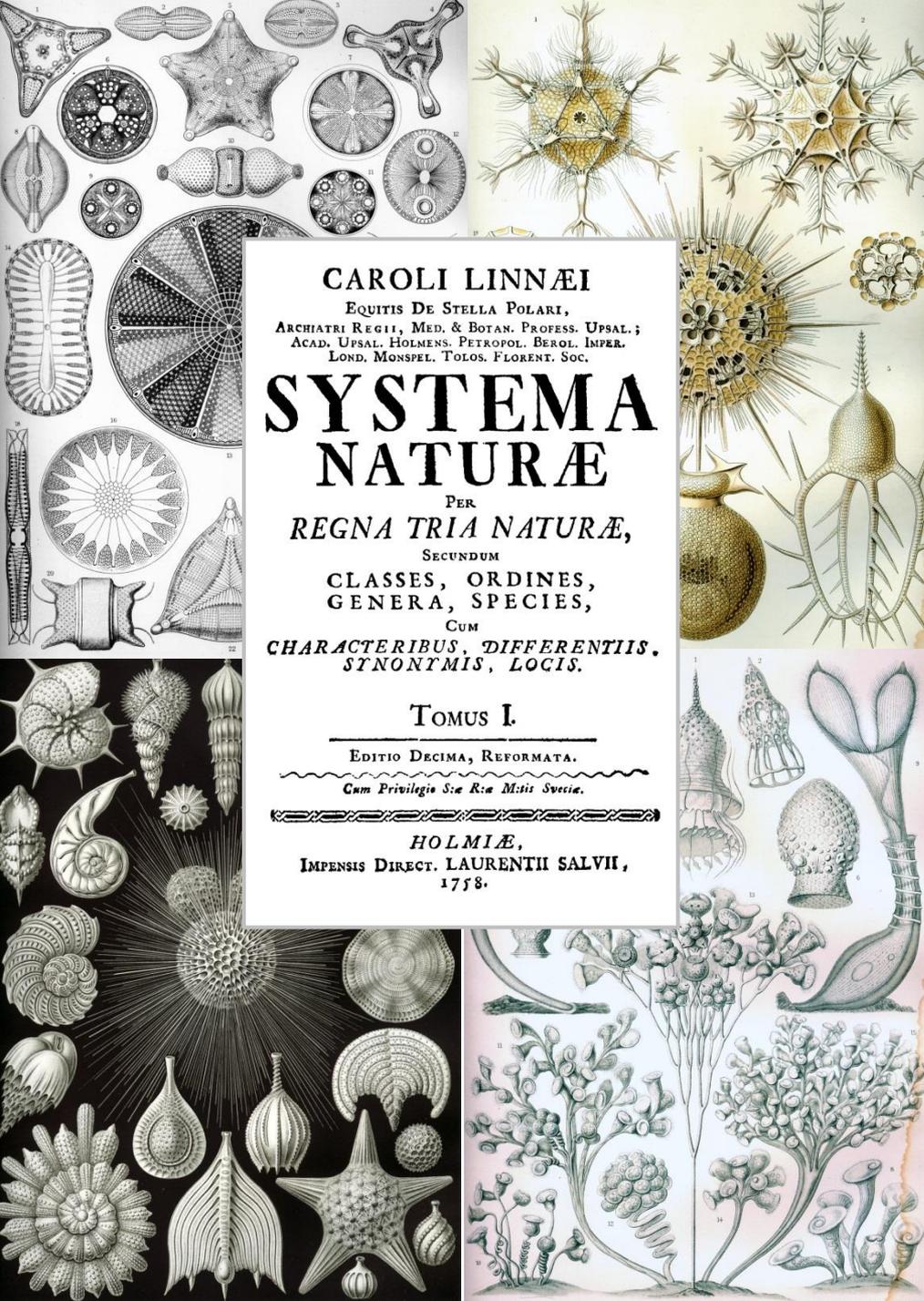
Антони Ван Левенгук 1632 – 1723

- ~ первооткрыватель простейших
- ~ основоположник научной микроскопии

**«Микроскопиум»
А. В. Левенгука ~1670-е годы**



**Анималькули – «маленькие
зверушки» А.В.Левенгука, 1673**



CAROLI LINNÆI
EQUITIS DE STELLA POLARI,
ARCHIATRI REGII, MED. & BOTAN. PROFESS. UPSAL.;
ACAD. UPSAL. HOLMENS. PETROPOL. BEROL. IMPER.
LOND. MONSPEL. TOLOS. FLORENT. SOC.

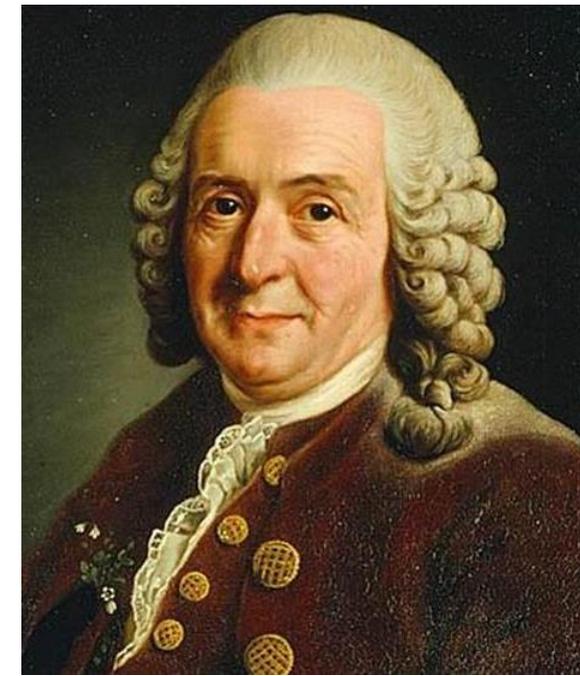
**SYSTEMA
NATURÆ**

PER
REGNA TRIA NATURÆ,
SECUNDUM
CLASSES, ORDINES,
GENERA, SPECIES,
CUM
**CHARACTERIBUS, DIFFERENTIIS,
SYNONYMIS, LOCIS.**

TOMUS I.

EDITIO DECIMA, REFORMATA.
Cum Privilegio Sæc Ræ Mæjæ Sveciæ.

HOLMIÆ,
IMPENSIS DIRECT. LAURENTII SALVII,
1758.



**Карл Линней
(Carl Linnaeus)**

1707 – 1778

**В 12-е издание (1766-1768 гг.,
4 тома) «SYSTEMA NATURÆ»**

**крупные формы протистов
вошли в группу червей,
мелкие – в «хаос»**



КАРЛ ЗИБОЛЬД

1845

«PROTOZOA»

ПРОТОЗООЛОГИЯ



МАТТИАС ШЛЕЙДЕН **ТЕОДОР ШВАНН**

КЛЕТОЧНАЯ ТЕОРИЯ

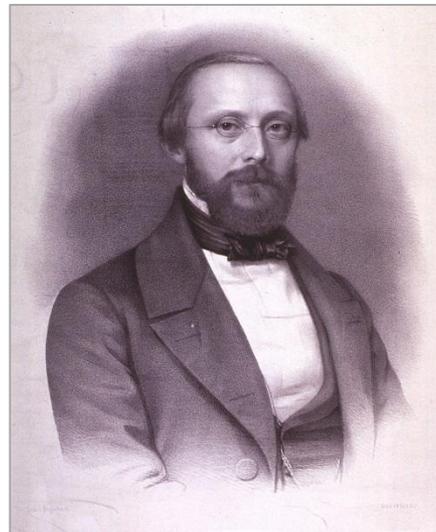
1838



РУДОЛЬФ ВИРХОВ

1855

**...всякая клетка
происходит от
другой клетки...**





ЭРНСТ
ГЕККЕЛЬ

**ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКОЕ
ДРЕВО ПО Э.ГЕККЕЛЮ
1866**

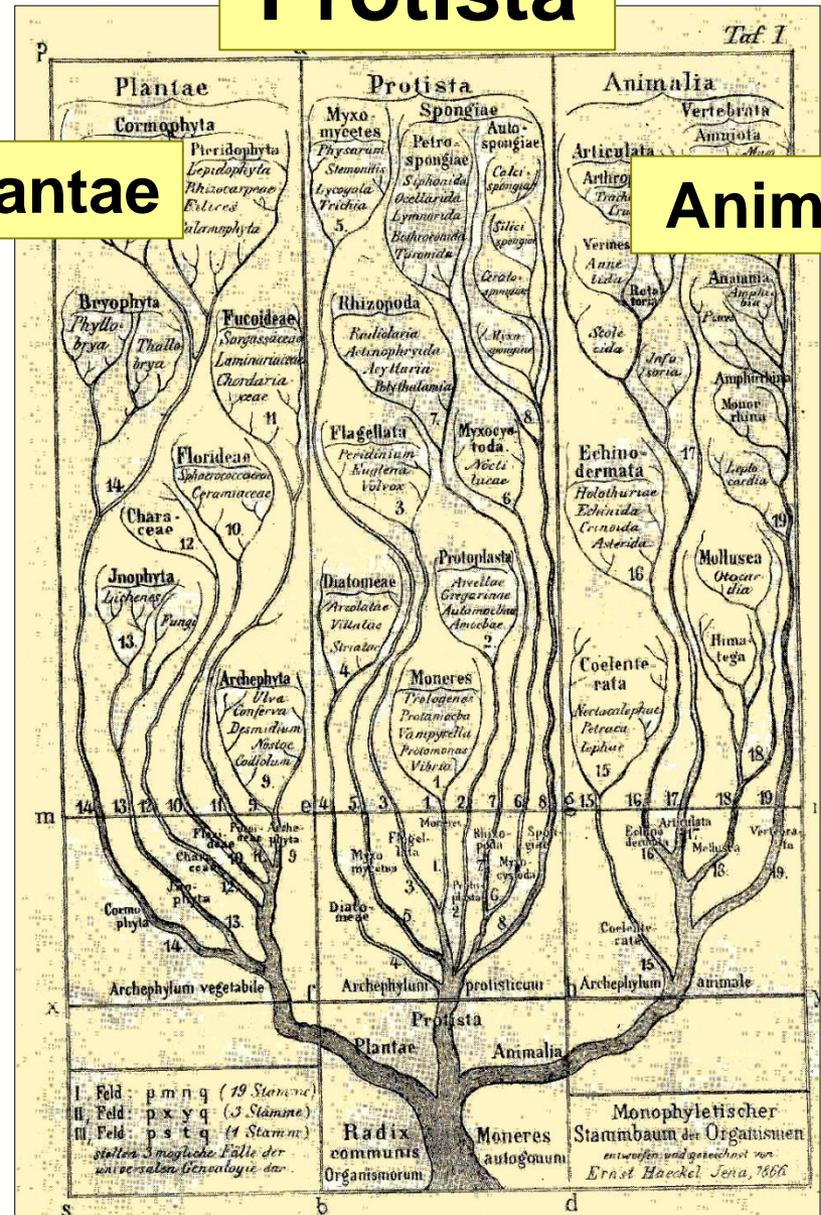
**С ЦАРСТВОМ
PROTISTA**

ПРОТИСТОЛОГИЯ

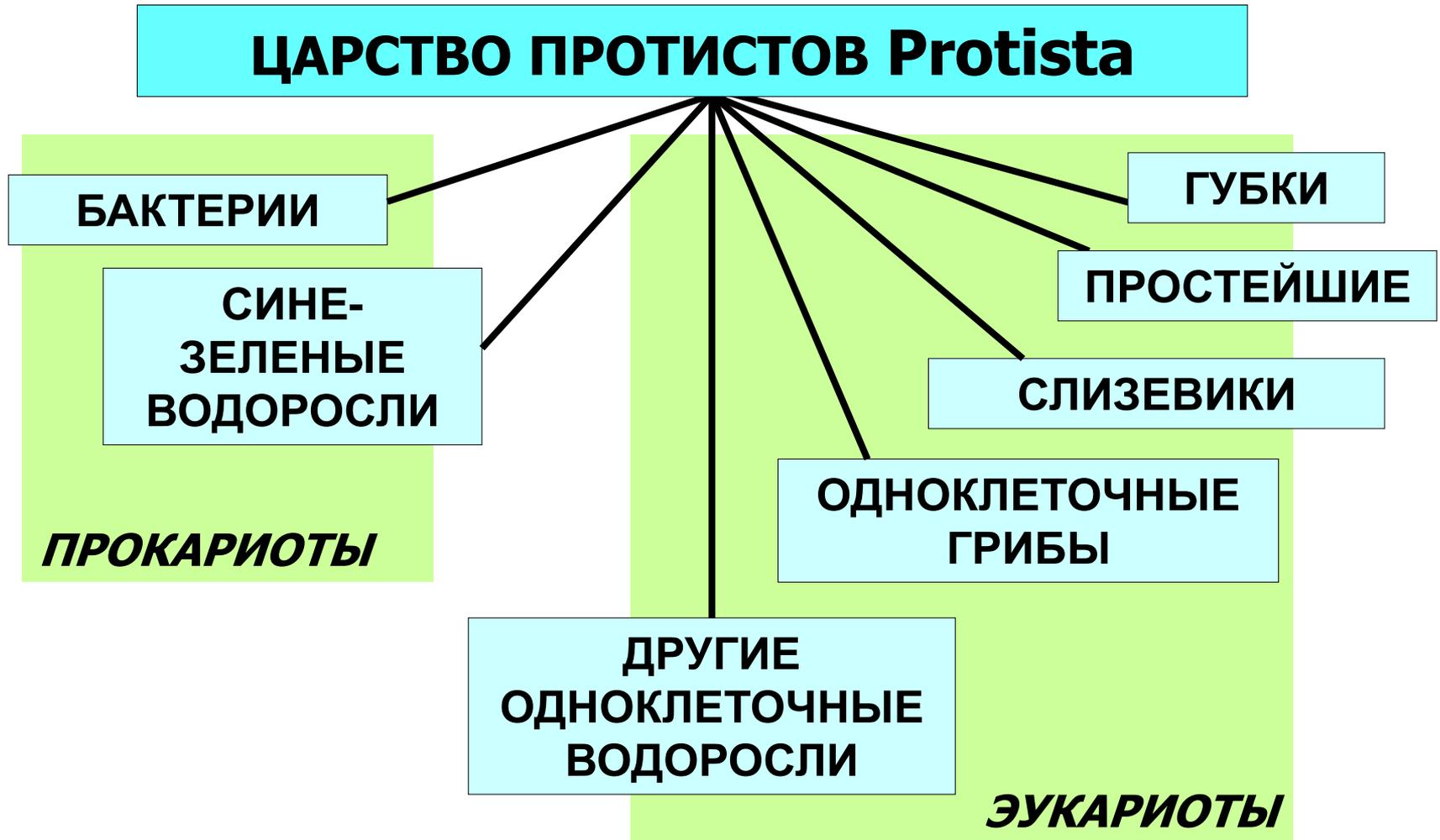
Protista

Plantae

Animalia



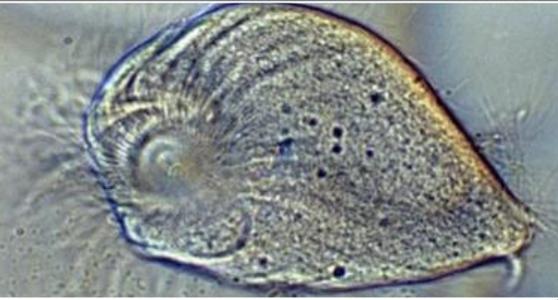
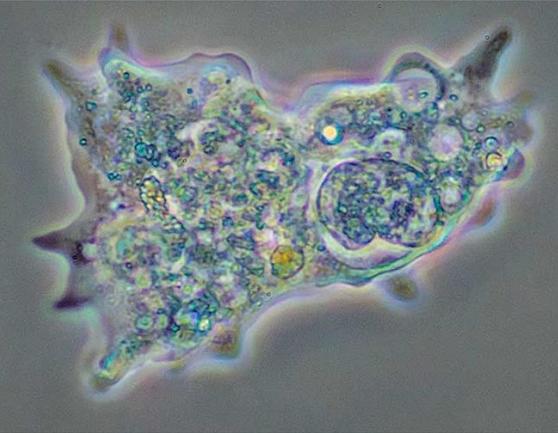
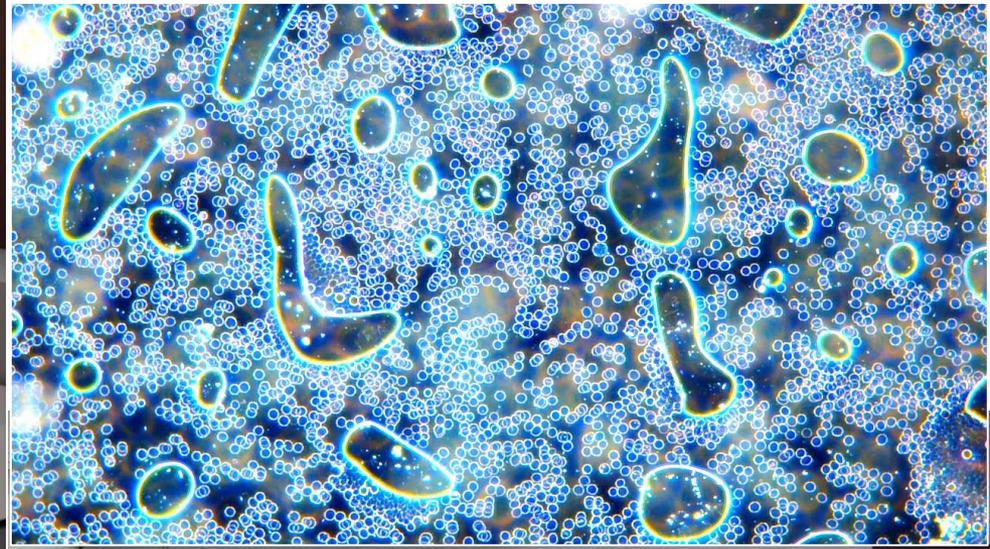
ЦАРСТВО PROTISTA ПО Э.ГЕККЕЛЮ 1866



**ПРИМЕР ИСКУССТВЕННОЙ
КЛАССИФИКАЦИИ**

ПРОТИСТОЛОГИЯ

Изучение Protista



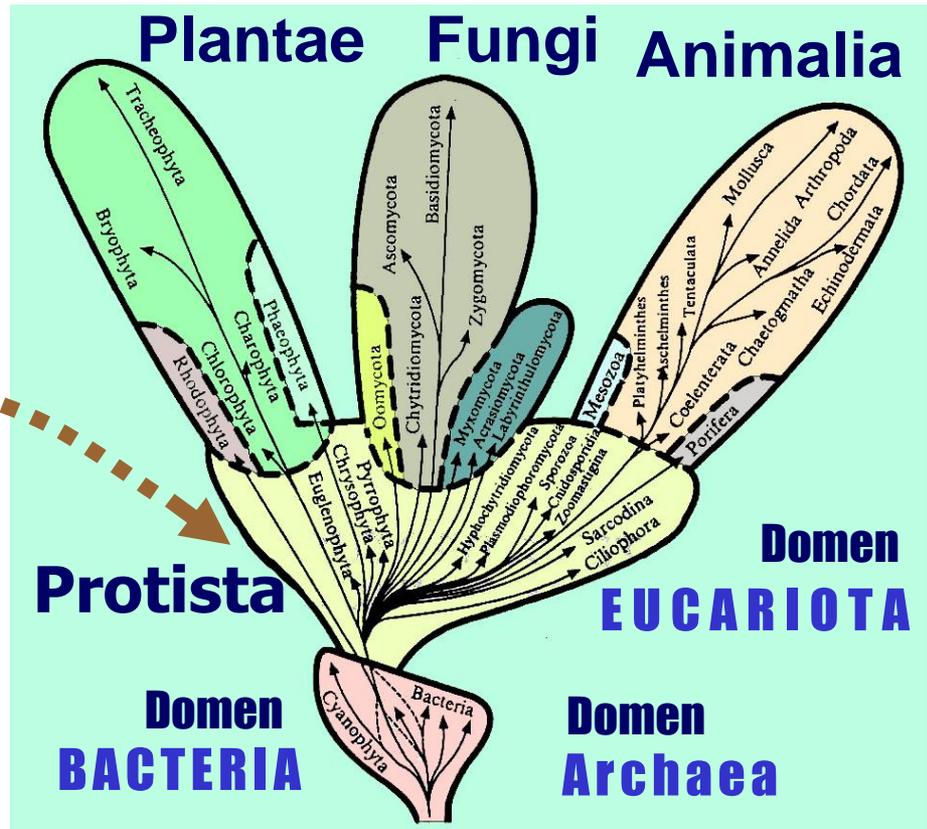
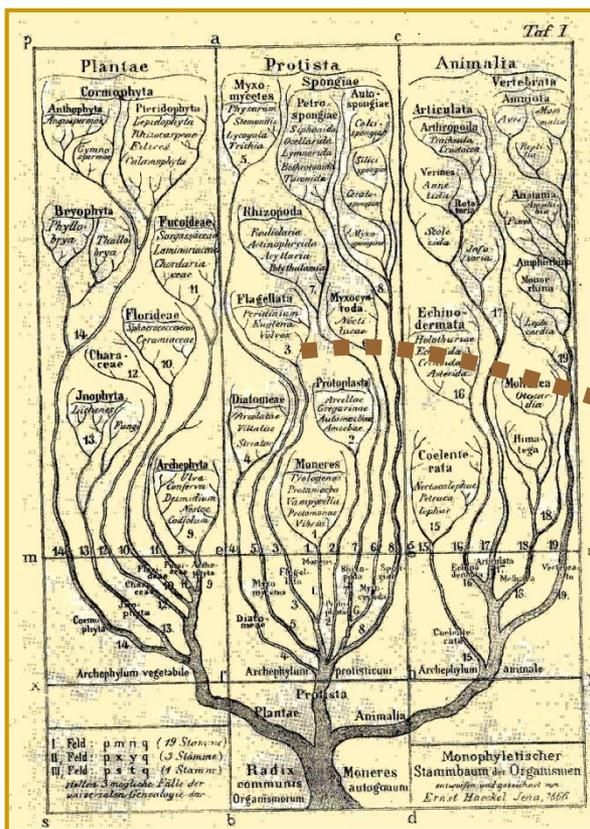
Методы электронной, конфокальной и флуоресцентной микроскопии

Возрождение идеи Protista

*Copeland, 1956;
Whittaker, 1969;
Margulis, 1992 и др.*

- Новые ультраструктурные данные
- Филогенетическая близость простейших и водорослей
- Развитие симбиогенетических идей на клеточном уровне

ФИЛОГЕНЕТИЧЕСКОЕ ДРЕВО ПО Э.ГЕККЕЛЮ 1866 С ЦАРСТВОМ PROTISTA

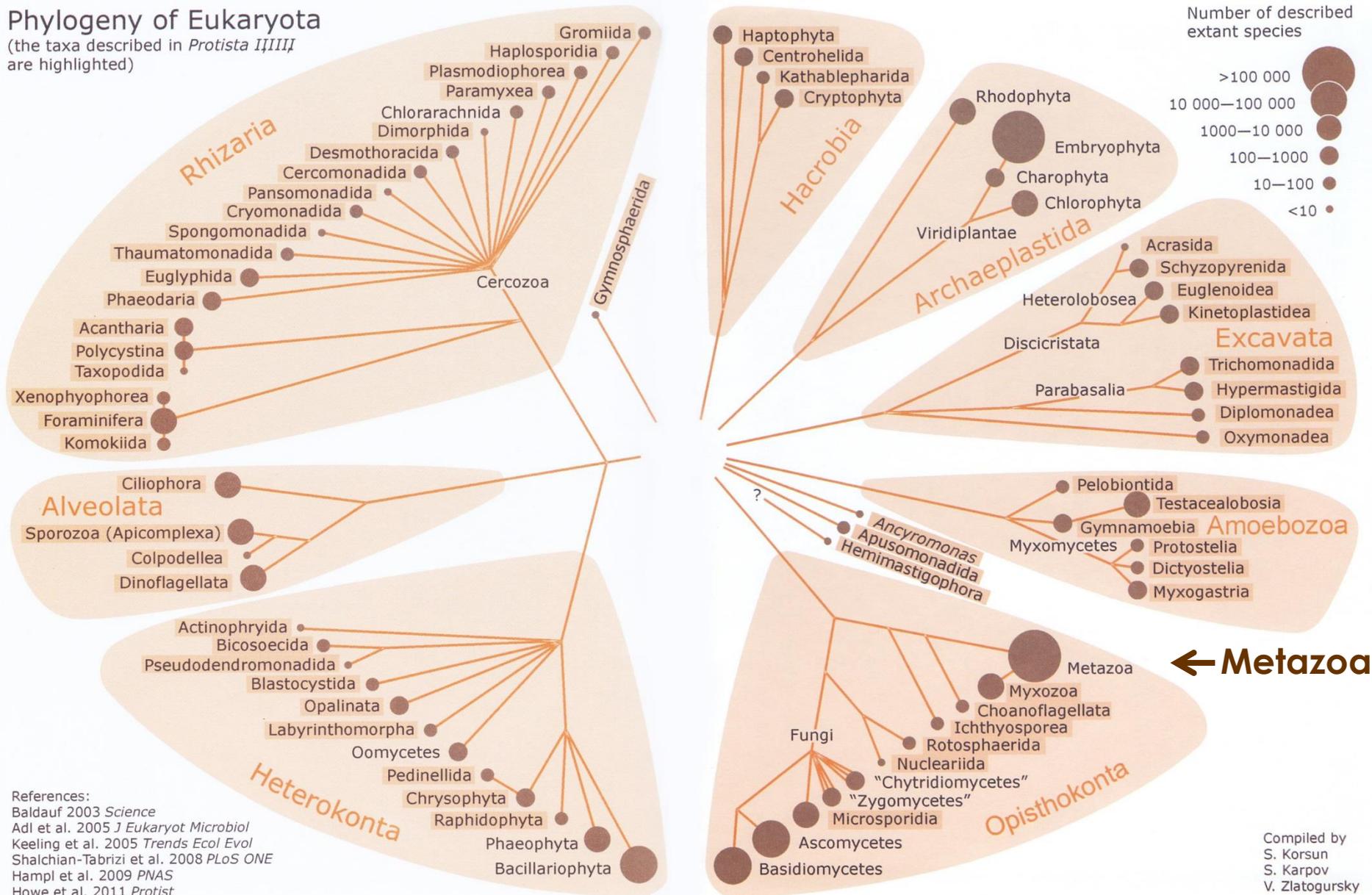


**СОВРЕМЕННЫЕ
ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О
ФИЛОГЕНИИ
ЭУКАРИОТ**

СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ФИЛОГЕНИИ EUCARIOTA

Phylogeny of Eukaryota

(the taxa described in *Protista I-III* are highlighted)



References:
 Baldauf 2003 *Science*
 Adl et al. 2005 *J Eukaryot Microbiol*
 Keeling et al. 2005 *Trends Ecol Evol*
 Shalchian-Tabrizi et al. 2008 *PLoS ONE*
 Hampl et al. 2009 *PNAS*
 Howe et al. 2011 *Protist*

Compiled by
 S. Korsun
 S. Karpov
 V. Zlatogursky

СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА ЖИВОТНЫХ

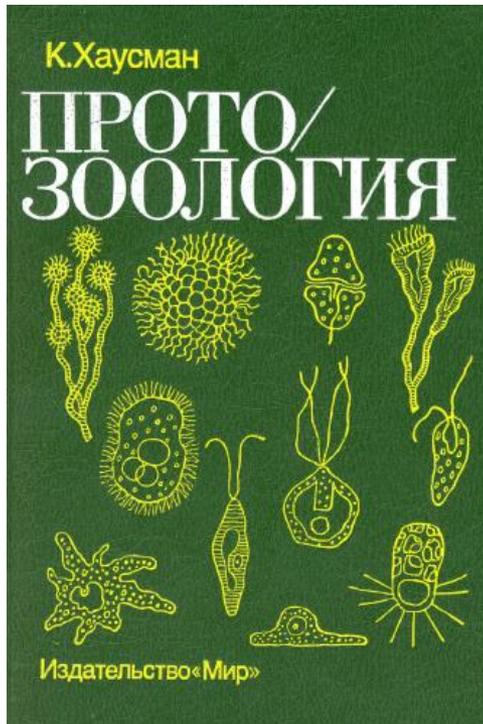
Царство (Regnum)
Protista

*ОТСУТСТВИЕ
ГЕТЕРОКЛЕТОЧНОСТИ*

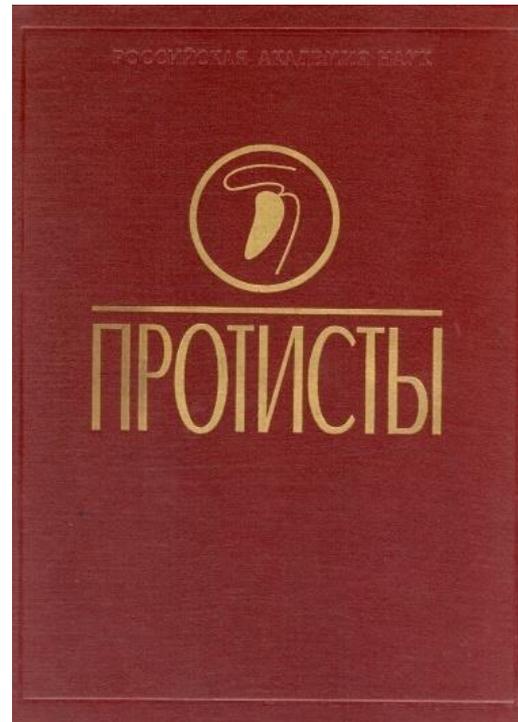
Царство (Regnum)
**Metazoa
(Animalia)**

*ВЫРАЖЕННАЯ
ГЕТЕРОКЛЕТОЧНОСТЬ*

Разные системы протистов

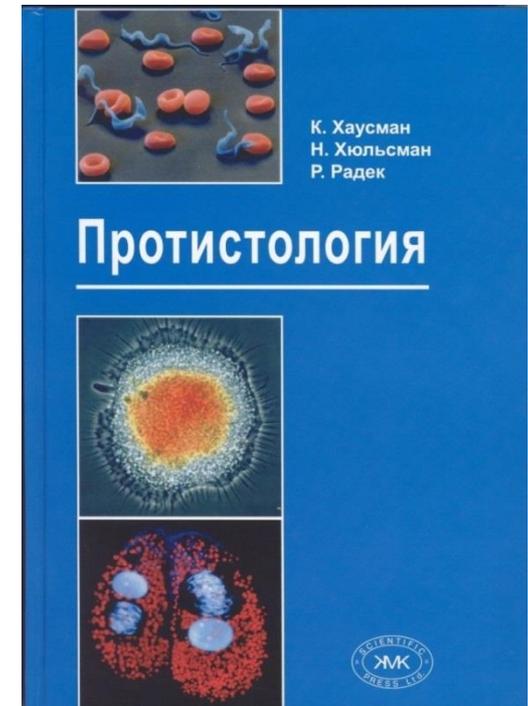


К.Хаусман.
ПРОТОЗООЛОГИЯ
Москва: «Мир»,
1988.



Хаусман К., Хюльсман Н.,
Радек Р. Протистология. М.:
КМК, 2010.

ПРОТИСТЫ. Части 1, 2, 3.
Руководство по зоологии.
СПб: «Наука», 2001, 2007, 2010



**КАКУЮ СИСТЕМУ
ПРОТИСТОВ
ИСПОЛЬЗОВАТЬ?**

Царство **Protista** (Protozoa)

7 ТИПОВ

Тип **Sarcomastigophora**
(ок. 20 тыс. видов)

Тип **Ciliophora**
(более 7 тыс. видов)

Тип **Labirintomorpha**
(неск. десятков видов)

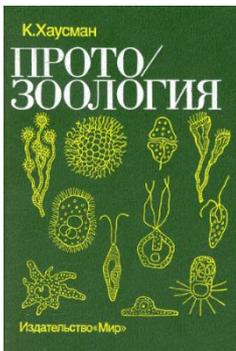
Тип **Apicomplexa**
(ок. 4 тыс. видов)

Тип **Microspora**
(ок. 300 видов)

Тип **Ascetospora**
(неск. десятков видов)

Тип **Myxozoa**
(ок. 1 тыс. видов)

ПАРАЗИТИЧЕСКИЕ ПРОСТЕЙШИЕ СО СТАДИЕЙ СПОРЫ (СПОРОЗОИТА) В ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ



К.Хаусман.
ПРОТОЗООЛОГИЯ
Москва: «Мир»,
1988.

**Устаревшая система, не отображает
многообразия протистов**

Царство **Protista** (Protozoa)

Тип **Microsporidia**
Тип **Dynophyta**
Тип **Ciliophora**
Тип **Apicomplexa**
Тип **Rhizopoda**
Тип **Radiolaria**
Тип **Myxozoa**
Тип **Opalinata**
Тип **Labirinthomorpha**
Тип **Dinoflagellata**
Тип **Acantharia**
Тип **Taxopodida**
Тип **Choanomomada**
Тип **Polymastigota**
Тип **Plasmodiophora**
Тип **Foraminifera**
Тип **Euglenozoa**

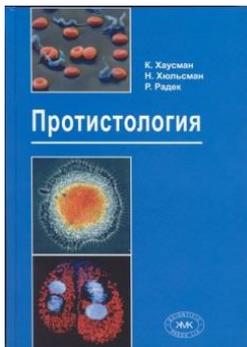
“Тип **Heliozoa**”
(Полифилетическая группа)
Тип **Pelobiontida**
Тип **Apusozoa**
Тип **Hemimastigophorea**
Тип **Ichthysporea**
Тип **Kathablepharida**
Тип **Haplosporidia**
Тип **Paramyxia**
Тип **Thaumatomonadida**
Тип **Cryomonadida**
Тип **Pansomonadida**
и другие



ПРОТИСТЫ.
Части 1, 2, 3.
Руководство по
зоологии. СПб:
«Наука», 2001,
2007, 2010

Всего 33+
ТИПОВ
Protista

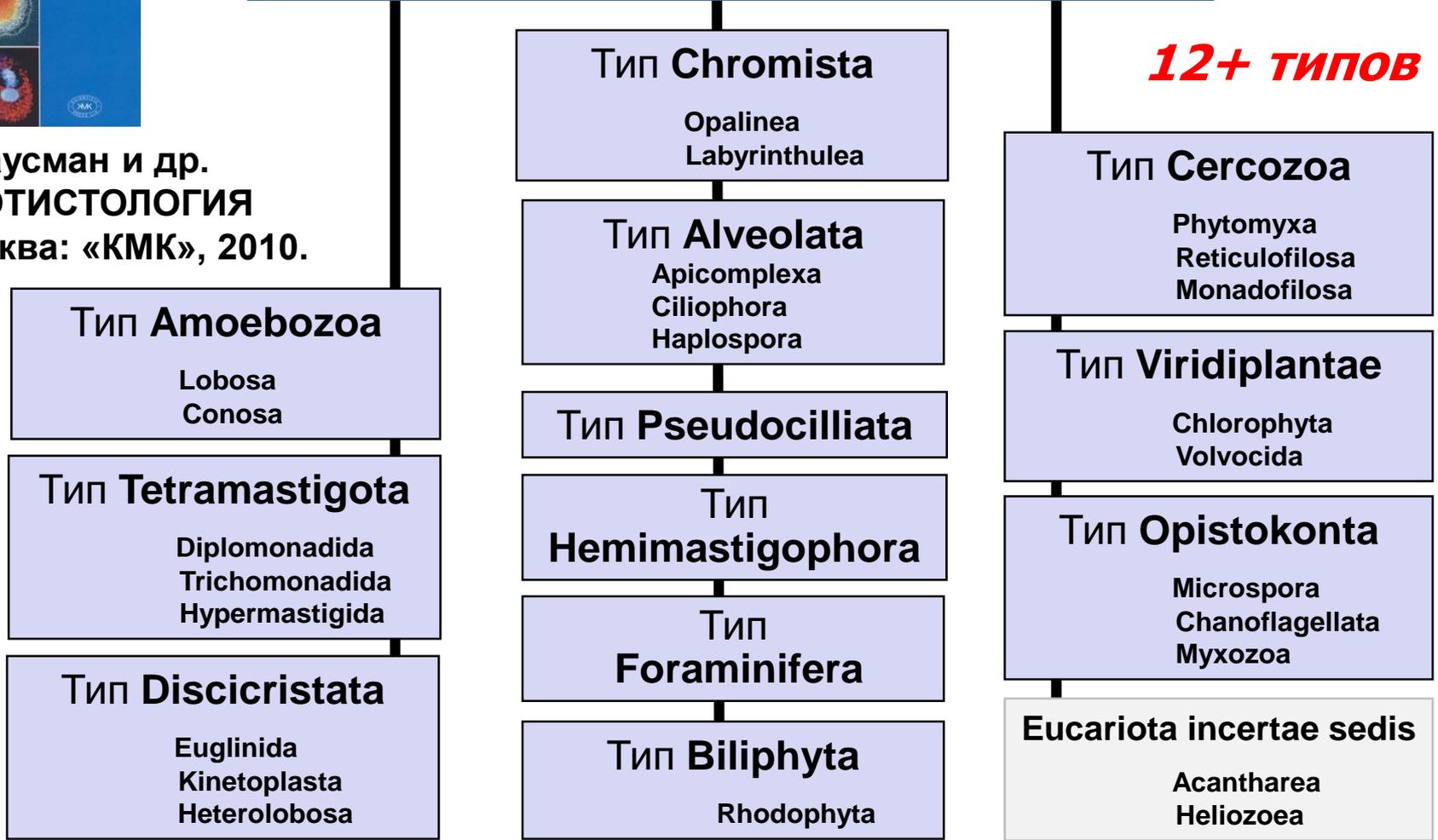
Сложная система, не нашла широкого применения



К.Хаусман и др.
ПРОТИСТОЛОГИЯ
Москва: «КМК», 2010.

Царство **Protista** (Protozoa)

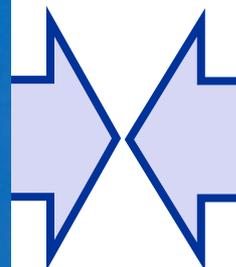
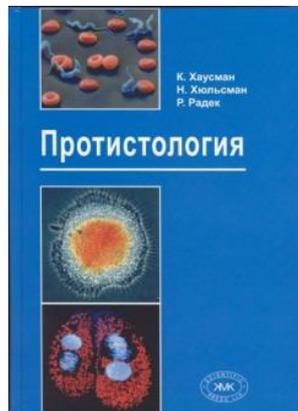
12+ ТИПОВ



Наиболее удобна для изучения многообразия протистов

Необходимо учитывать, что разные системы Протистов могут в значительной степени не соотноситься

12+ типов



33+ типов

Надтип Alveolata

Тип Sporozoa

Тип Ciliophora

Тип Microsporidia

Тип Мухозоа

Всего 4 типа

Тип Alveolata

Подтип Dinoflagellata

Подтип Perkinsozoa

Подтип Apicomplexa

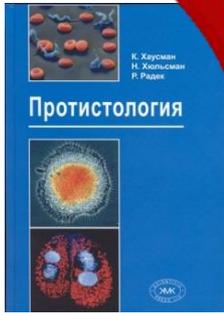
Подтип Ciliophora

Подтип Haplospora (б. Ascetospora)

5 подтипов

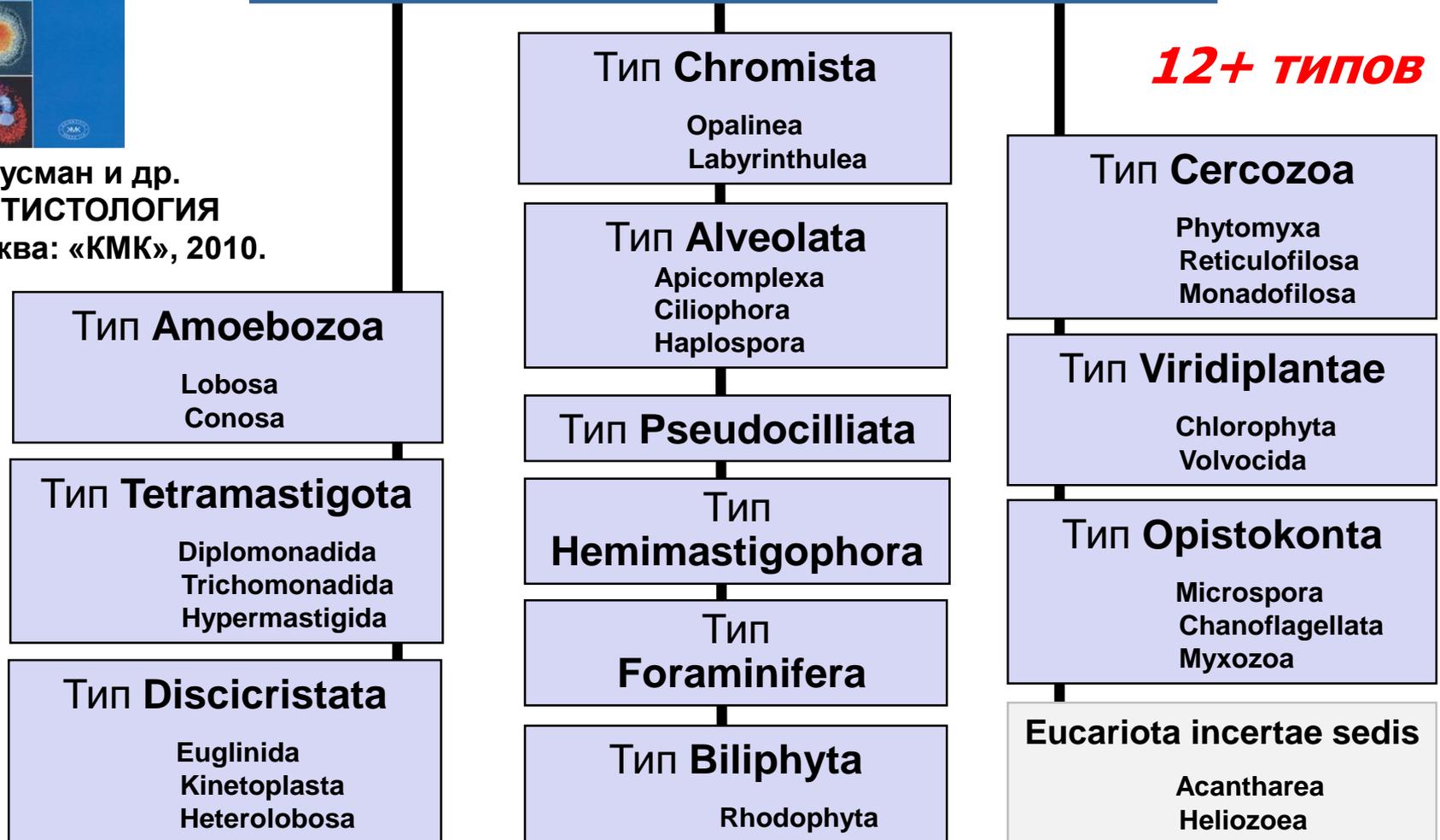
Пример несоответствия:
положение Alveolata в разных системах

ПРИНИМАЕМ ДАННУЮ СИСТЕМУ ПРОТИСТОВ



К. Хаусман и др.
ПРОТИСТОЛОГИЯ
Москва: «КМК», 2010.

Царство **Protista** (Protozoa)



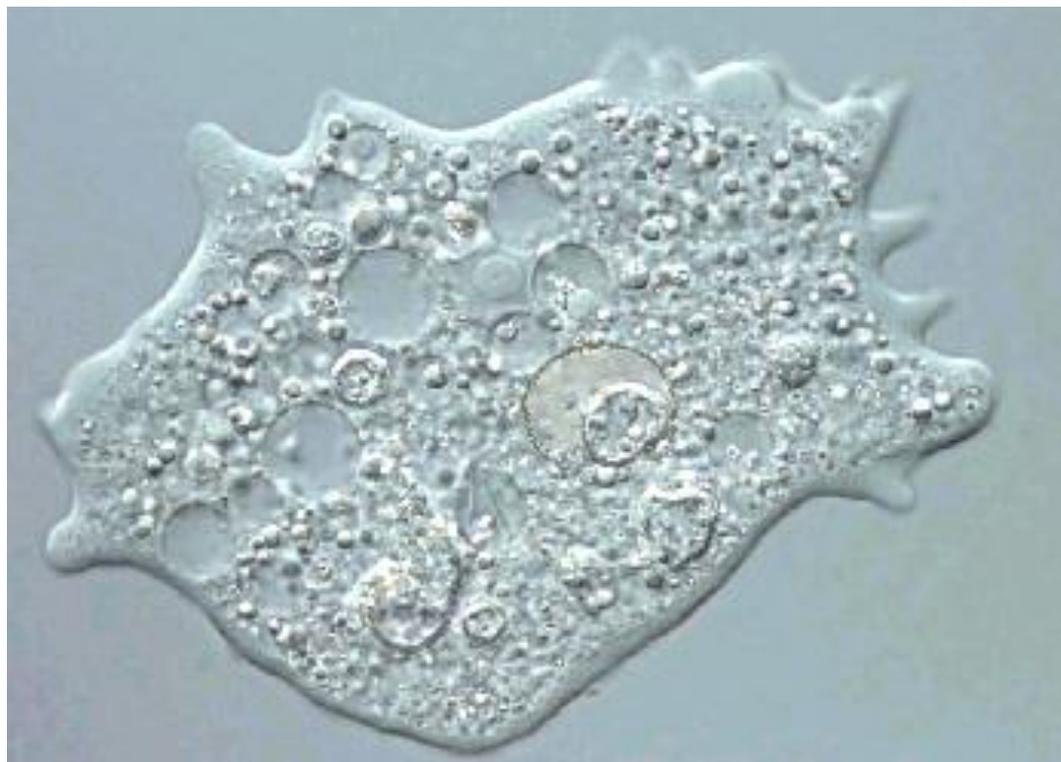
**ОСНОВНЫЕ
ПОНЯТИЯ
ПРОТИСТОЛОГИИ**

**КЛЕТКА
ЭНЕРГИДА**

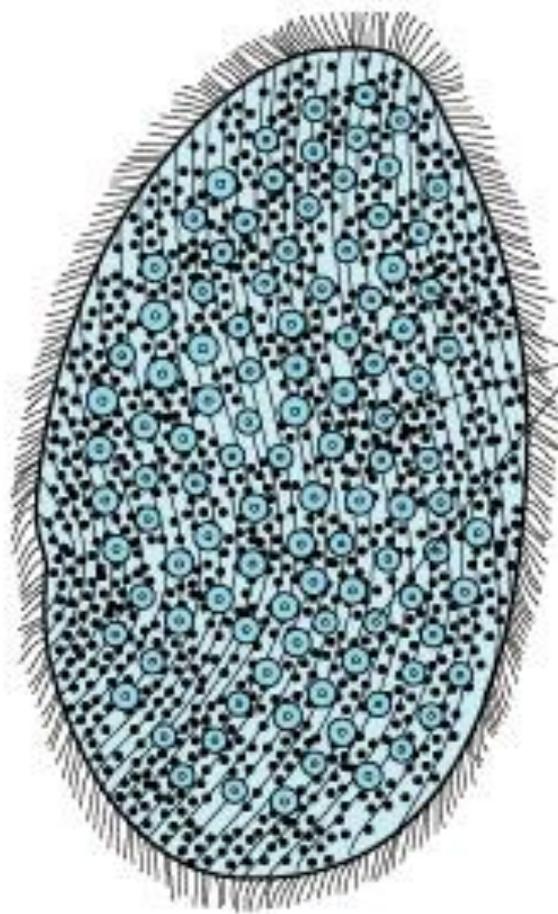
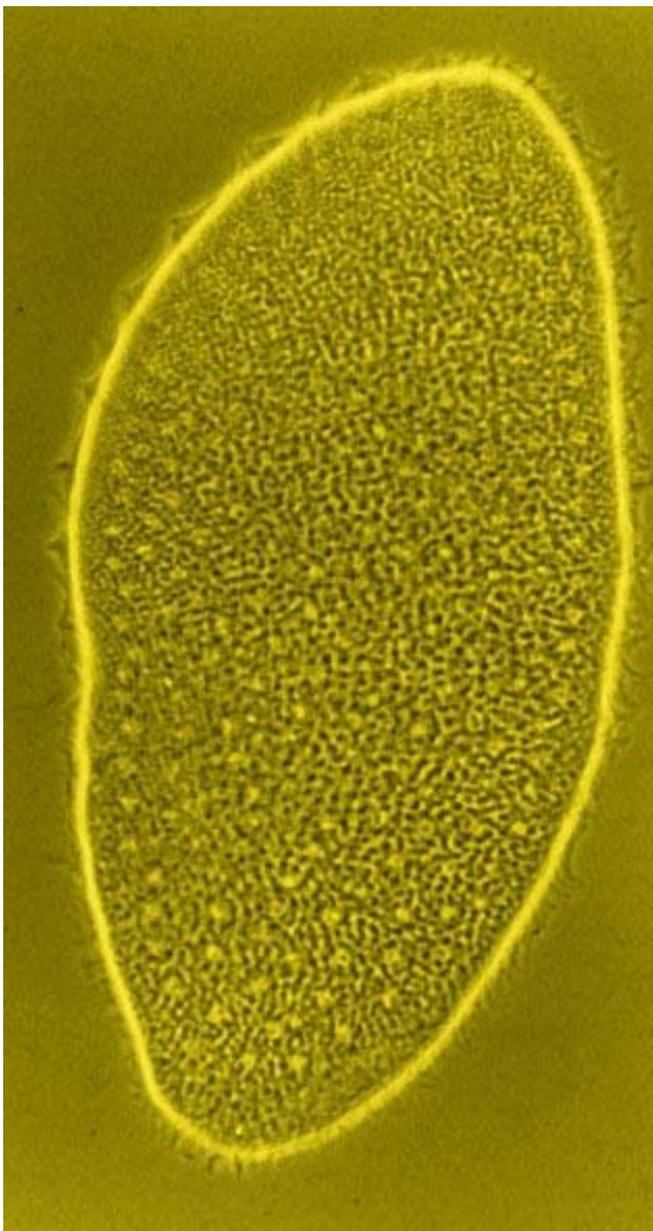


**МОНОЭНЕРГИДНОЕ
ПРОСТЕЙШЕЕ**

*Amoeba
proteus*



**ПОЛИЭНЕРГИДНОЕ
ПРОСТЕЙШЕЕ**



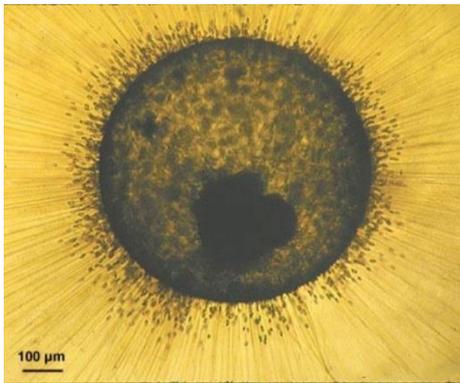
ядра

Opalina

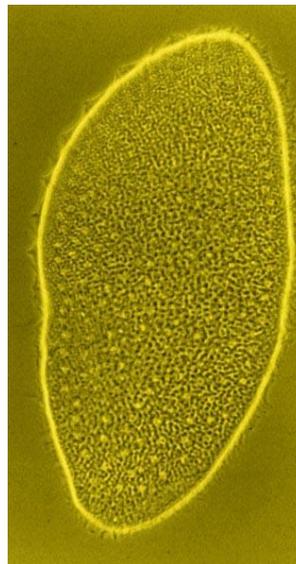


**ПУТИ ПРЕОДОЛЕНИЯ
МОНОЭНЕРГИДНОСТИ**

ПОЛИПЛОИДНОСТЬ



МНОГОЯДЕРНОСТЬ



КОЛОНИАЛЬНОСТЬ



ПОЛИМЕРИЗАЦИЯ

ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ

ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ

МОРФОЛОГИЧЕСКИХ
ИЗМЕНЕНИЙ В ТЕЧЕНИЕ
ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА
НЕТ

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ
ИЗМЕНЕНИЯ В ТЕЧЕНИЕ
ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА
ИМЕЮТСЯ

*ЯДЕРНЫЙ
АППАРАТ
НЕИЗМЕНЕН
(ГАПЛОИДНЫЙ)*

ЦИКЛ С ЗИГОТИЧЕСКОЙ
РЕДУКЦИЕЙ

ЦИКЛ С ГАМЕТИЧЕСКОЙ
РЕДУКЦИЕЙ

ЦИКЛ С ПРОМЕЖУТОЧНОЙ
РЕДУКЦИЕЙ

*ЦИКЛИЧЕСКОЕ
ИЗМЕНЕНИЕ
ЯДЕРНОГО
АППАРАТА*