

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РАН
ИНСТИТУТ СИСТЕМАТИКИ И ЭКОЛОГИИ ЖИВОТНЫХ

М. Г. Сергеев

ПРОТИСТОЛОГИЯ

Учебно-методический комплекс

Новосибирск
2007

УДК 574
ББК 20.1
С32

Сергеев М. Г. Протистология: Учебно-методический комплекс / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2007. 18 с.

Издание предназначено для студентов-биологов, изучающих основы протистологии, в том числе в рамках общих курсов по зоологии беспозвоночных. Может быть также использовано студентами-медиками при изучении курса зоологии с основами паразитологии. Пособие включает программы лекций, семинаров и лабораторных работ, а также список основной литературы. Представлены справочные материалы, в которых приводится сжатая характеристика все основных таксонов простейших.

Пособие подготовлено в рамках Приоритетного национального проекта "Образование" ("Инновационные образовательные программы и технологии, реализуемые на принципах партнерства классического университета, науки, бизнеса и государства").

© Новосибирский государственный университет, 2007
© М. Г. Сергеев, 2007

Данные, накопленные на протяжении нескольких последних десятилетий позволяют вернуться к идее, активно обсуждавшейся в середине XIX в., — о целесообразности выделения протист (подавляющее большинство одноклеточных эвкариот и некоторые многоклеточные их группы) в качестве самостоятельного царства или даже целой группы царств живых организмов. Вместе с тем структура классического биологического образования определяет то, что одна часть протиста рассматривается в курсах ботаники (обычно в разделе низшие растения), а другая — в курсе зоологии. Более того, некоторые группы (например, эвглениды) часто обсуждаются в рамках и ботаники, и зоологии. Большая часть доступных учебников написана в рамках этой традиции. Это приводит к тому, что у студентов формируется совершенно неадекватное представление о разнообразии, таксономических и возможных филогенетических отношениях как внутри протиста, так и между протистами и другими группами эвкариот. В связи с этим представляется необходимым выделение соответствующих разделов из традиционных курсов по биологическому разнообразию в рамках нового общего курса — "Протистология".

Программа

Программа дисциплины “Протистология” составлена в соответствии с требованиями к обязательному минимуму содержания и уровню подготовки дипломированного специалиста (бакалавра) о циклу общепрофессиональных дисциплин Федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования по специальности 011600/направлению 510600 — Биология (ОПД.Ф.01 — Науки о биологическом многообразии).

1. Цели и задачи курса

Дисциплина "Протистология" предназначена для студентов-биологов и знакомит с основными аспектами биологического разнообразия соответствующей группы живых существ, а также их эволюционными взаимосвязями, классификацией, ролью в экосистемах.

Основной целью освоения дисциплины является формирование у будущих биологов современных представлений о протистах (простейших) как одной из важнейших и разнообразнейших групп эвкариот

Для достижения поставленной цели выделяются задачи курса:

1) сформировать генерализованное представление о строении и эволюционном разнообразии протиста;

2) выявить специфику организации и эволюционных перестроек простейших как преимущественно одноклеточных существ;

3) охарактеризовать группы признаков, существенные для выявления разнообразия и установления возможных филогенетических связей данной группы эвкариот;

4) показать общие принципы устройства протиста, фундаментальные различия между представителями разных уровней и филогенетических ветвей, а также параллелизм, дивергенций и конвергенций;

5) выделить основные пути освоения протистами разных типов сред, в том числе показать распространение в этой группе паразитизма;

6) научить студентов работать с простейшими в лабораторных и полевых условиях.

2. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

По окончании изучения указанной дисциплины студент должен

- иметь представление об основных эволюционных тенденциях и систематике простейших;
- понимать роль биологического разнообразия как ведущего фактора устойчивости живых систем в целом;
- знать принцип системной организации, дифференциации и интеграции функций одноклеточного организма
- иметь представление о разных типах жизненных циклов и способах размножения простиста;
- понимать роль эволюционной идеи в биологическом мировоззрении, знать основные теории эволюции, уметь аргументировать современный эволюционный подход к изучению биологических процессов;
- владеть методами световой микроскопии;
- уметь работать с простейшими;
- иметь опыт наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования простейших.

3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины	— 51 ч
Аудиторные занятия, в том числе:	— 34 ч
лекции	— 18 ч
семинары	— 6 ч
лабораторные работы	— 10 ч
Самостоятельная работа, в том числе:	— 17 ч
реферат	— 5 ч
другие виды самостоятельной работы	— 12 ч

Виды промежуточного контроля — контрольные работы, коллоквиум.

4. Содержание дисциплины

4.1. Новизна курса — создан оригинальный курс “Протистология”, интегрирующий современные представления о разнообразии и филогенетических отношениях этой группы живых существ и демонстрирующий их роль в современной биосфере.

Разнообразие и систематика простейших обсуждается на основе современных представлений об особенностях организации клеточных структур разных их групп и сравнительного анализа молекулярно-генетических данных.

Курс основан на широком использовании мультимедийных технологий.

4.2. Тематический план курса

Наименование разделов и тем	Количество часов				
	Лекции	Семинары	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего
История протистологии	2			1	3
Современные представления об организации клетки простейших	2		2	2	6
Размножение и жизненные циклы простейших	2	2		2	6

Разнообразие протиста и освоение ими биосферы	8		8	8	24
Паразитизм в разных группах простейших	2	2		2	6
Основные закономерности эволюции простейших и их связи с другими группами эвкариот	2	2		2	6
Итого по курсу	18	6	10	17	51

4.3. Содержание отдельных разделов и тем

Лекции

1. **Протистология** как наука о простейших. История развития представлений о простейших : от Аристотеля до наших дней. XIX в. — идеи Зибольда, Оуэна, Хогга и Геккеля. Вторая половина XX в. — формирование современных представлений о симбиогенезе и коренной пересмотр эволюционных отношений эвкариот, в том числе протист.

Филогенетическая систематика эвкариот и целесообразность разделения протист (преимущественно одноклеточных эвкариот) и настоящих (многоклеточных) животных.

Общие представления о царстве простейших (Protista) и возможности выделения нескольких царств среди одноклеточных и примитивных многоклеточных эвкариот.

2. Особенности клеточной организации простейших. Клеточные компартменты, разнообразие органелл (органонидов) и “разделение труда”. Роль мембран и других клеточных покровов. Цитоплазматические органеллы. Фотосинтез и энергетическая функция эвкариот в экосистемах. Фибриллярные органеллы и движение. Скелетные образования. Ядро, хромосомы и передача наследственной информации.

3. Бесполое размножение и митоз (закрытый и открытый). Формы бесполого размножения, характерные для простейших

(монотомия, палинтомия, синтомия). Половое размножение и сложные жизненные циклы. Мейоз, его сущность и основные этапы. Половой процесс (гологамная и мерогамная копуляция, в том числе изогамия, анизогамия, оогамия; конъюгация).

4. Закономерности макроэволюции, проявляющиеся у протист: дивергенция, параллелизм, конвергенция, а также полимеризация, олигомеризация и гетерономизация. Симбионты и представления о симбиотическом происхождении примитивных эвкариот (Л. Маргелис и др.). Пути эволюции простейших: эукариотизация, цитоидизация (формирование сложных клеткоподобных организмов), дезорганеллизация, амебоидизация, диплоидизация, полицеллюляризация.

5. Разнообразие одноклеточных эвкариот. Группы с прокариотными чертами организации: типы Микроспоридии — Microsporidiophyles (=Microspora) и Археомонады — Archemonadophyles (=Polymastigota, частично). Появление специализированных паразитов. Лямблиоз.

Тип Красные водоросли, или багрянки — Bangiophyles (=Rhodophyta). Сочетание примитивных признаков организации клетки, многоклеточного устройства и сложных жизненных циклов.

6. Тип Эвглениды — Euglenophyles (=Euglenozoa, Euglenophyta) — разнообразие свободноживущих (в том числе способных к фотосинтезу) и паразитических видов. Трипаносомы и лейшмании как представители кинетопластид.

Тип Миксобиионты — Muxophyles. Плазмодиальные и амебоидные представители. Дизентерийная амeba. Миксоспоридии как специализированные паразиты.

Тип Плазмодиофоры — Plasmodiophora как специализированные внутриклеточные паразиты растений и грибов. Сложный инвазионный аппарат цист.

7. Группа так называемых Альвеолят. Тип Динофлагелляты — Peridiniophyles — сочетание примитивных и прогрессивных черт организации.

Тип Споровики — Apicomplexophyles — преимущественно специализированные паразиты со сложным апикальным комплексом. Грегарины, кокцидии и кровяные споровики. Малярия как одна из наиболее распространенных болезней современной эпохи.

Тип Инфузории — Parameciophyles (=Ciliata, Ciliophora) как

группа совершенно организованных простейших к кортексом, двумя типами ядер, своеобразным половым процессом (конъюгация).

8. Тип Разножгутиковые — Heterokontes. Грибообразные представители. Группы, способные к фотосинтезу. Солнечники класса Pedinella. Типы Опалинаты — Opalinata и Воротничковые жгутиконосцы — Choanomonada.

Тип Корненожки — Rhizopoda — группа, объединяющая виды с псевдоподиями и, как правило, без жгутиков. Тип Фораминиферы — Foraminifera со сложно устроенной раковины и сменой диплоидного и гаплоидного поколений.

Тип Ascetosporea — немногочисленные и своеобразные паразиты. Типы Радиоларии — Radiolaria и Акантарии — Acantharia со сложно устроенными скелетами.

9. Освоение простейшими разных сред обитания. Проявления конвергенции и параллелизма. Особенности, характерные для паразитических простейших. Сложные жизненные циклы и особенности размножения у паразитов. Значение паразитических простейших для человека. Представления о природной очаговости трансмиссивных заболеваний и паразитоценозе.

10. Проблемы происхождения простейших: разнообразие гипотез и современные трактовки. Широкое распространение параллелизмов и конвергенций. Вероятная полифилия (в широком смысле) протиста. Взаимосвязи простейших и других царств эукариот.

Семинары

1. Размножение и жизненные циклы.

Бесполое и половое размножение; онтогенез. Формы бесполого размножения (монотомия, палинтотомия, синтомия, споруляция, почкование, фрагментация, вегетативное). Половое размножение и формы полового процесса (гомогамия и мерогамия, в том числе изогамия, анизогамия, оогамия; конъюгация).

Онтогенезы и жизненные циклы. Типы жизненных циклов и чередование поколений. Жизненные циклы у паразитических простейших.

2. Паразитизм в разных группах простейших.

Закономерности распространения паразитизма в различных группах живых существ. Паразитизм как форма симбиоза. Его экологическое и эволюционное значение. Типы паразитизма: факультативный и облигатный, экто- и эндопаразитизм (полостные и тканевые формы последнего).

Морфологические, физиологические и экологические и поведенческие адаптации паразитов. Развитие способов проникновения, прикрепления и защиты; редукция систем, обычных для свободно живущих форм. Особенности размножения паразитов.

Эволюция жизненных циклов паразитических форм. Переход от факультативного паразитизма к облигатному и сочетание жизненных циклов хозяина и паразита. Появление сложных жизненных циклов со сменой хозяев и сменой поколений. Возможные способы расселения и переживания неблагоприятных условий.

3. Основные закономерности эволюции простейших и их связи с другими группами эукариот.

Сущность дарвиновских представлений об эволюционном процессе. Изменчивость, наследственность и отбор. Формы отбора. Элементарные генетические и эколого-географические основы микроэволюции. Значение мутаций и рекомбинации. Формообразование и изоляция. Волны жизни и дрейф генов.

Современные представления о макро- и микроэволюции. Проблема приобретенных признаков. Необратимость эволюции и прогрессивная специализация. Биологический и морфологический прогресс. Направленность и ограниченность эволюционного процесса.

Макроэволюция как совокупность микроэволюционных процессов. Эволюция и филогения. Филогенез как совокупность онтогенезов. Адаптации и их место в эволюции. Освоение новых адаптивных зон. Специфические закономерности макроэволюции всех живых существ и простейших.

Практические занятия

1. Техника микроскопирования. Общие сведения о микроскопах и работе с препаратами, в том числе фиксация, заливка и окрашивание. Рисование и цифровая съемка.

Организация клетки простейших как самостоятельного

организма. Эволюция симметрии. Органоиды и их функции. Скелетные образования. Ядра и их типы. Движение.

Основы культивирования простейших.

Препараты простейших со сравнительно простой (*Амoеба*) и сложной организацией (*Paramecium*).

2. Тип *Euglenophyles*

Класс *Euglenoidea*

— *Euglena* — типичный представитель относительно примитивных протист, способных к фотосинтезу

Класс *Kinetoplastidea*

— *Trypanosoma* (мазок крови) — специализация к паразитическому образу жизни

— препарат *Leishmania* - пример изменения строения клеток (морфологические формы)

Тип *Bangiophyles* — особенности организации клеток (изготовление препаратов) и слоевища.

3. Тип *Peridiniophyles*

— разнообразие динофлагеллят.

Тип *Apicomplexophyles*

Класс *Sporozoa* — приспособления к эндопаразитизму, в том числе тканевому

— препарат грегарины — представитель специализированных полостных паразитов

— препарат *Eimeria* — типичная кокцидия со спорой

— препарат *Plasmodium* (мазок крови) — специализированный паразит со сложным жизненным циклом.

Тип *Parameciophyles* (*Ciliophora*) — группа простейших с наиболее совершенным клеточным устройством

— препарат *Paramecium*

— препарат *Carchesium* — сидячая инфузория.

4. Тип *Heterokontes* — разнообразие устройства клеток.

— представители диатомей (*Bacillariophyceae*)

— особенности организации клеток и слоевищ *Fucophyceae*

Тип *Opalinata* — развитие многоядерности.

— препарат *Opalina*.

Тип *Rhizopoda* — вероятное вторичное упрощение, псевдоподии.

— препарат *Амoеба*

— препарат раковинной амeбы *Diffflugia* или представителя другого рода.

Тип Foraminifera — сложные жизненные циклы со сменой поколений с разной плоидностью. Эволюция раковины.

— внешний вид раковины фораминифер.

Закладка культур простейших.

5. Изготовление и изучение временных препаратов живых культур простейших, определение, знакомство с их экологическим разнообразием.

5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Список основной литературы

Биологический энциклопедический словарь. М.: Сов. Энциклопедия, 1986 и др. изд.

Иванов А. В., Полянский Ю. И., Стрелков А.А. Большой практикум по зоологии беспозвоночных. Т. 1. М.: Высш. шк., 1981. 504 с.

Протисты. Ч. 1. СПб.: Наука, 2000. 679 с.

Тихомиров И. А., Добровольский А. А., Гранович А. И. Малый практикум по зоологии беспозвоночных. Ч. 1. М.; СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. 304 с. + XIV табл.

Шарова И.Х. Зоология беспозвоночных. М.: Владос, 1999. 592 с.

Хаусман К. Протозоология. М.: Мир, 1988. 336 с.

Список дополнительной литературы

Кусакин О. Г., Дроздов А. Л. Филема органического мира. Ч. 1. Прологомены к построению филемы. СПб.: Наука, 1994. 282 с.

Кусакин О. Г., Дроздов А. Л. Филема органического мира. Ч. 2. Prokaryota, Eukaryota: Microsporobiontes, Archemonadobiontes, Euglenobiontes, Muxobiontes, Rhodobiontes, Alveolates, Heterokontes. СПб.: Наука, 1994. 381 с.

Медицинская паразитология. Ростов н/Д: Феникс, 2006. 292 с.

Справочные материалы

1. Некоторые основные вехи в истории протистологии

XIX век — Карл Теодор Эрнст Зибольд (1804-1885) — представление о простейших как об одноклеточных организмах и выделение их в качестве самостоятельного типа.

1860 — Ричард Оуэн (1804-1892) — выделение для одноклеточных царства Acrita

— Джон Хогг (1800-1869) — выделение царства Protoctista (в том числе губки)

В Эрнст Геккель в 1866-1896 гг. — “Всеобщая морфология организмов” и др. — выделение царства Protista.

В 1970-1990 гг. — Линн Маргелис (Маргулис) — современные представления о симбиогенезе.

2. Общая характеристика протист

Одноклеточные, реже синцитиальные, ценобиальные и многоклеточные (в последнем случае — почти исключительно фототрофы) организмы. Движение с помощью жгутиков, ресничек, псевдоподий и их аналогов, а также поверхностных структур клетки.

Разнообразие по отношению к источникам энергии и углерода, по формам митоза и мейоза, по формам крист в митохондриях.

3. Наиболее распространенные типы бесполого размножения

а) монотомия, или бинарное деление;

б) палинтомия (усиленный рост, несколько делений подряд, частичная дедифференциация между делениями);

в) синтомия, или шизогония (многократное деление ядра, образование многоядерного плазмодия, одновременное деление

на большое число клеток).

4. Сравнительная характеристика таксономического положения рода *Euglena* в разных системах живых существ:

Ботанические руководства:

Водоросли > Отдел Euglenophyta

Догель, 1975 и “Жизнь животных”

Тип Простейшие > Класс Жгутиконосцы > Отряд Euglenoidea

“Протисты” [2000]

Тип Euglenozoa > Класс Euglenoidea > Отряд Euglenida

Кусакин и Дроздов [1998]

Царство Euglenobiontes > Тип Euglenophyles

Barnes et al. [2001]

Тип Euglenophyta.

5. Сравнительная характеристика таксономического статуса некоторых основных групп простейших

Группа	Догель [1976]	Шарова [1999]	Кусакин, Дроздов [1998]	Протисты [2000]
Простейшие	Тип	Подцарство	несколько царств	?
Саркодовые	Класс	Тип Саркомасти-гофоры	Разные царства	Разные типы

Жгутиконосцы	Класс		Разные царства	Разные типы
Споровики	Класс	Тип	Надтип	Тип (?)
Микспоридии	Класс	Тип	Царство	Тип (?)
Инфузории	Класс	Тип	Тип	Тип (?)

б. Основные группы простейших

Тип Microsporidiphytes (=Microspora) — Микроспоридии

Облигатные внутриклеточные паразиты, образующие одноклеточные споры, оболочки которых содержат хитин. Диплоиды. Ядро типичное. Митоз — закрытый внутриядерный.

Аппарат Гольджи нетипичный, со скоплениями мелких пузырьков. Митохондрий нет. Пластид нет. Рибосомы прокариотного типа. Жгутики отсутствуют.

Спора с экструзивным аппаратом (обычно с хорошо развитой полярной трубкой) и часто с диплокарионом (2 x 2n). В жизненном цикле: образование споронта ◦ споробласта ◦ споры (спорогония). Проникновение в хозяина и размножение путем бинарного или синтомиического деления

Хозяева — насекомые, ракообразные, рыбы, другие протисты, а также человек (как оппортунистические инфекции при СПИДе — *Enterocytozoon bieneusi* и виды *Encephalitozoon*).

Около 1 000 видов.

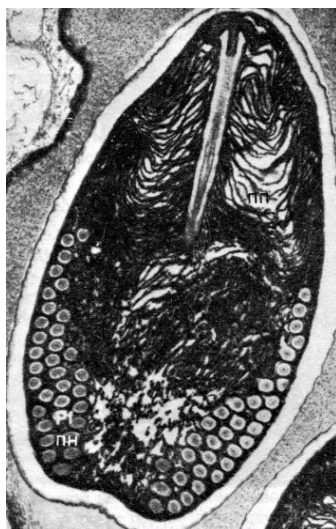
Тип Archemonadophyles (= Polymastigota, частично) — Архемонады

Монадные, реже амебоидные формы. Свободноживущие, комменсалы, паразиты, обычно анаэробы. Одно- или многоядерные формы. Митоз закрытый внутриядерный.

Аппарат Гольджи отсутствует или развит в разной степени, часто со специфическим парабазальным аппаратом. Митохондрий нет, могут быть гидрогеносомы или митосомы. Пластид нет. Рибосомы с прокариотными чертами. Жгутики — от одного до многих. У большинства представлен уникальный комплекс — кариомастигонт (кинетосомы, жгутиковые корешки и ядро).

Класс Pelomyxioides

Амебоиды, жгутики часто рудиментарны, движение с помощью лобоподий. Обычно есть эндосимбиотические бактерии. Свободноживущие, эндокомменсалы, паразиты. Могут образовывать цисты. Митоз плохо изучен.



Класс Diplomonadea — Дипломонады

Мелкие (до 20 мкм) свободноживущие или паразитические формы. Часто хорошо выражена аксиальная (осевая) симметрия. 1-2 кариомастигонта. Аксостилия нет. Закрытый или полузакрытый митоз.

Бинарное деление. Жизненный цикл с чередованием трофозонта и цисты. Половой процесс не обнаружен.

Около 70 видов.

В том числе возбудитель лямблиоза (жиардиазиса, “backpacker’s disease”) *Giardia intestinalis*. Обитает на поверхности эпителия тонкого кишечника до 1 млн/см². Часто бессимптомно. Заражение цистами (жизнеспособность до 2-3 месяцев). С фекалиями носителя может выделяться до 300 млн цист/сут.



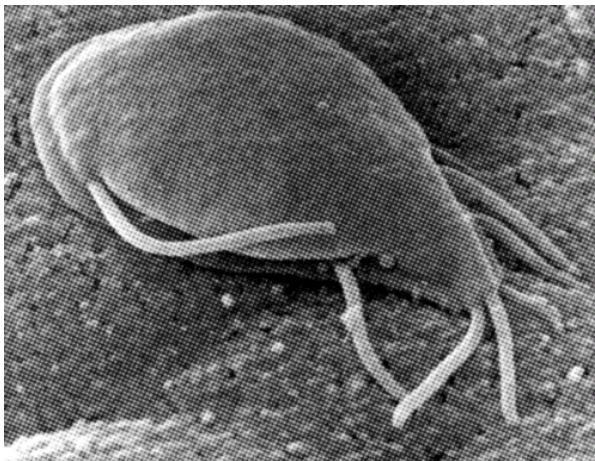
Класс Parabasalea — Парабазалии

Комменсалы и эндопаразиты животных. Специфичны парабазальный (аппарат Гольджи + филаменты) и пельта-аксостилярный комплекс (в составе кариомастигонты). Одно ядро. Есть гидрогеносомы. Бинарное деление с закрытым митозом. Хромосомы на протяжении интерфазы конденсированы.

Свыше 300 видов.

В том числе возбудители трихомониозов. *Trichomonas vaginalis* — паразит урогенитальной системы. Цист не образует. Передается половым путем. *T. tenax* — паразит (?) ротовой полости. Цист не образует.

Histomonas meleagridis — паразит слепой кишки и печени куриных и гусиных птиц. Представлены две формы —



амебоидная (разрушение тканей хозяина) и жгутиковая (просвет слепой кишки). Расселение с участием паразитической нематоды *Hererakis*.

Гипермастигиды — паразиты и мутуалисты термитов и некоторых тараканов.

Тип *Bangiophytes (=Rhodophyta)* — Красные водоросли, или багрянки

Преимущественно многоклеточные (обычно с псевдопаренхиматозной структурой), довольно разнообразны по строению. Реже одноклеточные коккоидные формы. Сочетание примитивных признаков организации клетки, многоклеточного устройства и сложных жизненных циклов. Почти исключительно фототрофы, изредка паразиты. Ядро от одного до многих. Митоз закрытый, полуоткрытый или открытый, без центриолей.

Клетки со органической стенкой, в ряде случаев с включением карбоната кальция. Всегда без жгутиков. Хлоропласты с 2 мембранами, есть хлорофилл *a*, иногда *d* и фикобилипротеиды. Митохондрии есть. Запасной продукт — крахмал багрянок.



Синтез лизина через диаминопимелиновую лоту (ДАП-путь).

кис

Мейоз зиготический. Половой процесс оогамный, но со специфическими чертами (с участием особых оогониев — карпогонов). В жизненном цикле обычно чередуются поколения с разной ploidy, часто гетероморфные.

Свыше 4 000 видов.

Класс Bangiophyceae — Бангиевые

Одноклеточные, колониальные и многоклеточные формы с паренхимным строением. Ядро одно.

Около 70 видов.

Класс Floridiophyceae — Флоридиевые

Многоклеточные с псевдопаренхиматозной структурой.

Тип Euglenophytes (=Euglenozoa, Euglenophyta) — Эвглениды

Обычно монадные(иногда колониальные) формы. Фототрофы и хемотрофы. Свободноживущие, комменсалы и паразиты. Ядро обычно одно (иногда есть многоядерная стадия). Митоз закрытый внутриядерный.

Хорошо развиты покровные структуры. Обычно развиты экструсомы. Митохондрии обычно с пластинчатыми кристами, часто в составе кинетопласта. Пластиды, если есть, то с оболочкой из 3 мембран. Жгутиков, как правило, 1 или 2, обычно выходят из глубокого впячивания.

Класс Acrasioides (=Heterolobosea) — Акразииды, или гетеролобозные амебы

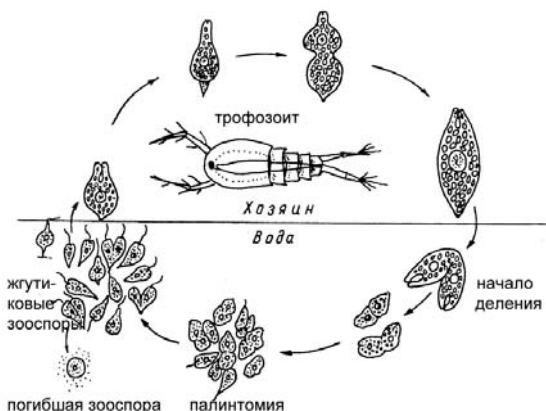
Обычно амебоиды. Митохондрии с уплощенными кристами. У части видов могут формироваться 2-4 жгутика.

Класс Euglenoidea — Эвгленовые

Обычно с двумя разными жгутиками с параксиальным тяжем и простыми мастигонемами. Поверхность тела покрыта кутикулой, под плазмалеммой — лентовидные белковые пластинки. Часто есть цитостом. У фототрофов есть фоторецептор, хлоропласты с хлорофиллом а и b. Хромосомы постоянно конденсированы. Обычно бинарное деление.

Свыше 1 000 видов.

Класс Stephanopogonoidea (=Pseudociliata) — Псевдоцилиаты
Одноклеточные хемотрофы. Ядер много. Есть цитостом.



Жгутиков много. Присутствует своеобразная кортикальная система. Пластид нет. Половой процесс не описан.

Класс *Kinetoplastidea* (= *Vodophyceae*) — *Кинетопластиды*

Хемотрофы. Один-два жгутика с параксиальным тяжем. Митохондрия одна, обычно в составе кинетопласта. Есть цитостом и цитофаринкс (у паразитов редуцируются). Митоз без конденсации хромосом. У паразитов в жизненном цикле часто прослеживается смена морфологических типов. Есть половой процесс, но его характер не известен.

Свыше 1 000 видов.

В том числе возбудители трипаносомозов и лейшманиозов.

Трипаносомозы — обычно трансмиссивные антропозоонозы и зоонозы

Основные виды:

Trypanosoma brucei, s.str. Возбудитель наганы. Переносчик — мухи це-це (*Glossina*), хозяева — парнокопытные, непарнокопытные, кошки, собаки, грызуны.

Trypanosoma gambiense. Возбудитель сонной болезни (легкая, часто хроническая форма). Переносчик — мухи це-це (*Glossina*), хозяева — человек, домашние свиньи.

Trypanosoma rhodesiense. Возбудитель сонной болезни (тяжелая форма с частым летальным исходом). Переносчик — мухи це-це (*Glossina*), хозяева — парнокопытные, человек.

Trypanosoma evansi. Возбудитель сурры. Переносчик — двукрылые, вампиры. Хозяева — млекопитающие, в том числе

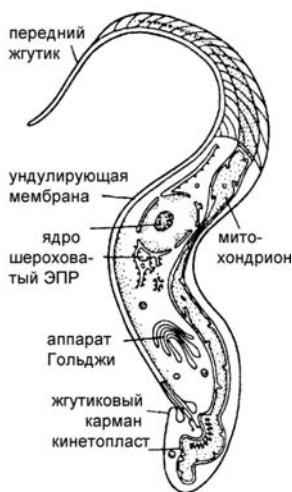
человек.

Trypanosoma equiperdum. Возбудитель дурины. Передается половым путем, хроническая формы с высокой смертностью. Хозяева — лошади, ослы и их гибриды.

Trypanosoma rangeli. Вероятно, непатогенна. Переносчики — клопы семейства Reduviidae. Хозяева — млекопитающие, в том числе человек.

Trypanosoma cruzi. Возбудитель болезни Чагаса (Шагаса). Переносчики — клопы семейства Reduviidae, а также постельный. Хозяева — млекопитающие, в том числе человек.

Лейшманиозы — обычно трансмиссивные антропоозоозы и



зооозы.

Кожные лейшманиозы Старого Света:

Leishmania tropica. Возбудитель лейшманиоза с сухими язвами ("городского"). Переносчики — москиты *Phlebotomus*. Хозяева — человек, собаки, грызуны.

Leishmania major. Возбудитель лейшманиоза с "мокнущим" язвами ("сельского"). Переносчики — москиты *Phlebotomus*. Хозяева — человек, грызуны, хищные млекопитающие.

Leishmania aethiopica. Переносчики — москиты *Phlebotomus*. Хозяева — человек, даманы.

Висцеральные лейшманиозы Старого Света.

Leishmania donovani. Возбудитель кала-азара. Переносчики — москиты *Phlebotomus*. Хозяева — человек, овцы, лошади, собаки.

Leishmania infantum. Возбудитель средиземноморско-среднеазиатского лейшманиоза. Переносчики — москиты *Phlebotomus*. Хозяева — человек, хищные млекопитающие.

Leishmania archibaldi. Возбудитель восточно-африканского лейшманиоза. Переносчики — москиты *Phlebotomus*. Хозяева — человек, хищные млекопитающие.

Кожные лейшманиозы Нового Света.

Leishmania braziliensis. Возбудитель кожно-слизистого лейшманиоза. Переносчики — москиты *Lutzomyia*. Хозяева — человек, другие млекопитающие.

Leishmania mexicana. Возбудитель лейшманиозов с неглубокими, диффузными поражениями. Переносчики — москиты *Lutzomyia*. Хозяева — человек, грызуны, опоссумы.

Висцеральные лейшманиозы Нового Света.

Leishmania chagasi. Переносчики — москиты *Lutzomyia*. Хозяева — человек, хищные млекопитающие.

Тип Мухорhyles — Миксобионты

Обычно амебидные формы, могут быть развиты плазмодии и псевдоплазмодии. Могут формироваться плодовые тела. Хемотрофы, свободноживущие, комменсалы и паразиты. Ядро обычно одно, но иногда присутствует многоядерная стадия. Митоз закрытый или полузакрытый.

Митохондрии обычно с трубчатыми кристами. Жгутиков один-два, часто отсутствуют.

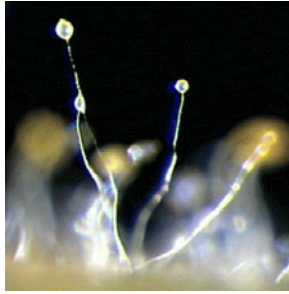
Половой процесс есть у ряда групп, иногда — смена гаплоидного и диплоидного поколений.

Вероятно свыше 2 000 видов.

Класс Мухомycetoidea — Слизевики

Трофическая стадия — одноклеточные амебы. Могут образовываться псевдоплазмодии или настоящие плазмодии с плодовыми телами. Стенка спор с целлюлозой.

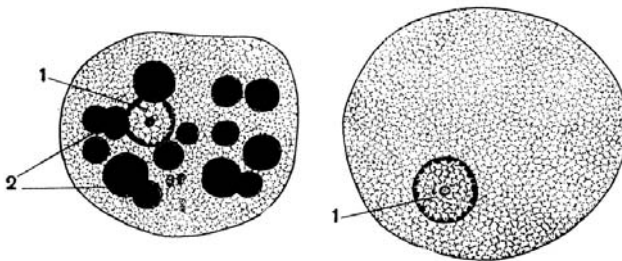
Свыше 600 видов.



Класс Entamoebidea — Энтамебы

Одноклеточные. Паразиты, комменсалы и копрофилы. Жгутиков и митохондрий нет.

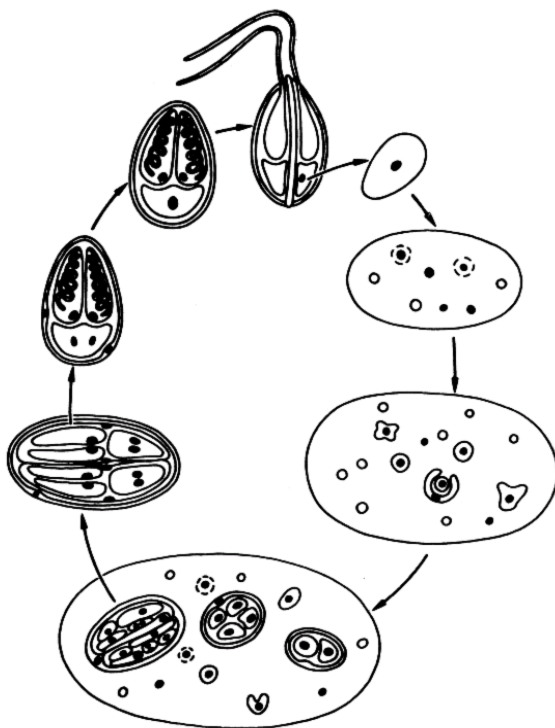
Около 40 видов.



Класс Myxosporidea — Миксоспоридии

Вегетативная стадия с ядрами или клетками двух типов. Сложные споры, включающие несколько типов клеток — от 1 до 7 полярных капсул, от одной до многих амeboидных клеток-зародышей, от 2 до 7 клеток створок. Митоз закрытый, внутриядерный. Половой процесс — автогамия или копуляция гамет.

Свыше 1 200 видов.



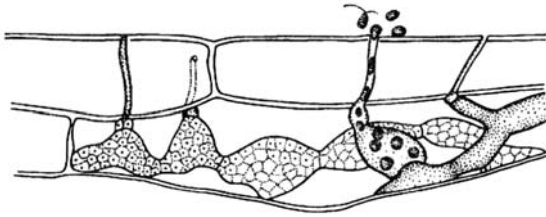
Тип Plasmodiophora — Плазмодиофориды

Облигатные внутриклеточные паразиты водорослей, сосудистых растений и грибов. Жизненный цикл с жгутиковыми стадиями и цистами. Вегетативная (трофическая) стадия — плазмодий без клеточной стенки. Ядро — от одного до многих. Митоз полузакрытый с участием центриолей.

Развивается сложная контактная зона мембраны паразита и цитоплазмы хозяина ("интерфейс"). Митохондрии с трубчатыми кристами. Жгутиков два, без мастигонем.

Своеобразный инвазионный аппарат цисты.

Вероятно, 30-40 видов.



Динофлагелляты, споровики и инфузории — группа так называемых альвеолят, которая некоторыми авторами рассматривается как самостоятельное царство Alveolates.

Тип Peridiniophyles — Динофлагелляты

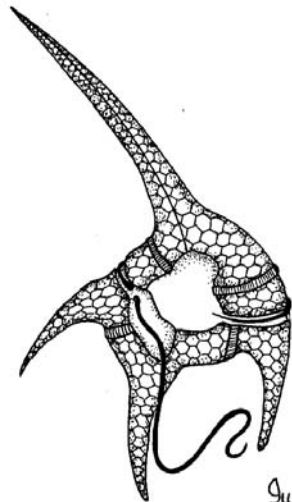
Обычно монадные формы (реже колониальные, пальмеллоидные или нитчатые). От мелких до крупных (2 мм). Фототрофы, миксотрофы и хемотрофы, свободноживущие и паразиты. Ядро, как правило, одно (либо динокарион, либо эвкариотное), реже больше. Митоз закрытый внеядерный, закрытый или полузакрытый внутриядерный, открытый. Обычно гаплобионты, иногда есть половой процесс.

Покровы с альвеолярной пелликулой, часто с целлюлозными пластинками, есть трихоцисты. Рибосомы включают РНК прокариотного и эвкариотного типов. Митохондрии обычно с трубчатыми кристами. Пластиды — если есть, то с оболочкой из 3 мембран. Жгутиков два, обычно резко различающиеся.

Около 2 000 видов.

Среди них морские формы (*Gymnodinium* и др.), продуцирующие опасные для человека токсины.

Представлены также внутриклеточные и даже внутриядерные паразиты диатомей, кольчатых червей, ракообразных,



Livingstone, © BIODIDAC

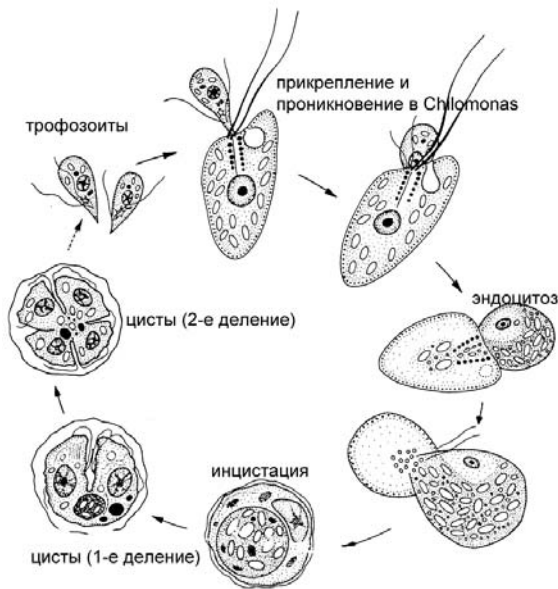
оболочников.

Тип *Apicomplexophyles* — Споровики

Обычно монадные формы (расселительная стадия — зоит). Хемотрофы, паразиты, очень редко свободноживущие. Ядро одно, хотя некоторые стадии могут быть многоядерными. Митоз закрытый, полуоткрытый, открытый. Обычно гапобионты, как правило, со сложным жизненным циклом с половым процессом и синтоимией (шизогония).

Покровы расселительной стадии с альвеолярной пелликулой. Есть сложный апикальный комплекс, обычно включающий полярные кольца, коноид и роптрии. Митохондрии обычно с трубчатыми кристами. Жгутиков, как правило, нет.

Свыше 5 000 видов.



Класс *Perkinsea* — Апикомонады, перкинсеи

Свободноживущие хищники или паразиты со жгутиковыми стадиями в жизненном цикле.

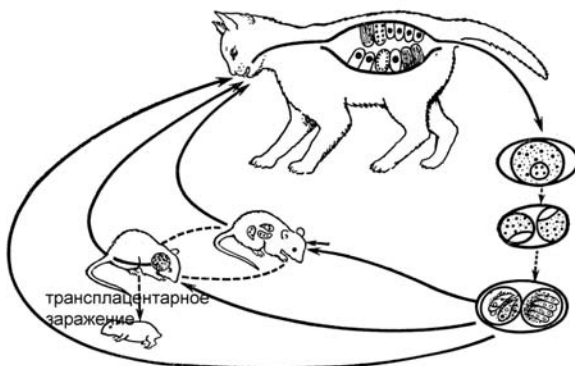
Класс Sporozoa — Собственно споровики

Облигатные паразиты, обычно со сложным жизненным циклом, включающим синтомию (шизогонию) и половой процесс. Характерна зиготическая редукция. Нередко развиваются споры.



Г р е г а р и н ы как полостные паразиты беспозвоночных и низших хордовых. Длина клетки до 10 мкм. Клетка трофической стадии разделена на 2-3 отдела. Мужские и женские гаметы образуются во множественном числе.

К о к ц и д и и как внутриклеточные паразиты со спорой. Кокцидиозы у домашних животных (кролики, телята, цыплята, карпы). Токсоплазмозы: *Toxoplasma gondii*, поражение 70-80% людей, окончательный хозяин — кошка, возможна трансплацентарная передача; обычная оппортунистическая инфекция при СПИДе. Саркоспоридиозы: *Sarcocystis*, паразиты



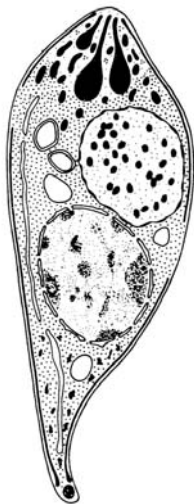
мускулатуры различных млекопитающих, в том числе домашних. Криптоспоридиозы: *Cryptosporidium parvum* — диареи (особенно детские в тропических странах), рвота, респираторные формы, без переносчиков. Циклоспоридиозы: *Cyclospora cayetanensis* — диареи.

П и р о п л а з м и д ы как мелкие внутриклеточные паразиты крови млекопитающих. Апикальный комплекс без коноида. Возбудители трансмиссивных заболеваний с участием клещей, в том числе *Babesia* и *Theileria* у крупного рогатого скота вызывают продолжительную лихорадку (некоторые *Theileria* и *Babesia bigemina* — почти 100 % летальных исходов).

К р о в я н н ы е с п о р о в и к и как внутриклеточные паразиты эритроцитов со сменой хозяев, без спор. В том числе паразиты человека:

Plasmodium vivax. Возбудитель 3-дневной малярии. Инкубационный период — от 12-17 дней до 20 месяцев. Эритроцитарный цикл примерно 48 ч. Паразитемия — в среднем 20 000/мкл. Длительность приступа — 8-12 ч. Проявляются озноб, слабость, увеличение печени и селезенки, сонливость. Продолжительность болезни (без лечения) — до 3 лет. Широко распространен, в том числе в районах с умеренным климатом, но в тропической Африке не имеет большого значения.

Plasmodium ovale. Инкубационный период от 16-18 дней до 10 месяцев. Эритроцитарный цикл — 50 ч. Паразитемия — в среднем 9 000/мкл. Длительность приступа — 8-12 ч. Проявляются озноб, слабость, увеличение печени и селезенки, сонливость. Вероятная продолжительность болезни (без лечения) — до 3 лет. Распространен прерывисто — Западная и Восточная Африка, Индокитай, Филиппины и Новая Гвинея.



Plasmodium malariae. Возбудитель 4-дневной малярии. Инкубационный период — 18-40 дней. Эритроцитарный цикл — 72 ч. Паразитемия — в среднем 6 000/мкл. Длительность приступа — 8-10 ч. Поражение почек. Продолжительность болезни (без лечения) — до 50 лет. Характерен преимущественно для тропической Африки, реже — в тропических районах Америки и Азии.

Plasmodium falciparum. Возбудитель тропической малярии. Инкубационный период — 9-14 дней. Эритроцитарный цикл — 48 ч. Паразитемия — в среднем 20 000-500 000/мкл. Длительность приступа — 16-36 ч. Часто развивается непроходимость капилляров (особенно мозговых). Продолжительность болезни (без лечения) — до 1 года. Очень много летальных исходов. Обычен в экваториальном и тропических поясах.

В целом смертность от разных форм малярии (главным образом тропической) составляет около 1 100 000 человек в год [WHO, 2002], а соответствующие экономические потери составляют около 1 % экономического роста в год [Sachs, 2002].

Тип Parameciophyles (=Ciliata, Ciliophora) — Инфузории

Обычно монадные формы. Хемотрофы, свободноживущие, очень редко паразиты. Ядер два и больше, всегда гетероморфные — микронуклеус и макронуклеус. Митоз микронуклеуса, как правило, закрытый внутриядерный. Деление макронуклеуса, если выражено, чаще всего носит amitotический характер. Бинарное деление поперечное. Обычно диплобионты с половым процессом в форме конъюгации.

Покровы с альвеолярной пелликулой, объединяющейся с корешковыми аппаратами ресничек в кортекс. Обычно есть экструсомы (трихоцисты). Митохондрии обычно с трубчатыми кристами. Клетки, как правило, с многочисленными ресничками, которые могут быть собраны в пучки — цирры.

Свыше 8 000 видов.

В том числе возбудитель балантидиаза *Balantidium coli* — обычно комменсал, редко паразит, внедряющийся в стенку кишечника и вызывающий колит.

Тип Heterokontes — Разножгутиковые

Монадные или коккоидные (редко амeboидные) формы. Есть колониальные и многоклеточные организмы. Фото-, миксо- и хемотробы, свободноживущие, реже паразиты. Ядро обычно одно, реже много. Митоз закрытый, полуоткрытый или открытый. Гапло- и диплобионты, половой процесс, как правило, есть.

Обычно есть клеточная стенка, часто целлюлозная. Часто есть экструсомы. Митохондрии — чаще с трубчатыми кристами. Хлоропласты, если есть, с 4 мембранами и с хлорофиллами а и с.



Обычно с двумя разными жгутиками (один с мастигонемами и один гладкий).

Свыше 25 000 видов.

Класс *Labyrinthulodes* — Лабиринтулы (включая траустохитриды)

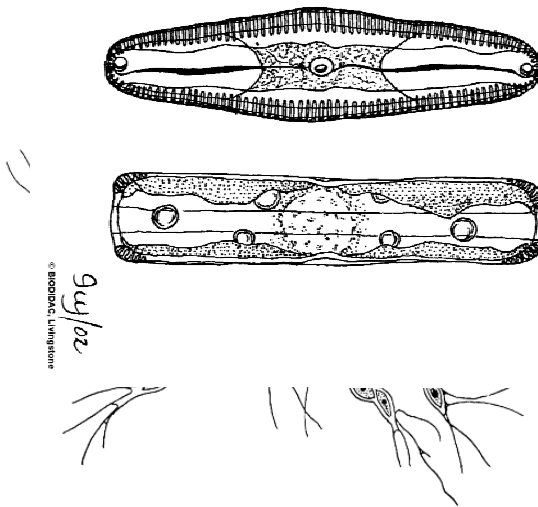
С уникальными образованиями — внеклеточной эктоплазматической сетью и органеллами — ботросомами=сагеногенетосомами.

Класс *Saprolegniomycota* (=Oomycota) — Сапролегниевые, или оомицеты

Обычно мицелиальные многоядерные формы с целлюлозными или целлюлозно-хитиновыми клеточными стенками. Зооспоры двухжгутиковые. Синтез лизина через диаминопимелиновую кислоту (ДАП-путь). Диплобионты. Мейоз гаметический.

Класс *Hyphochytriales* — Гифохитриевые

Одноклеточные или мицелиальные формы, обычно с



целлюлозно-хитиновыми клеточными стенками. Зооспоры с одним передним жгутиком.

Класс *Bacillariophyceae* (=Diatomea) — Диатомеи

Одноклеточные, одиночные или колониальные формы с характерным двустворчатый кремнёвым панцирем на базе пелликулы. Хлоропласт с 4 мембранами. Подвижная гамета одножгутиковая. Как правило, диплобионты с гаметической редукцией.

Свыше 20 000 видов, в том числе около 10 000 современных.

Класс *Tribophyceae* (=Heterocontae, Xantophyta) —

Желтозеленые водоросли

Организмы разного строения: одноклеточные, ценобиальные, колониальные, многоклеточные, обычно с плотной оболочкой из пектина, реже целлюлозной. Монадные формы или стадии, как правило, со жгутиками. Хлоропласты с 4 мембранами. Половой процесс известен у немногих видов. Митоз закрытый.

Класс Fucophyceae (=Phaeophyta) — Бурые водоросли

Многоклеточные, обычно с чередованием 2 поколений, нередко с разной ploидностью. Вегетативные клетки со стенками, содержащими целлюлозу. Подвижные стадии обычно с 2 жгутиками. Хлоропласты с 4 мембранами.

Класс Chrysomonadophyceae — Золотистые водоросли

Одноклеточные, колониальные или многоклеточные, преимущественно фототрофы. Ядро одно. Митоз открытый.

Клетки обычно без оболочки, нередко в своеобразных футлярах — домиках. Жгутиков, если они развиты, обычно 2. Могут присутствовать амeboидные стадии.

Около 1 000 видов.

Класс Dictyochophyceae — Кремниевые жгутиконосцы

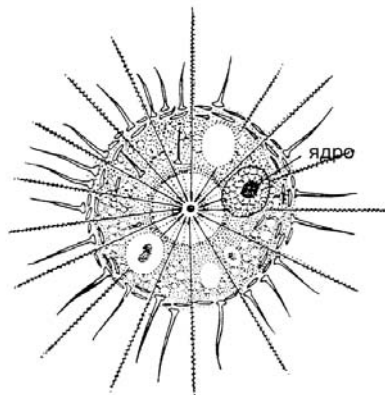
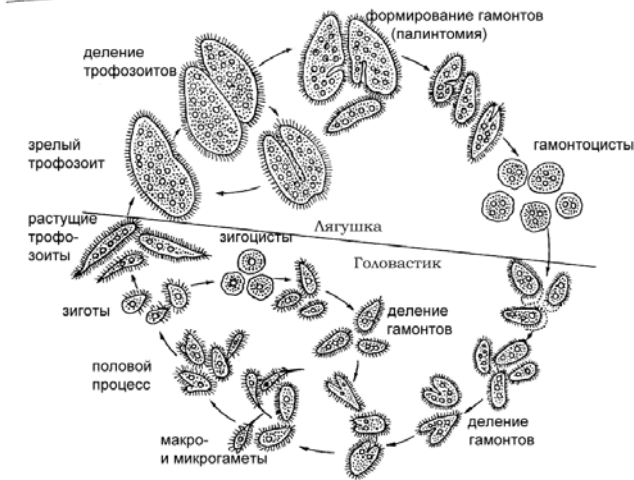
Одноклеточные монадные морские формы.

Развит сетчатый или звездчатый скелет из кремнёвых трубочек. Жгутиков 2, один — длинный с мастигонемами, второй — рудиментарный. Хлоропласты с 4 мембранами. Половой процесс не описан.

Всего несколько современных видов, многочисленны вымершие формы.

Класс Pedinelliales (=Heliozoa, частично) — Солнечники

С радиально расположенными аксоподиями, без центральной капсулы, обычно планктонные или прикрепленные. Ядро одно, реже много. Развиты аксоподии. Жгутики могут отсутствовать. Хлоропластов обычно нет. Как правило, есть экструсомы.



Тип *Opalinata* — Опалинаты

Формы клеток довольно разнообразны. Комменсалы кишечника, главным образом амфибий. Ядро от одного до многих. Митоз закрытый внутриядерный. Диплобионты, половой процесс обычно есть.

Покровы клетки в виде гребенчатой тубулеммы. Митохондрии с трубчатыми кристами. Жгутиков обычно много.

Тип Choanomonada — Воротничковые жгутиконосцы

Форма овальная или грушевидная. Есть колониальные виды. Хемотрофы, свободноживущие — планктонные или прикрепленные. Ядро одно (реже много). Митоз переходный между закрытым и полужакрытым. Половой процесс не известен.

Митохондрии с пластинчатыми кристами. Единственный жгутик в окружении тентакул, образующих воротничок.

Как правило, есть смена активной стадии и цисты.

Свыше 150 видов.

Тип Rhizopoda — Корненожки

В той или иной степени амебоидные или плазмодиальные формы с лобоподиями или филоподиями. Часто с домиком или раковиной. Хемотрофы, свободноживущие, реже паразиты. Ядро одно, реже много. Митоз закрытый, полужакрытый или открытый.

Митохондрии с кристами разной формы. Жгутиков обычно нет.

Свыше 5 000 видов.

Класс Lobosea — Лобозные амебы

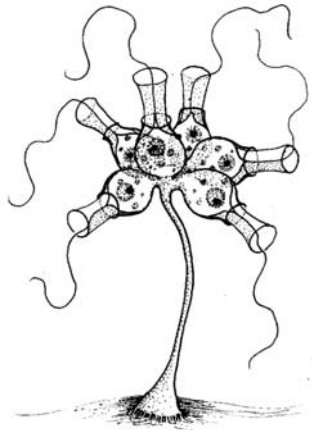
Кристы трубчатого типа.

Класс Filosea — Филозные амебы

С филоподиями.

Класс Xenophyophora — Ксенофиофории

Морские глубоководные виды с многоядерным плазмодием в системе ветвящихся трубочек, в цитоплазме — кристаллы сульфата бария, размеры — до 25 см!



Livingstone, © BIODIDAC

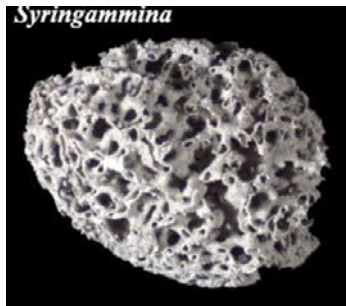
Тип Foraminifera — Фораминиферы

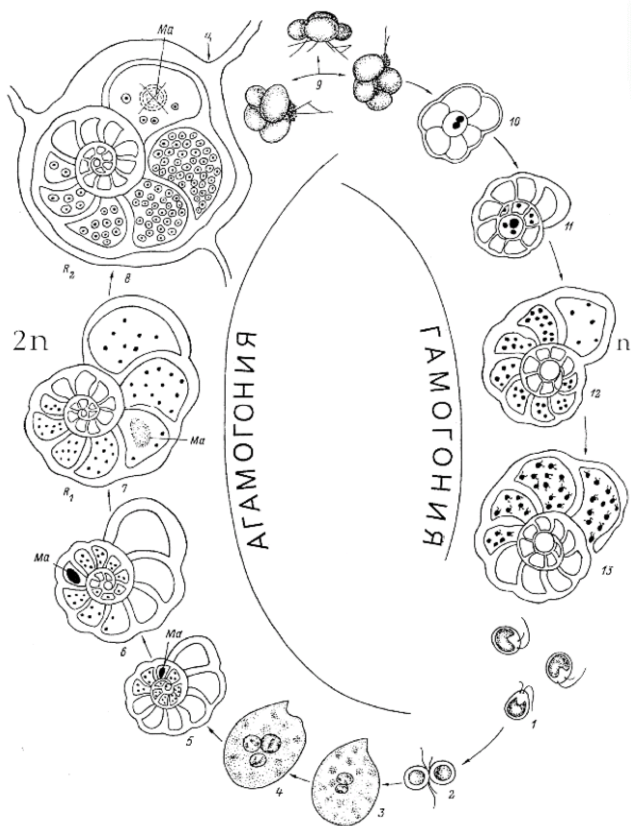
Одноклеточные формы с хорошо развитой, часто очень сложной, органической, агглютинированной или полностью секреторной (известковой) раковиной. Развита ретикулоподии. Хемотрофы, свободноживущие, очень редко паразиты. Ядер чаще много, ядерный аппарат может перестраиваться в ходе жизненного цикла. У ряда групп прослеживается ядерный дуализм. Митоз закрытый.

Жизненный цикл с чередованием полового и бесполого поколений. Гаметы с 2-3 жгутиками или амебоидные.

Митохондрии с трубчатыми кристами.

Около 40 000 видов (современные — около 6 000). Ископаемые формы до 16 см!





Тип *Ascetosporaea* — Ацетоспоридии

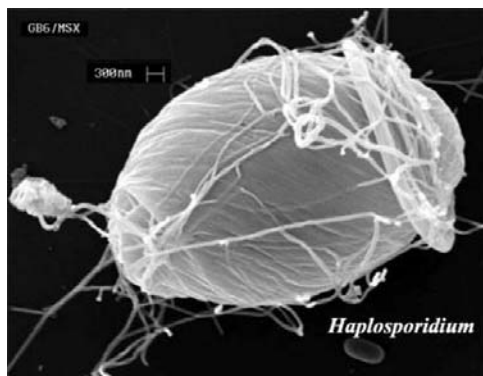
Амебоды, без жгутика. Паразиты морских беспозвоночных (главным образом кольчатых червей и моллюсков). Споры

(одноклеточные или многоклеточные) без нитевидного экструзивного аппарата, с порой в окружении диафрагмы. Паразитическая стадия — межклеточный многоядерный плазмодий.

Около 30 видов.

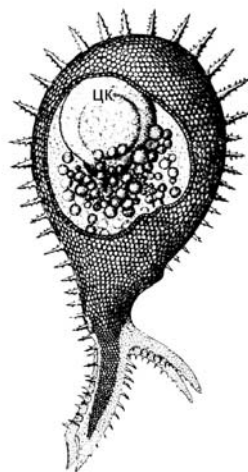
Тип Radiolaria — Радиоларии

Одиночные и колониальные формы с хорошо развитыми



аксоподиями. Скелет из оксида кремния, у ряда групп с органическими соединениями, формируется в эктоплазме. Есть центральная капсула. Ядро обычно одно, полиплоидное. Митоз по типу диномитоза. У части (Phaeodarea) есть феодий.

Около 4 000 видов (современных).

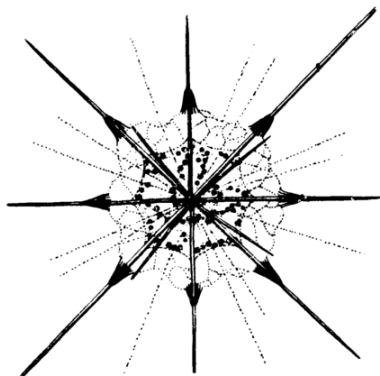


Тип Acantharia — Акантарии

Одиночные формы с хорошо развитыми тонкими аксоподиями. Скелет из 10, 16 или 20 игл, состоящих из сульфата стронция (целестина), формируется в центре тела. Внешний

слой цитоплазмы соединен с иглами мионемами (миофрисками).
Последние являются частью гидростатического аппарата.
Обычно многоядерные. В жизненном цикле может быть стадия
споры (со жгутиком) и(или) одноядерного амебоида.

Свыше 200 видов.



7. Соотношение основных таксонов простейших

Тип	Класс	Таксон по Шаровой [1999]
Microsporidiophyles (=Microspora)		тип Microspora
Archemonadophyles	Pelomyxioides	часть типа Sarcomastigophora
	Diplomonadea	то же
	Parabasalea	то же
Bangiophyles	Bangiophyceae	нет
	Floridiophyceae	нет
Euglenophyles	Acrasioides	часть типа Sarcomastigophora
	Euglenoidea	то же
	Stephanopogonoidea	нет?
	Kinetoplastida	часть типа Sarcomastigophora
Myxophyles	Myxomycetoidea	то же
	Entamoebidea	то же
	Myxosporidea	тип Мухозоа
Plasmodiophora		нет
Peridiniophyles		часть типа Sarcomastigophora
Apicomplexophyles	Perkinsea	тип Apicomplexa
	Sporozoa	то же
Parameciophyles		тип Ciliophora
Heterokontes	Labyrinthuloides	тип Labyrinthomorpha

	Saprolegniomycota	нет
	Hyphochytriiodes	нет
	Bacillariophyceae	нет
	Tribophyceae	нет
	Fucophyceae	нет
	Chrysoomonodophyceae	нет
	Dictyochophyceae	нет
	Pedinelliodes	часть типа Sarcomastigophora
Opalinata		то же
Choanomonada		то же
Rhizopoda	Lobosea	то же
	Filosea	то же
	Xenophyophorea	то же
Foraminifera		то же
Ascetospora		тип Ascetospora
Radiolaria		часть типа Sarcomastigophora
Acantharia		то же