

Зоол.Л.2. Protozoa

Общие черты организации

Монадный тип организации

Саркодовый тип организации

Царство Protista, Подцарство Protozoa

- 1. Общая характеристика
- *К подцарству Protozoa относятся гетеротрофные эукариоты, среди которых есть одноклеточные моно- и полиэнергидные, многоклеточные и колониальные организмы. Общее свойство всех представителей подцарства: их организация не выходит за пределы клеточного уровня, т.е. подавляющее большинство дифференцировок, приводящих к возникновению того или иного плана организации, происходят внутри клеток. У многоклеточных простейших никогда не возникает гетероклеточность, приводящая к образованию ансамблей клеток, объединенных сходством выполняемых функций (тканей или тканоеидов).*

- Элементарной единицей организации простейших служит так называемая **энергида**. Энергида - часть клетки, если клетка - это плазма со своим ядром, органеллами и пограничным слоем, пределом которого служит клеточная оболочка. **Энергида не имеет собственного пограничного слоя**. Это участок плазмы со своим ядром, органеллами, но без пограничного слоя.
- У многоядерной амебы имеется общая плазма, ядра и часть ядер имеет свою долю пограничного слоя, а часть нет. Те ядра, которые расположены ближе к центральной части амебы и не имеют своего пограничного слоя, вместе с **органеллами, составляют энергиду**. А само такое многоядерное тело называется **симпластом** (если не способно к амебоидному движению) или плазмодием (если способно к амебоидному движению или изменению формы тела). Клетку со многими ядрами называют **полиэнергидной**, а с одним - **моноэнергидной**.

- Форма тела простейших и его окраска чрезвычайно разнообразны и зависят от условий сред обитания.
- То же относится и к строению тела простейших. Но оно всегда сложнее строения отдельной клетки многоклеточных организмов, т.к. простейшие – самостоятельные организмы.

Монадный (жгутиковый) тип организации

объединяет организмы, у которых во взрослом состоянии имеется жгутик как орган передвижения. В то же время, наличие жгутика на определенных стадиях жизненного цикла и у гамет характерно практически для всех животных (кроме нематод) и растений, даже некоторых высших.

Жгутиковые, как таксономическая группа – Mastigophora, выделяются по наличию целой системы органоидов, отличающих их от саркодовых.

Выделяют 4 морфотипа жгутиконосцев: *изоконты*, *анизоконты*, *гетероконты* и *стефаноконты*.

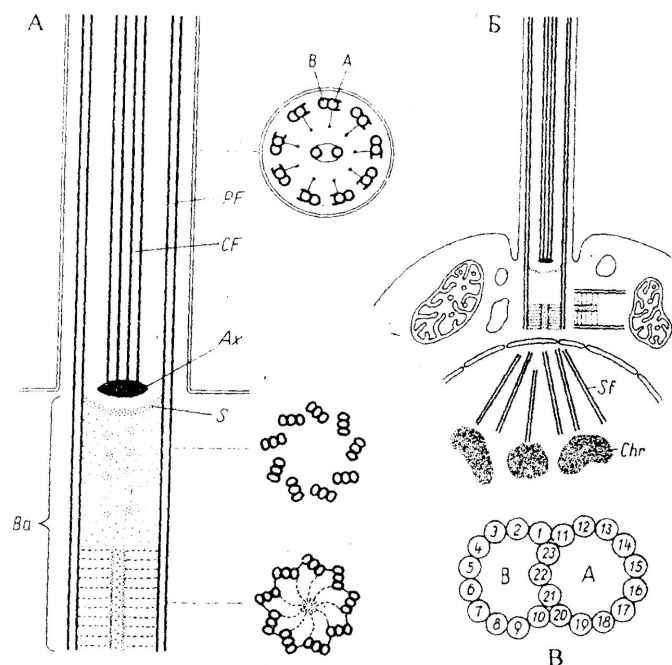


Рис. 1. Схема ультрамикроскопического строения жгутика или реснички (из Grell, 1993);

А — продольный срез и три поперечных среза через жгутик на различной высоте (указано штриховыми линиями); Б — участок цитоплазмы, где располагается центриоля, в момент образования новой центриоли (в правом углу) нити ахроматинового веретена (микротрубочек) внутри ядра; В — схематический поперечный срез через дуплет микротрубочек, показывающий, что он состоит из микротрубочки А (13 субъединиц: 11-23) и неполной В (10 субъединиц: 1-10);

Ax — осевое тельце; Ba — центриоля (кинетосома); CF — центральные фибриллы; Chr — хромосомы; PF — периферические фибриллы; S — перегородка (септа); Sf — нити ахроматинового веретена

- Детальное изучение тонкого строения жгутиконосцев (покровных структур клетки, жгутикового аппарата, митохондрий и хлоропластов и т.д.), их физиологии и биохимических особенностей отчетливо показало, что это сборная группа, всех представителей которой фактически объединяет только один признак — наличие жгутикового аппарата. Последний всегда включает несколько частей: собственно жгутик, или **ундулиподию**, содержащую **аксонему**; так называемую **переходную зону**, расположенную на уровне поверхности клетки и самой нижней границы ундулиподии; **кинетиосома**, или **базальную гранулу**, залегающую под поверхностью клетки, и, наконец, **корешки**.

Надтип Euglenozoa: Тип Euglenophyta

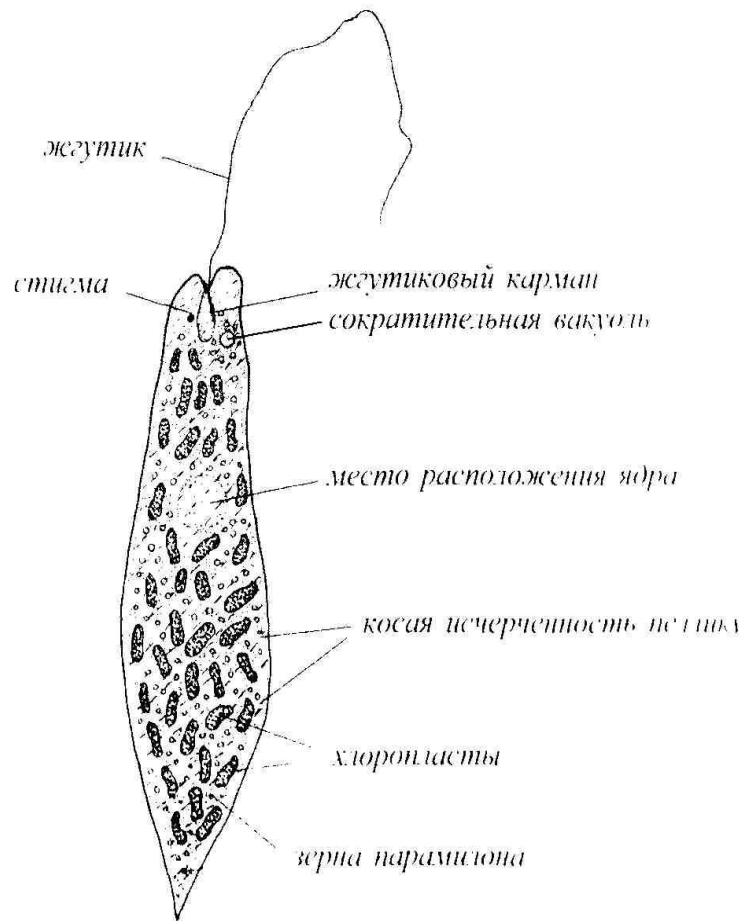


Рис. 15. *Euglena viridis*, внешний вид

Надтип Dinomorpha Панцирные жгутиконосцы

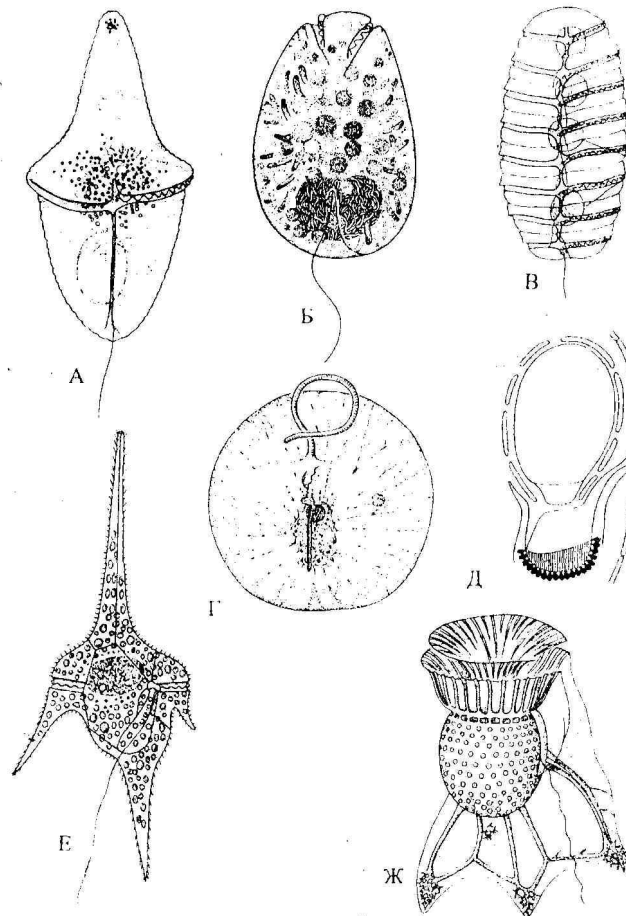
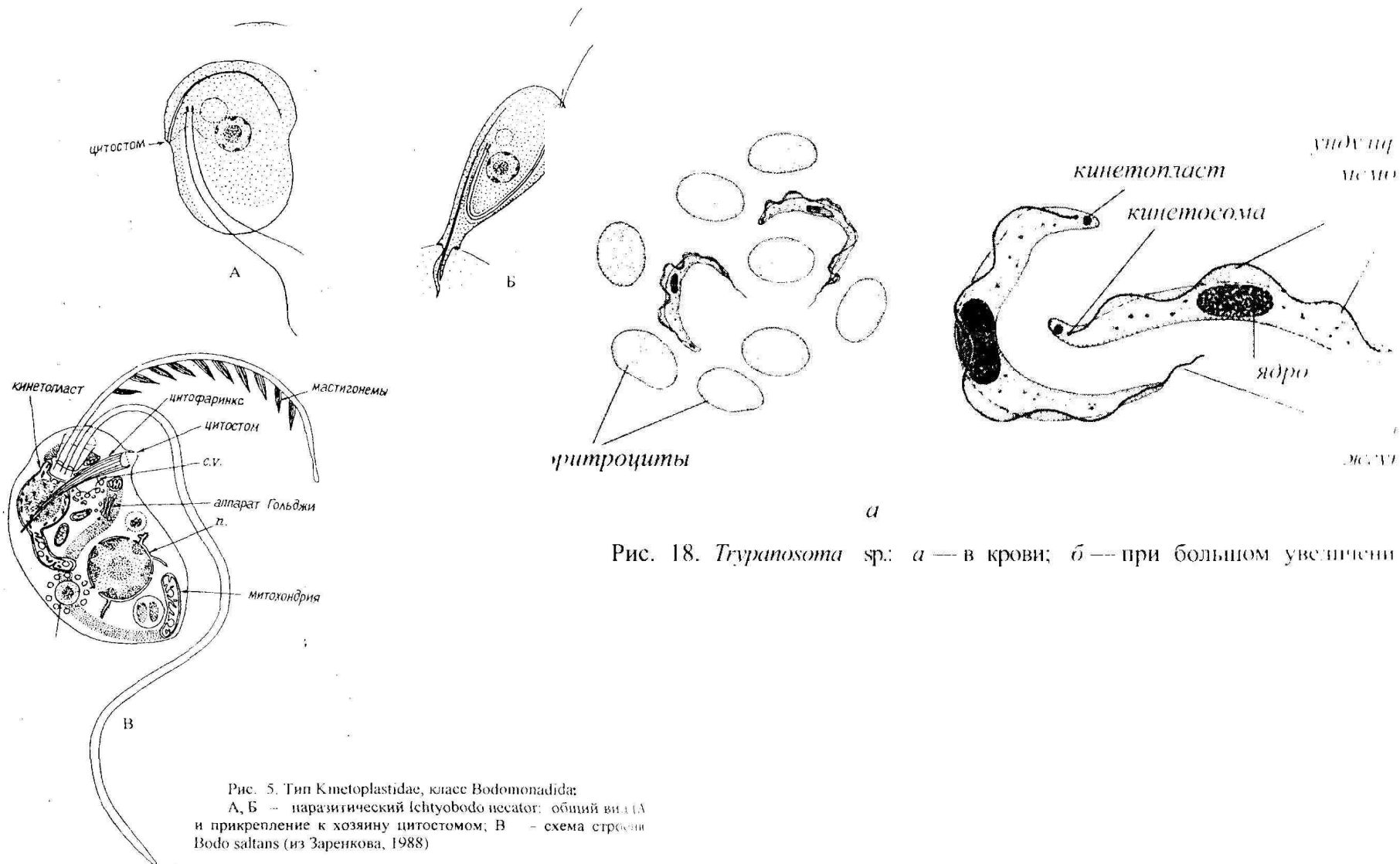


Рис. 3. Надтип Dinomorpha, тип Dinophyta (из Grell, 1993):
А – *Gymnodinium dogieli*; Б – *Amphidinium elegans*; В – *Polykrikos schwartzi*; Г – *Noctiluca miliaris*; Д – Продольный срез через фоторецептор («оцеллоид») *Nematodinium*; Е – *Ceratium hirudinella*; Ж – *Ornithocercus magnificus*

Тип Kinetoplastida



Тип Kinetoplastida: Класс Bodomonadida, Класс Trypanosomamonadida

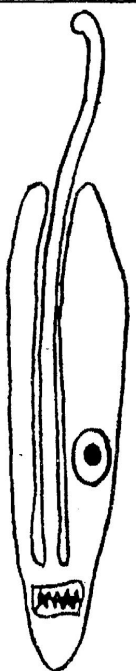
Морфологические формы*					
Мастиготы (жгутик выходит за жгутиковый карман)				Эндо- мастиготы (жгутик не выходит)	А- мастиготы (жгутик отсутствует)
					
про- мастиготы	описто- мастиготы	эпи- мастиготы	трипо- мастиготы		

Рис. 6. Тип Kinetoplastidae, класс Trypanosomamonadidae.
Классификация морфологических форм у представителей
семейства Trypanosomatidae (из Фролова, 1994)

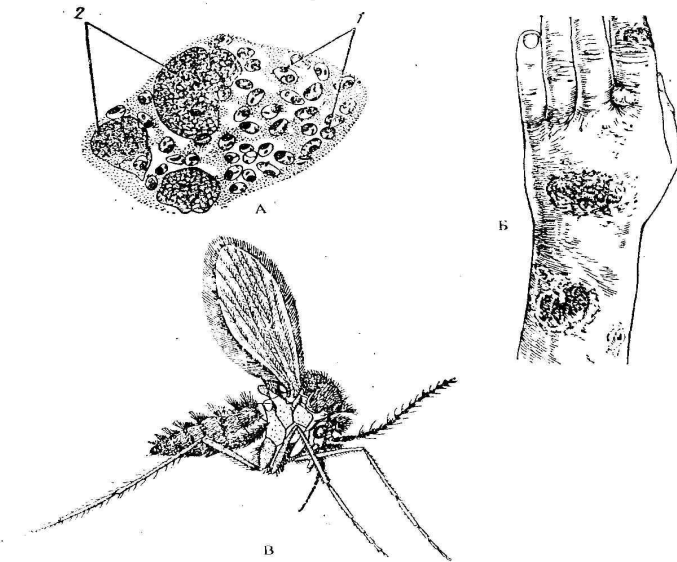


Рис. 8. Заболевание, вызываемое *Leishmania tropica* (пандемическая язва):
 А — паразиты в клетке хозяина, Б — язвы, вызываемые паразитом; В — переносчик *L. tropica* — комар *Phlebotomus papatasi* (из Догеля, 1981, с изменениями);
 1 — лейшмания, 2 — ядро клетки хозяина

- Лейшмании используют в качестве хозяев широкий круг позвоночных животных: рыб, рептилий, млекопитающих, в том числе человека, вызывая у него тяжелые заболевания лейшманиозы.
- Переносчиками для большинства видов лейшманий служат мелкие кровососущие насекомые - москиты рода *Phlebotomus* (рис. 8В). Москиты, питаясь на позвоночном животном, вносят в его ткани подвижные промастиготные формы лейшманий.

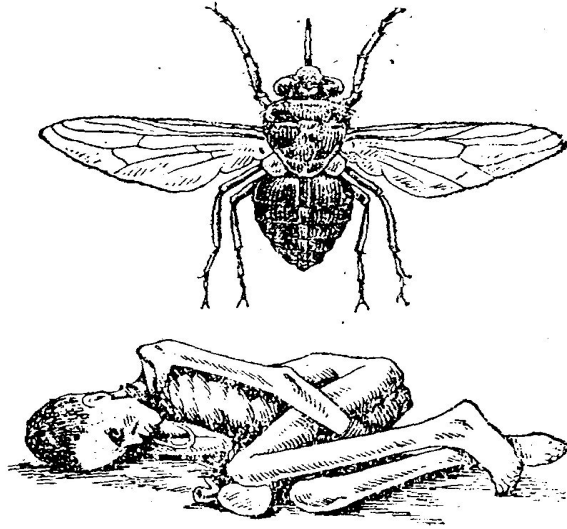


Рис. 10. Муха цеце *Glossina palpalis* (вверху); больной сонной болезнью на последних стадиях заболевания (внизу) (из Догеля, 1981)

- Возбудитель другой очень широко распространенного и известного широкому кругу людей заболевания, так называемой сонной болезни, обитает в Тропической Африке. Это *Tr. brucei*. Она может служить примером максимально упрощенного жизненного цикла среди трипаносом.
- в распространении заболевания (Рис. 10). участвует муха Це-це (*Glossina palpalis*, *G. morsitans* и др.) от антилоп к человеку. После укуса мухи паразиты проникают в кровеносную и лимфатическую системы человека. Со временем они поселяются в спинномозговой жидкости, откуда уже попадают в мозговую ткань, поражая центральную нервную систему. Это обуславливает и особенности течения сонной болезни.

• Надтип Polymastigota, Тип Diplomonadida

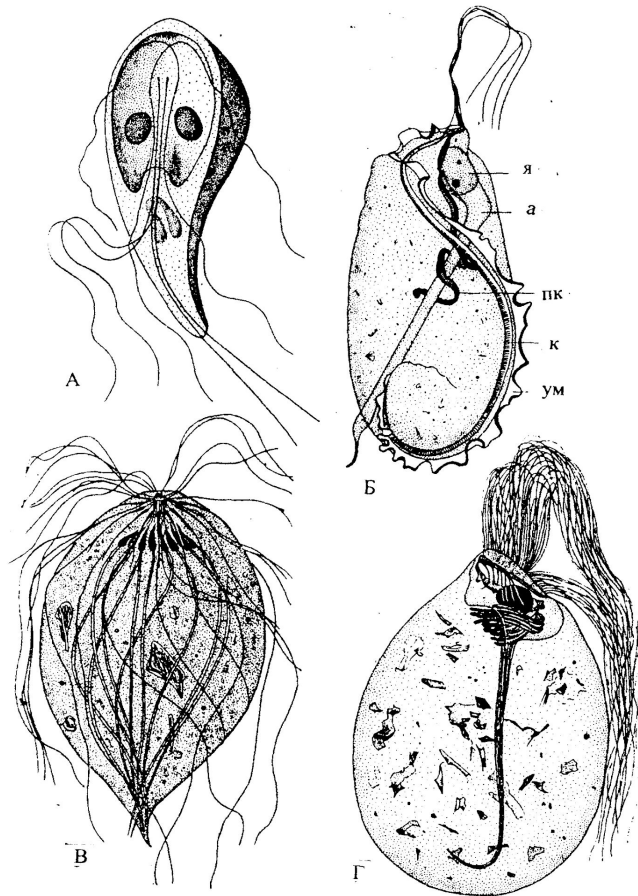


Рис. 11. Надтип Polymastigota. Представители типов Diplomonadida и Parabasalia (из Grell, 1993);

А – *Lamblia intestinalis*; Б – *Trichomonas termopsisidis*; В – *Coronimpha clevelandi*; Г – *Joenia dubosqui*;

а – акостиль; к – коста; ПК – парабазальное тельце; ум – ундулирующая мембрана; я – ядро

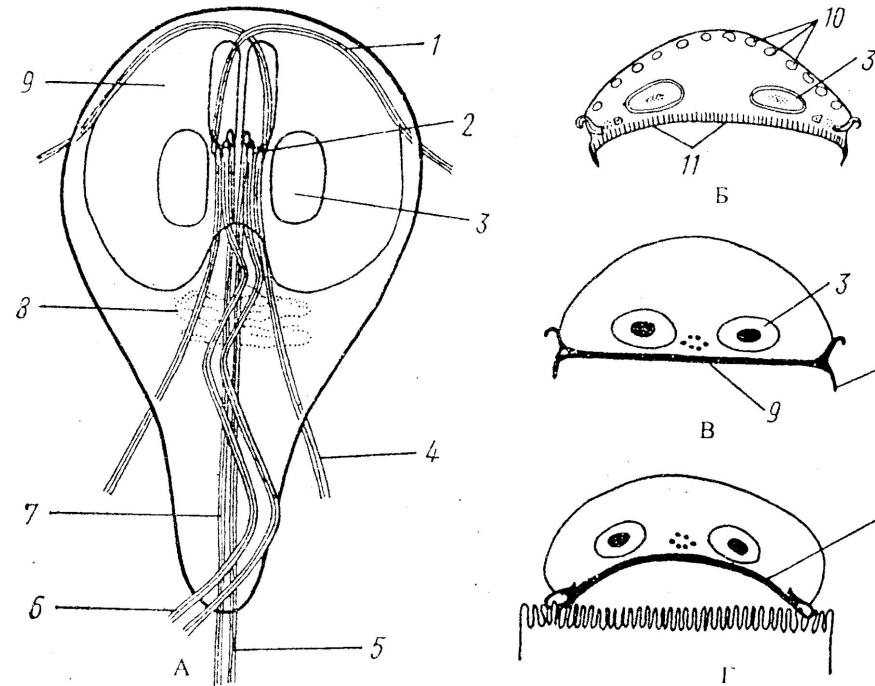


Рис. 12. Схема строения лямблии:

А – строение лямблии; Б – схема поперечного среза; В, Г – схема, поясняющая механизм прикрепления лямблии к кишечнику хозяина (из Гинецинская, Добровольский, 1978);

1 – передне-боковой жгутик; 2 – группа кинетосом; 3 – ядро; 4 – задне-боковой жгутик; 5 – хвостовые жгутики; 6 – брюшные жгутики; 7 – аксономы хвостовых жгутиков; 8 – медиальные тела; 9 – прикрепительный диск; 10 – пиноцитозные вакуоли; 11 – гребень на пелликулярных микротрубочках прикрепительного диска; 12 – заостренный краевой выступ прикрепительного диска

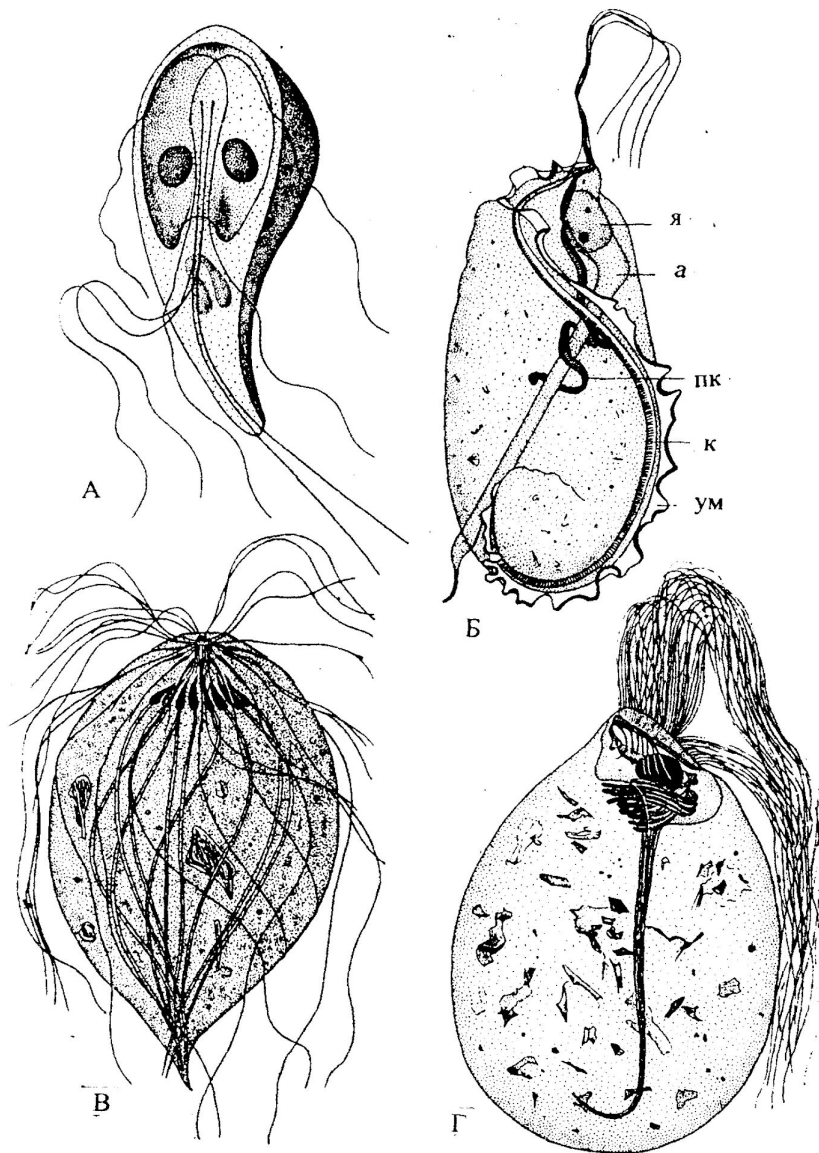


Рис. 11. Надтип Polymastigota. Представители типов Diplomonadida и Parabasalia (из Grell, 1993);

А – *Lamblia intestinalis*; Б – *Trichomonas termopsisidis*; В – *Coronympha clevelandi*; Г – *Joenia dubosqui*;

а – аксостиль; к – коста; пк – парабазальное тельце; ум – ундулирующая мембрана; я – ядро

Тип Diplomonadida

В состав типа входят свободноживущие и паразитические жгутиконосцы. Мاستигонт состоит из 4 кинетосом, одна из которых перпендикулярна остальным и связана с ядром, образуя кариомастигонт. Кинетосомы довольно глубоко погружены в цитоплазму, располагаясь неподалеку от ядра, в результате чего аксонемы жгутиков проходят через ее толщу. Особенно сильно это выражено у жгутика повернутой кинетосомы (рекуррентный жгутик), который направлен в сторону, противоположную остальным и проходит в цитостоме или канале внутри цитоплазмы, только на заднем конце выходя наружу. Нет аппарата Гольджи. Для представителей этого типа характерно удвоение кариомастигонта как бы в процессе не доведенного до конца деления клетки, в результате чего жгутиконосец приобретает билатеральную (двулучевую) симметрию, что очень редко встречается среди простейших.

- **Тип Parabasalia: Класс Trichomonadea,**
- **Класс Hypermastiginea** Тип объединяет исключительно паразитических жгутиконосцев. Для них характерно наличие кариомастигонта, образованного 4 кинетосомами и ядром. Фибриллярные корешки формируют хорошо развитый цитоскелет. Всегда имеется так называемый парабазальный аппарат, который представляет из себя аппарат Гольджи. В клетке имеется особое опорное образование - **аксостиль**, который проходит по центральной оси тела.

Класс Trichomonadea

- Это обширная *группа*, к которой относятся жгутиконосцы, обладающие 4-6 жгутиками. Один из них (рекуррентный) всегда направлен назад и окаймляет идущую вдоль тела ундулирующую мембрану. **Митохондрии отсутствуют.**
- Типичными и наиболее известными представителями класса могут служить жгутиконосцы из рода *Trichomonas*. На переднем конце тела трихомонасов имеются четыре свободных жгутика. Форма клетки овальная, грушевидная или вытянутая, 5-30 мкм длиной. В передней трети тела расположено крупное

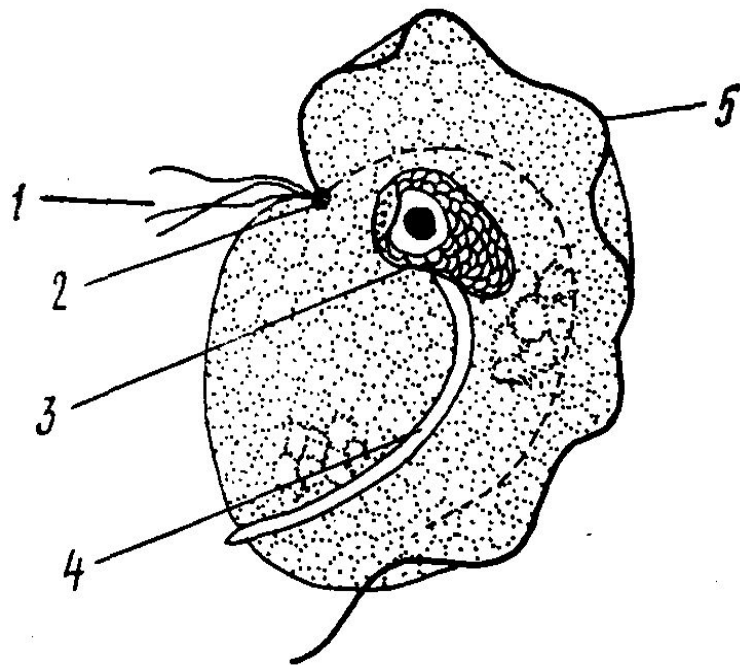


Рис. 50. *Trichomonas muris*
($\times 1200$) (из кн. Гартмана):

1 — жгутики, 2 — базальные тельца, 3 — ядро, 4 — аксостиль, 5 — опорная фибрилла ундулирующей мембраны

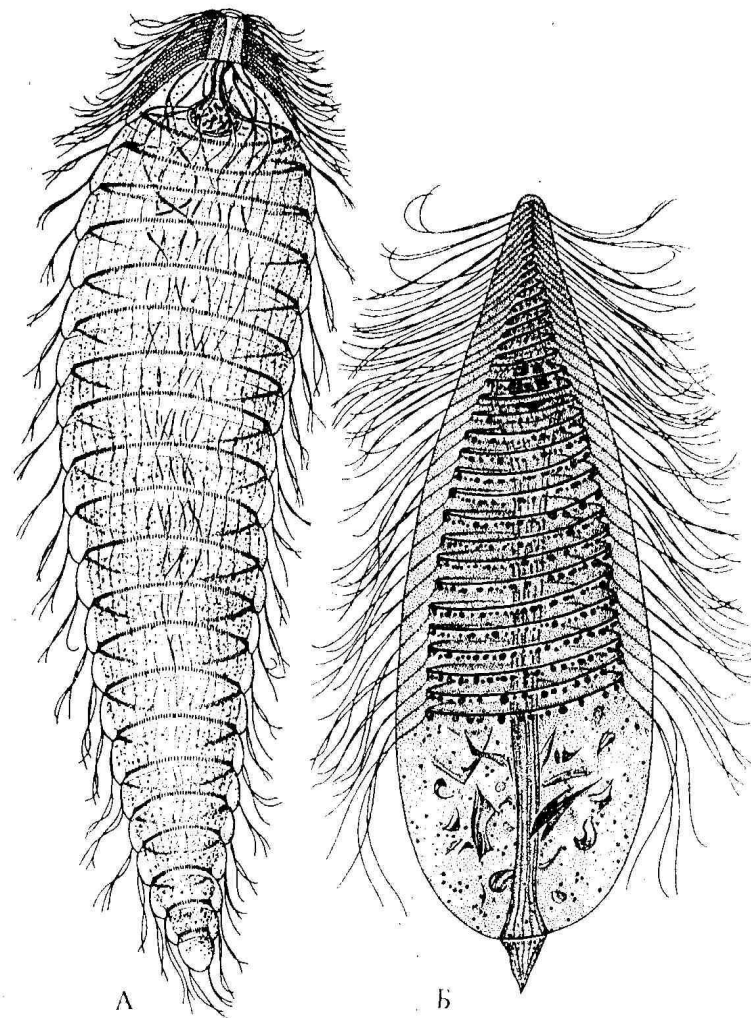


Рис. 13. Надтип Polymastigota; класс Hypermastiginea (из Grell, 1993):

А — *Teratonympha mirabilis* ($\times 680$); Б — *Spirotrichonympha bispira* ($\times 940$)

- Класс **Hypermastiginea**

Это относительно крупные жгутиконосцы (до 0,5 мм длиной), обитатели кщичника насекомых, питающихся древесиной. Для них характерна тенденция к умножению (полимеризации) тех или иных органоидов, чаще всего жгутиков и парабазальных тел. Ядро всегда одно располагается в передней трети тела. Особенно многочисленны бывают жгутики, которые достигают числа многих сотен, а иногда и тысяч. Кинетосомы соседних рядов жгутиков соединены попарно поперечно-исчерченными филаментами.

Аксостиль развит несколько хуже, чем у трихомонасов, но тоже имеет характерное ложковидное расширение, располагающееся рядом с ядром. Это расширение, видимо, служит для его защиты. У некоторых форм аксостиль отсутствует. Передний конец тела может образовывать хоботок (рис. 13).

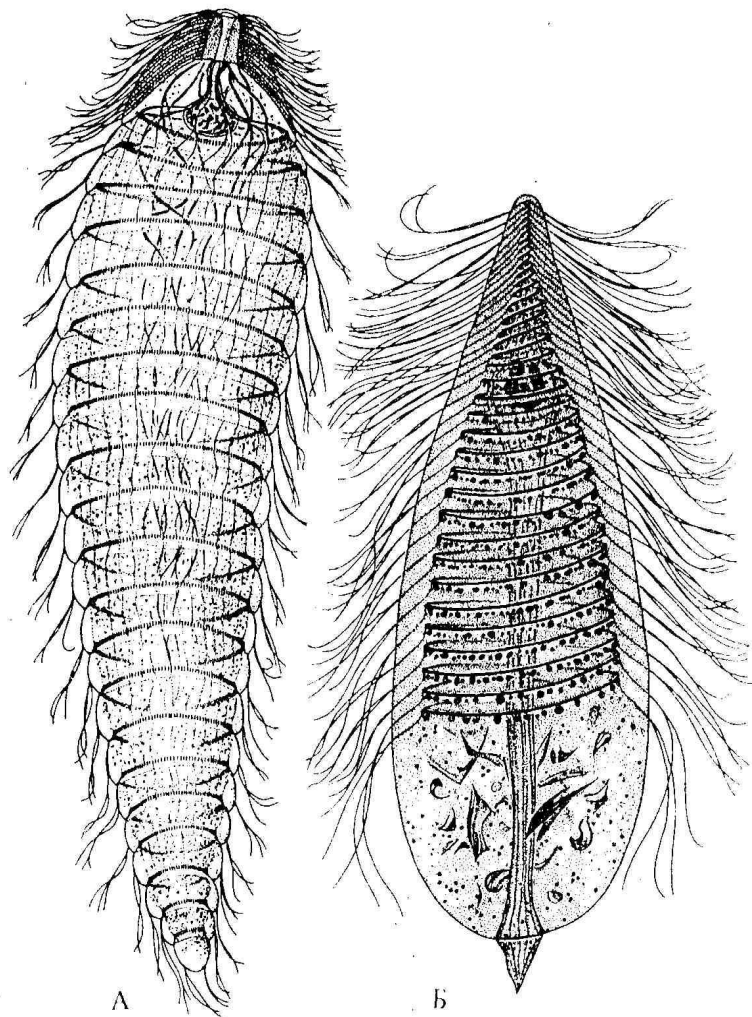
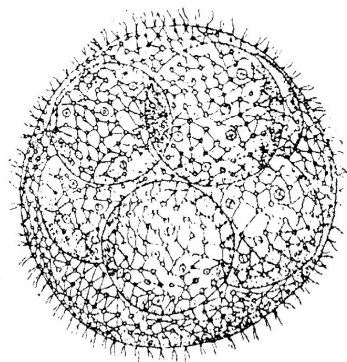
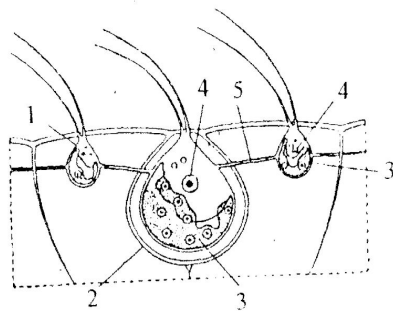


Рис. 13. Надтиш Polymastigota, классе Hypermastiginea (из Grell, 1993):

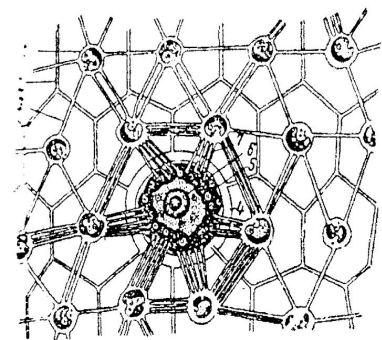
А - *Teratonympha mirabilis* ($\times 680$); Б - *Spirotrichonympha bispira* ($\times 940$)



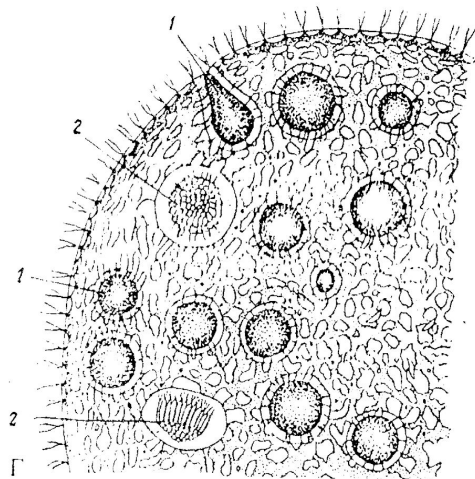
А



Б



В



Г

Рис. 14. Тип Chlorophyta, класс Euechloromonada. Строение колониальных жгутиконосцев из рода *Volvox* (из Иванов с соавт., 1958):

А-В - *Volvox aureus* (А - общий вид колонии; внутри материнской колонии - 6 дочерних; Б - разрез через участок колонии, схематизировано: 1 - вегетативная особь; 2 - «вегетативная клетка размножения»; 3 - хроматофор; 4 - ядро; 5 - протоплазматический мостик; В - участок колонии, вид сверху; 4 - граница между ослизненными оболочками клеток); Г - *Volvox globator* ($\times 250$); участок колонии с половыми клетками; 1 - макрогамета; 2 - микрогаметы

Колония *Volvox* sp.

Колонии последнего представляют собой слизистую сферу, полую внутри, которая объединяет лежащие в один слой двухжгутиковые клетки. Они соединены друг с другом посредством плазматических мостиков. У нее различают передний и задний полюсы. На заднем располагается отверстие - **фиалопор**.

Клетки переднего полюса отличаются от остальных более крупными стигмами. Особенно выделяются четыре клетки так называемого креста, расположенные непосредственно на переднем полюсе колонии. Это свидетельствует о первых признаках клеточной дифференцировки в колонии. Кроме соматических в колонии имеются генеративные клетки двух типов. Первый тип - так называемые бесполое клетки. Они погружаются в полость колонии, где в результате палинтомического дробления дают дочерние колонии, которые после гибели материнской колонии переходят к самостоятельной жизни, увеличиваясь до размеров взрослой колонии. Прочие генеративные клетки остаются лежать на поверхности шара, на его задней половине. **Оогаметы** не делятся, тогда как генеративные клетки, из которых образуются мужские гаметы, претерпевают палинтомическое дробление, образуя пластинку из 196 двухжгутиковых клеток (так называемая пластинчатая палинтомия) (рис. 14).

Надтип Apicomplexa:
Тип Sporozoa (Споровики): Класс
Gregarinomorpha, Класс
Coccidiomorphina, Отр. Coccidiida,
Отр. Haemosporidia, Тип
Sporalinata: Класс Opalinatea

Тип Sporozoa

- Для споровиков характерен сложный жизненный цикл, который обычно включает три последовательные фазы. Первая представлена несколькими сменяющимися друг друга агамными поколениями (**м е р о н т а м и**), размножающимися путем особого типа почкования — мерогонии. Во время второй осуществляется дифференциация половых особей (**г а м о н т о в**), формируются гаметы (**г а м о г о н и я**), которые затем копулируют. Завершается цикл **с п о р о г о н и е й**, то есть формированием из зиготы инвазионных стадий — **с п о р о - з о и т о в**. Так как для споровиков характерна зиготическая редукция, то именно во время спорогонии осуществляется мейоз. Спорогония протекает под защитой плотной оболочки, которая выделяется на поверхности **з и г о т ы**. Эта инцистированная стадия называется **о о ц и с т о й**.

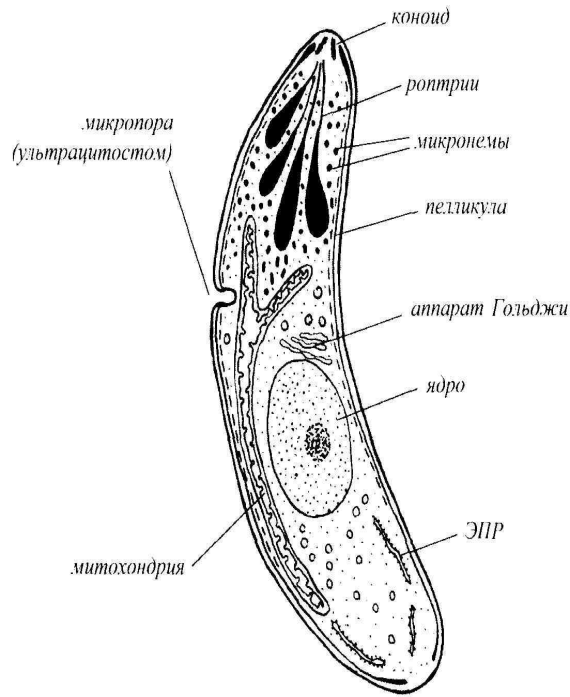


Рис. 23. Схема строения зонта

- Главной отличительной особенностью **Apicomplexa** является то, что в их жизненном цикле обязательно присутствует стадия (**вегетативная клетка— организм, зооспора, зоит**), обладающая апикальным комплексом органоидов (рис. 23). В типичном случае рассматриваемый комплекс включает следующие структуры:
- **Пелликула** образована тремя мембранами — **плазмалеммой** и **двумя мембранами внутреннего мембранного комплекса**, принадлежащими **альвеолам**..
- **Микропора**, если она имеется, обычно располагается на боковой поверхности клетки. Считается, что микропора выполняет функции **ультрацитостома**.

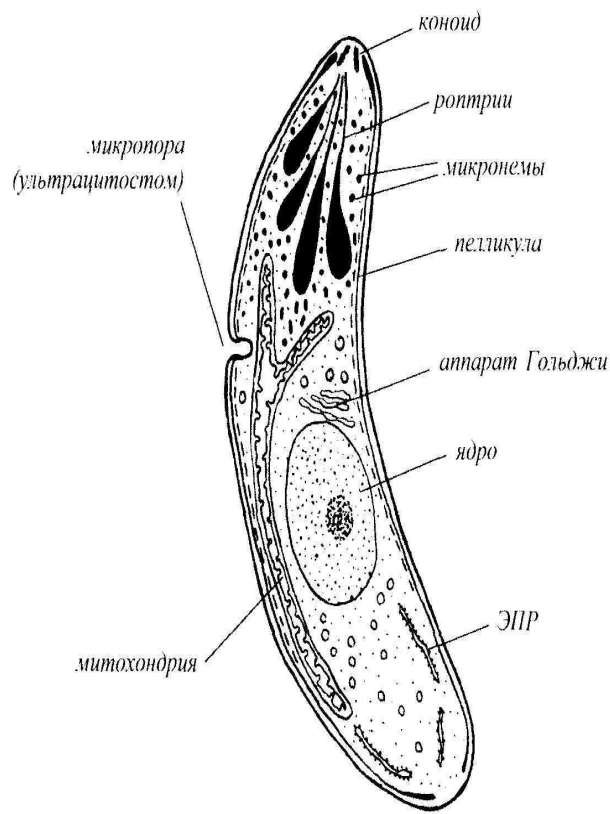


Рис. 23. Схема строения зонта

В передней половине клетки располагаются **роптрии**. Это мешковидные образования с расширенным задним концом и узким направленным вперед «протоком». Они ограничены мембраной и содержат электронноплотный материал.

На апикальном конце клетки располагается **коноид**. Эта структура имеет форму полого усеченного конуса, стенки которого построены из нескольких спирально расположенных микрофибрилл.

- Класс **Gregarinomorpha**

- В состав класса входят полостные и кишечные паразиты беспозвоночных и низших хордовых. Мужские и женские особи, формирующие гаметы (**гамонты**) объединяются в **сизигий**, образуя гамонтоцисту. Обычно **гомоксенны**, т. е. , их жизненный цикл протекает без смены хозяев.

Класс Gregarinomorpha

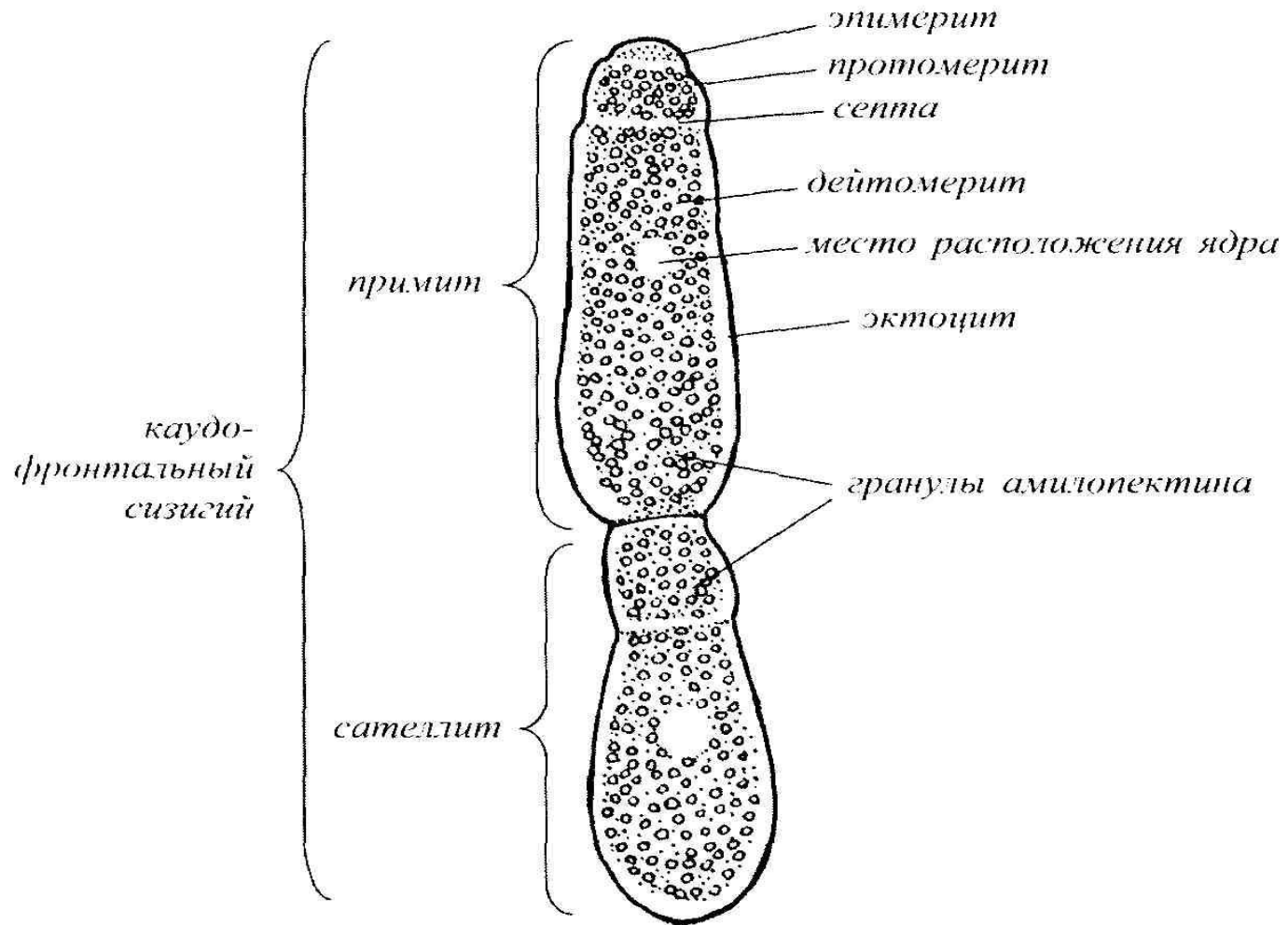


Рис. 24. *Gregarina* sp., внешний вид сизигия

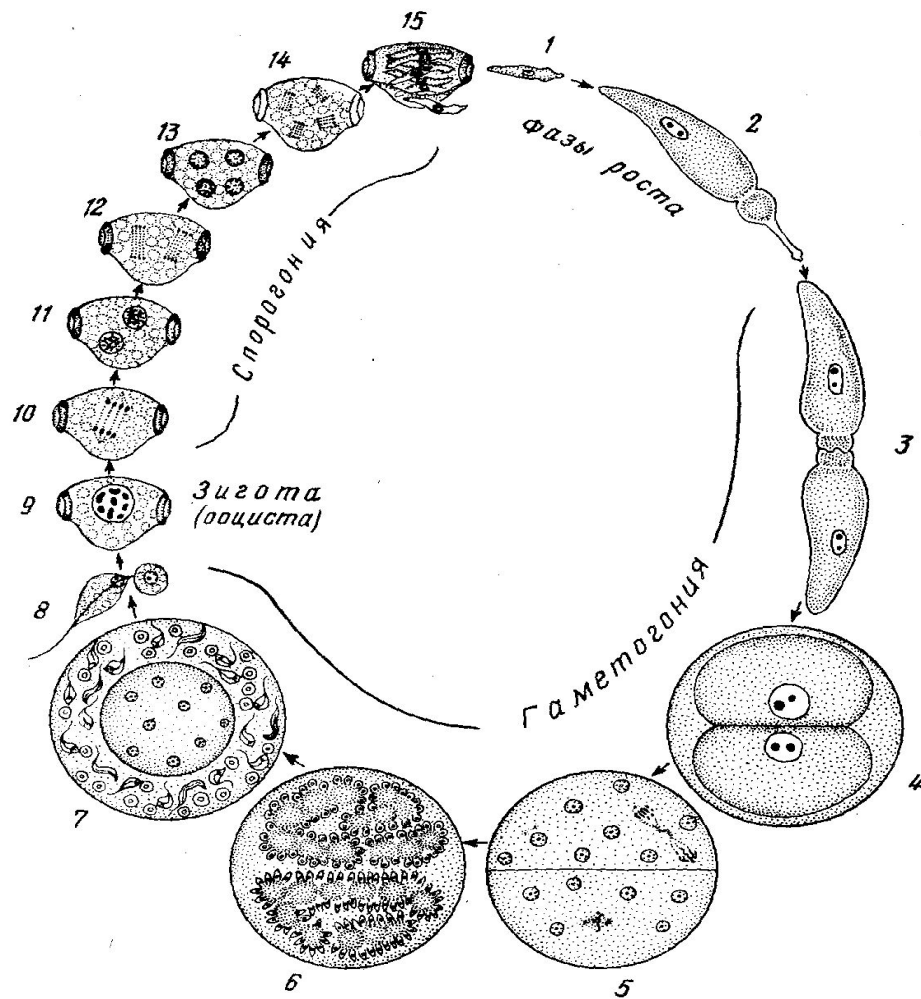


Рис. 40. Цикл развития грегарины *Stylocephalus longicollis* (по Греллю с изменениями):

1 — спорозоит, вышедший из ооцисты, 2 — растущая грегарина, 3 — сингий, образованный двумя соединившимися грегаринами, 4 — циста с двумя грегаринами, 5 — деления ядер, предшествующие образованию гамет (гаметогония), 6 — образование гамет, часть цитоплазмы остается в виде остаточного тела, 7 — гаметы (продолговатые мужские, округлые женские) под оболочкой цисты, в центре — остаточное тело, 8 — копуляция гамет, 9 — зигота, выделившая оболочку (ооциста), 10 — первое (редукционное) деление ядра в ооцисте, 11 — ооциста с двумя ядрами, 12 — второе деление ядра в ооцисте, 13 — ооциста с четырьмя ядрами, 14 — третье деление ядра в ооцисте, ведущее к образованию восьми ядер, 15 — ооциста с восемью спорозонтами.

Класс Coccidiomorphina

- В состав класса входят преимущественно внутриклеточные паразиты беспозвоночных и позвоночных животных. Главной отличительной чертой этой группы от других споровиков служит процесс гаметогонии. Женский гамонт (макрогамонт) дает начало только одной макрогамете. Ее формирование сопровождается накоплением в цитоплазме запасных питательных веществ и увеличением размеров. Для мужского гамонта, наоборот, характерно многократное деление ядра. В результате один микрогамонт дает начало множеству микрогамет. Благодаря этому у Coccidiomorphina всегда развивается неравное число мужских и женских гамет, морфологически неодинаковых.

Отряд Coccidiida

- Характерной чертой споровиков из этого отряда является то, что их гаметогенез происходит внутри клеток хозяина.

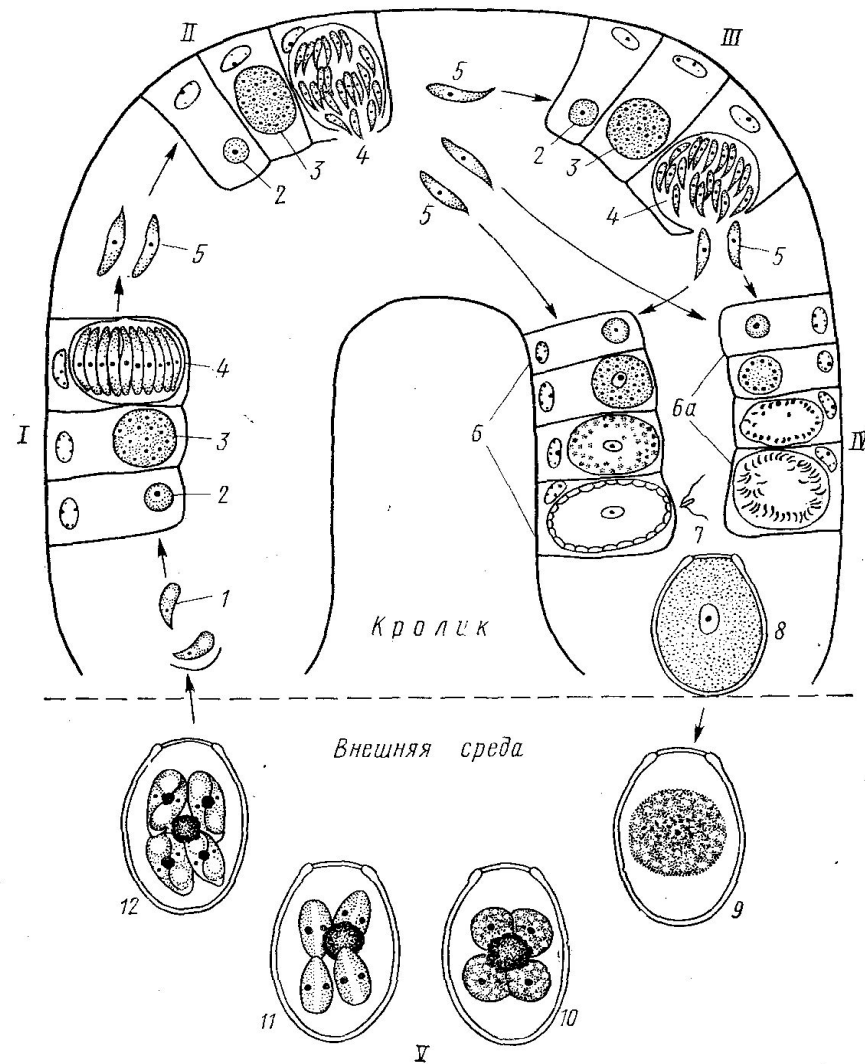


Рис. 41. Цикл развития кокцидий рода *Eimeria* (ориг. схема Е. М. Хейсина), I — первое поколение шизогонии; II — второе поколение шизогонии; III — третье поколение шизогонии; IV — гаметогония; V — спорогония:

1 — спорозонты, 2 — молодой шизонт, 3 — растущий шизонт с множеством ядер, 4 — шизонт, распавшийся на мерозонты, 5 — развитие макрогаметы, 6, 6а — развитие микрогамет, 7 — микрогаметы, 8 — ооциста, 9 — ооциста, приступающая к спорогонии, 10 — ооциста с четырьмя споробластами и остаточным телом, 11 — развитие споробластов, 12 — зрелые ооцисты с четырьмя спорами, в каждой споре по два спорозонта

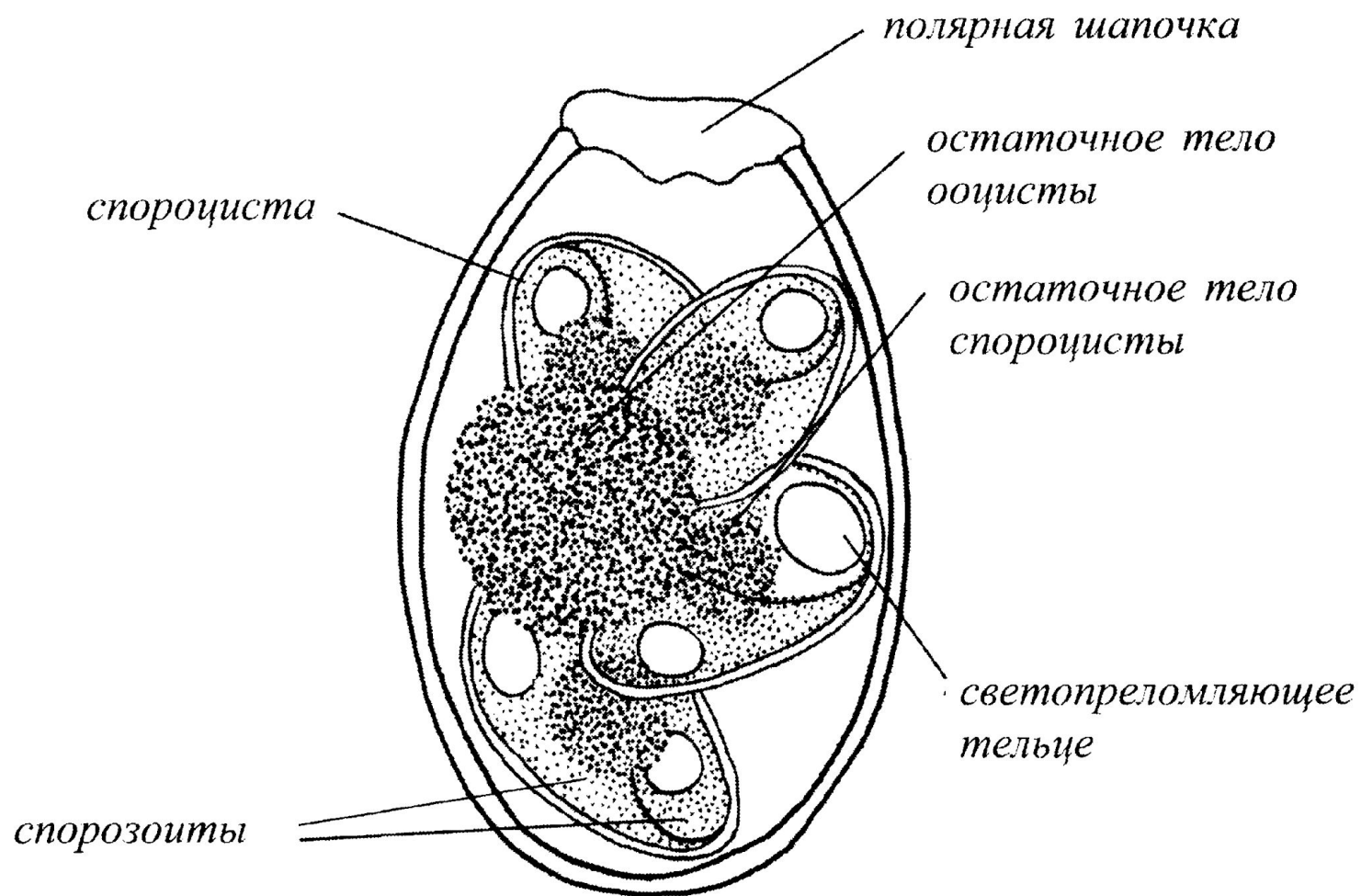


Рис. 27. *Eimeria magna*, спорулированная ооциста

- Отряд HAEMOSPORIDIA

- К кровяным споровикам относятся представители типа Sporozoaе, паразитирующие в кровеносном русле позвоночных животных. Жизненный цикл у этих споровиков осуществляется путем смены хозяев, которыми служат различные кровососущие насекомые из отряда Diptera, т.е. он гетероксенный. Еще одним существенным признаком этой группы служит то, что для всех ее представителей характерен внеклеточный гаметогенез.
- Четыре вида плазмодиев: *Plasmodium vivax*, *P1.falciparum*, *P1.malariae* и *P1. ovale* встречаются у человека. Все они вызывают тяжелые заболевания, известные под общим названием малярия.

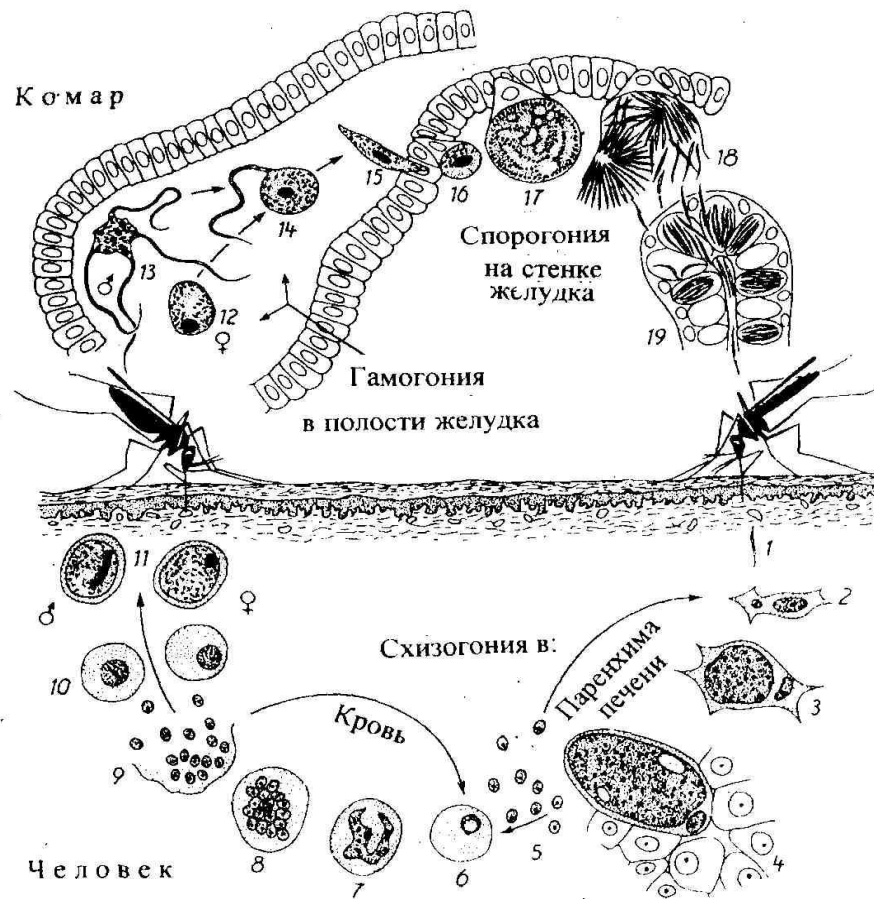


Рис. 21. Надтип Apicomplexa, тип Sporozoae. Представитель класса Coccidiomorphina *Plasmodium vivax* (Haemosporidia) (жизненный цикл) (из Girell, 1993)

Схизогония в организме человека начинается в клетках паренхимы печени (1-5), затем в эритроцитах (6-9); 10, 11 – гамонты (гаметоциты). Гамогония и спорогония протекают в комаре *Anopheles*; 12 – макрогамета; 13 – деление микрогамонта на 4 микрогаметы; 14 – копуляция; 15 – подвижная зигота (оокинета); 16-18 – рост и развитие ооцисты с спорозонтами; 19 – проникновение спорозонтов в слюнную железу комара

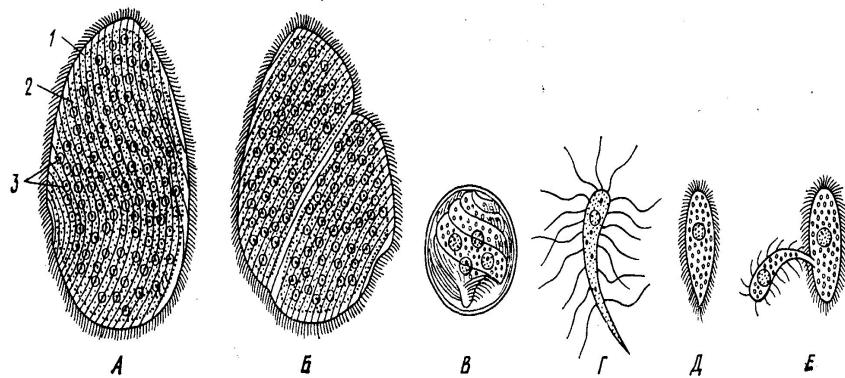


Рис. 54. *Opalina ranarum*. А — взрослая особь; Б — деление, В — циста, Г — микрогамета; Д — макрогамета; Е — копуляция (А, Б — из кн. Целлера; В—Е— из кн. Грассе); 1 — эктоплазма, 2 — эндоплазма, 3 — ядра

- Надтип Chromophyta
 - Тип Slopalinata
 - Класс Opalinata

- Все представители класса - полиэнергидные простейшие. Число ядер у них колеблется у одной особи от двух до десятков. У *O. ranarum* оно может достигать 100 и более. Как правило, все ядра диплоидные и имеют одинаковые размеры.
- Опалины лишены цитостома и питаются всей поверхностью тела. На дне пелликулярных складок обнаруживаются пиноцитозные пузырьки.
- В кишечнике взрослой лягушки обитают вегетативные особи - **агамонты** с диплоидными ядрами. Они многократно делятся монотомически, т. е. после каждого деления претерпевают период роста и возвращения к облику взрослой особи. Раз в году, в период, предшествующий созреванию гонад у лягушек, и, как полагают, под влиянием ее половых гормонов, агамонты начинают делиться палинтомически, т. е. без последующего после деления периода роста.

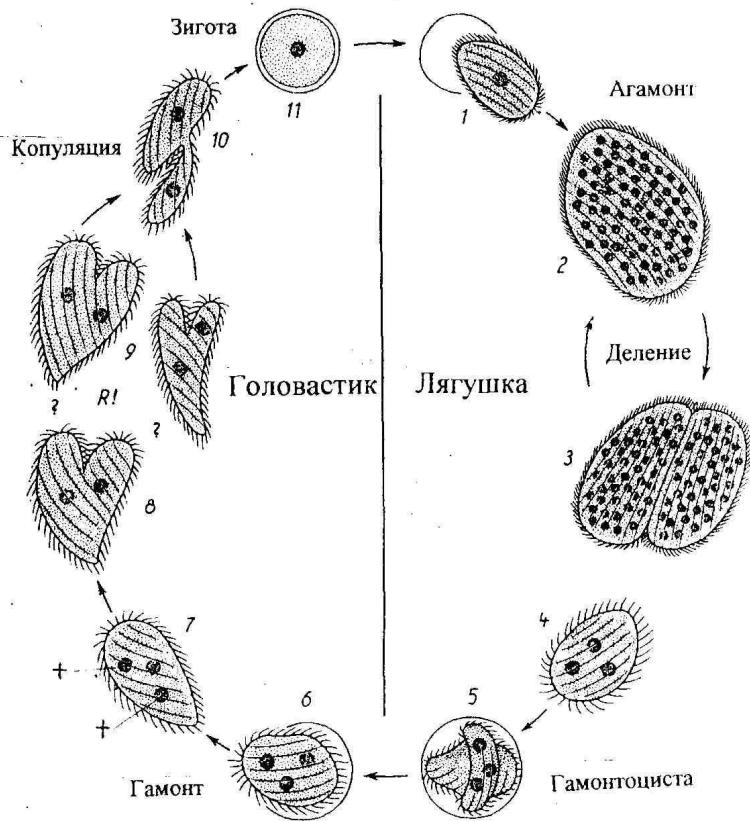


Рис 22. Надтип Chromophyta, тип Slopalinata. Жизненный цикл *Opalina ranarum* (из Grell, 1993)

Развитие в лягушке (1-5) и в головастике (6-11). Пояснения в тексте

В результате этого после каждого деления размеры дочерних особей уменьшаются. Это сопровождается редукцией генома - уменьшением числа ядер. На стадии трехъядерной особи происходит ее инцистирование и образовавшиеся гамонтоцисты выпадают из лягушки во время икрометания на дно водоема. Там они лежат до тех пор, пока не будут проглочены головастиками. В их кишечнике из цисты выходит трехъядерный гамонт. У него через некоторое время разрушаются два ядра, а оставшееся претерпевает мейоз. Образуются мужские и женские гаметы, отличающиеся по размерам (анизогамия). Они копулируют. Зиготы инцистируются и с фекалиями покидают кишечник головастика. Будучи съеденными взрослыми особями, они выходят из цист в задних отделах их пищеварительного тракта и развиваются в многоядерные агамонты. Следовательно, вегетативный период жизненного цикла опалины протекает во взрослой особи хозяина, а половой процесс - у личинки. Исходя из этого, можно считать ^ именно ^ головастика окончательным хозяином, а взрослую лягушку - промежуточным.

Надтип Ciliophora – ресничные
Тип Ciliata - инфузории

- **Надтип Ciliophora**

- Общая характеристика
- В состав надтипа входит единственный **тип Ciliata**, или **инфузории**. Инфузории - первые простейшие, которые были обнаружены еще А.Левенгуком из-за их относительно крупных размеров.
- Инфузории - одна из крупнейших групп среди простейших. По данным разных авторов она насчитывает от 5500 до 7500 исключительно гетеротрофных видов, среди которых представлены свободноживущие и паразитические, прикрепленные, свободноплавающие, взвешенные в толще воды, а также передвигающиеся по субстрату; одиночные и колониальные; пресноводные, солоноватоводные и морские.
- Размеры тела инфузорий варьируют в очень широких пределах от 30-40 мкм до 3 мм, в среднем 123 мкм.

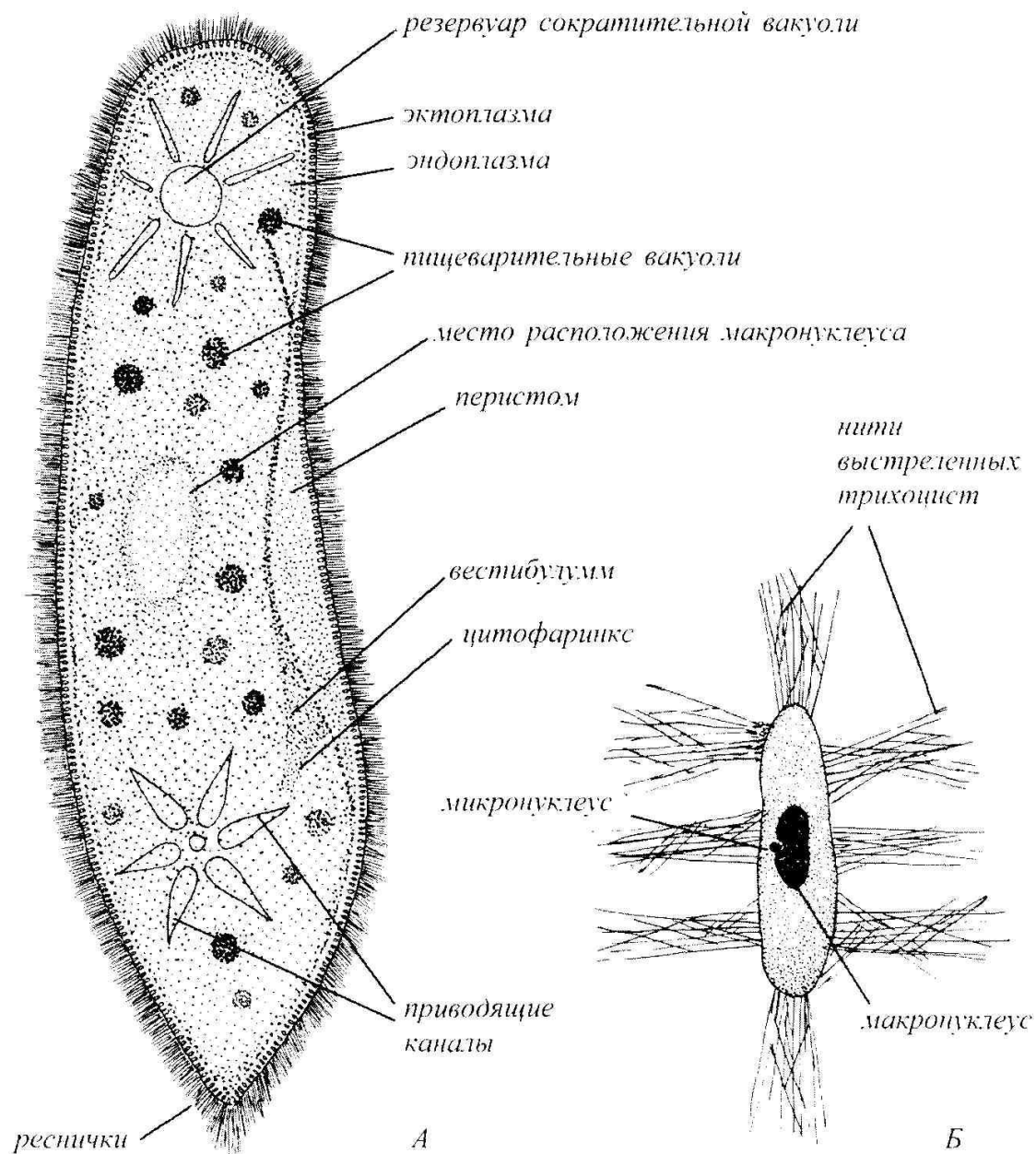
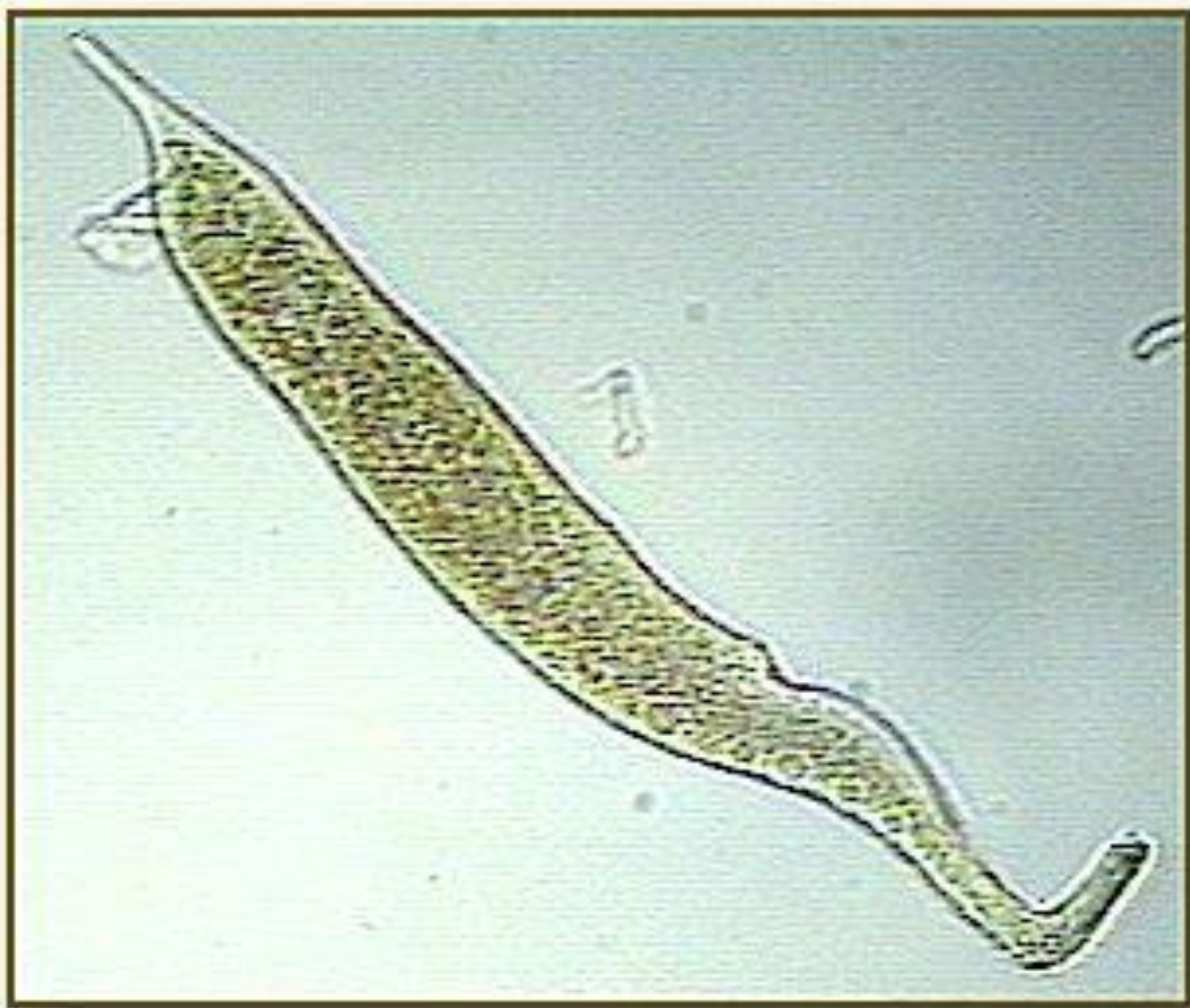
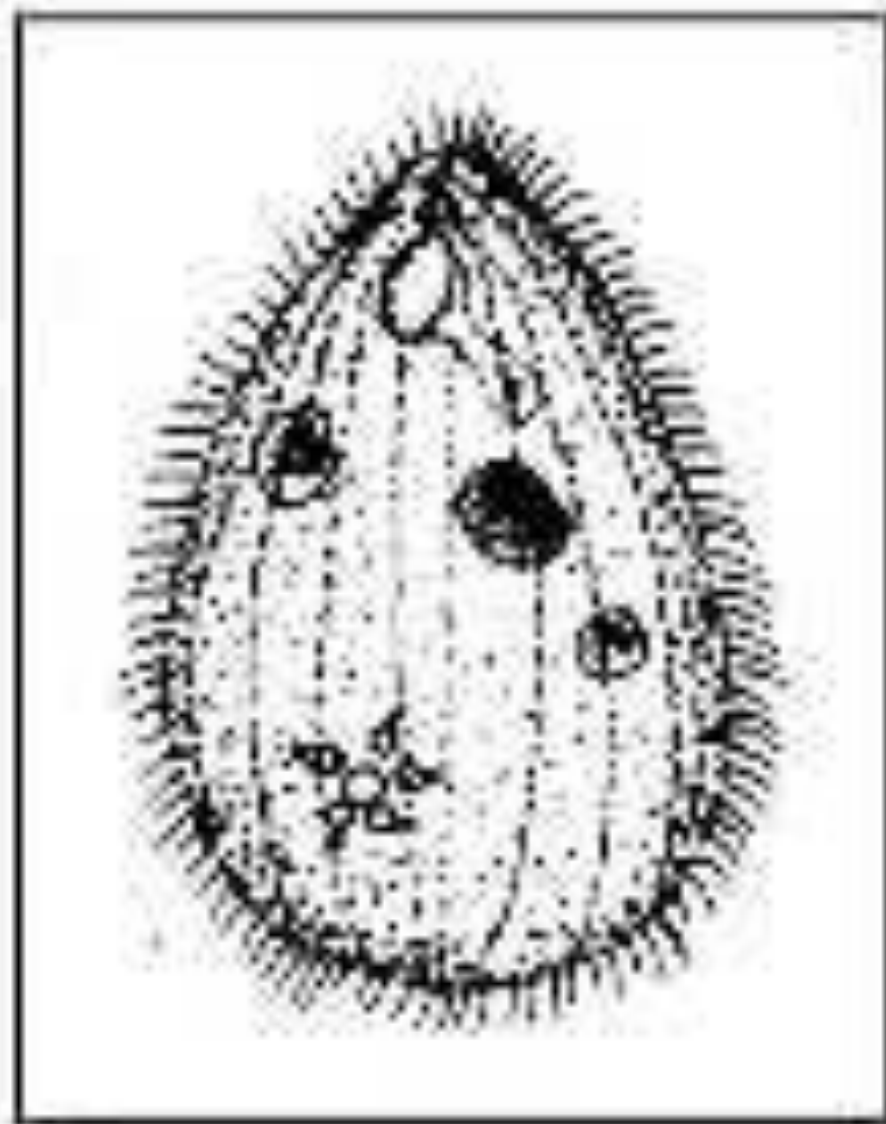
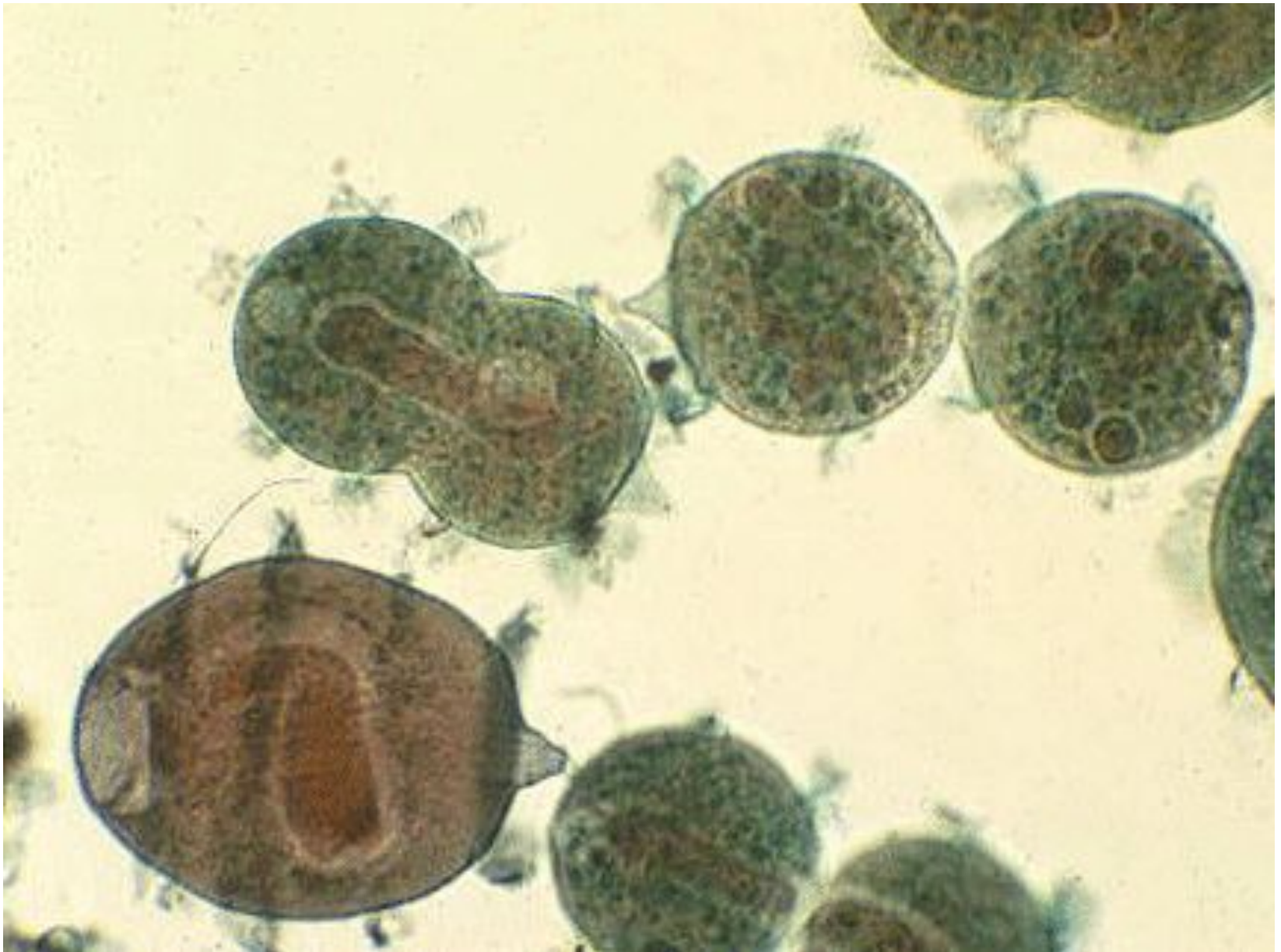


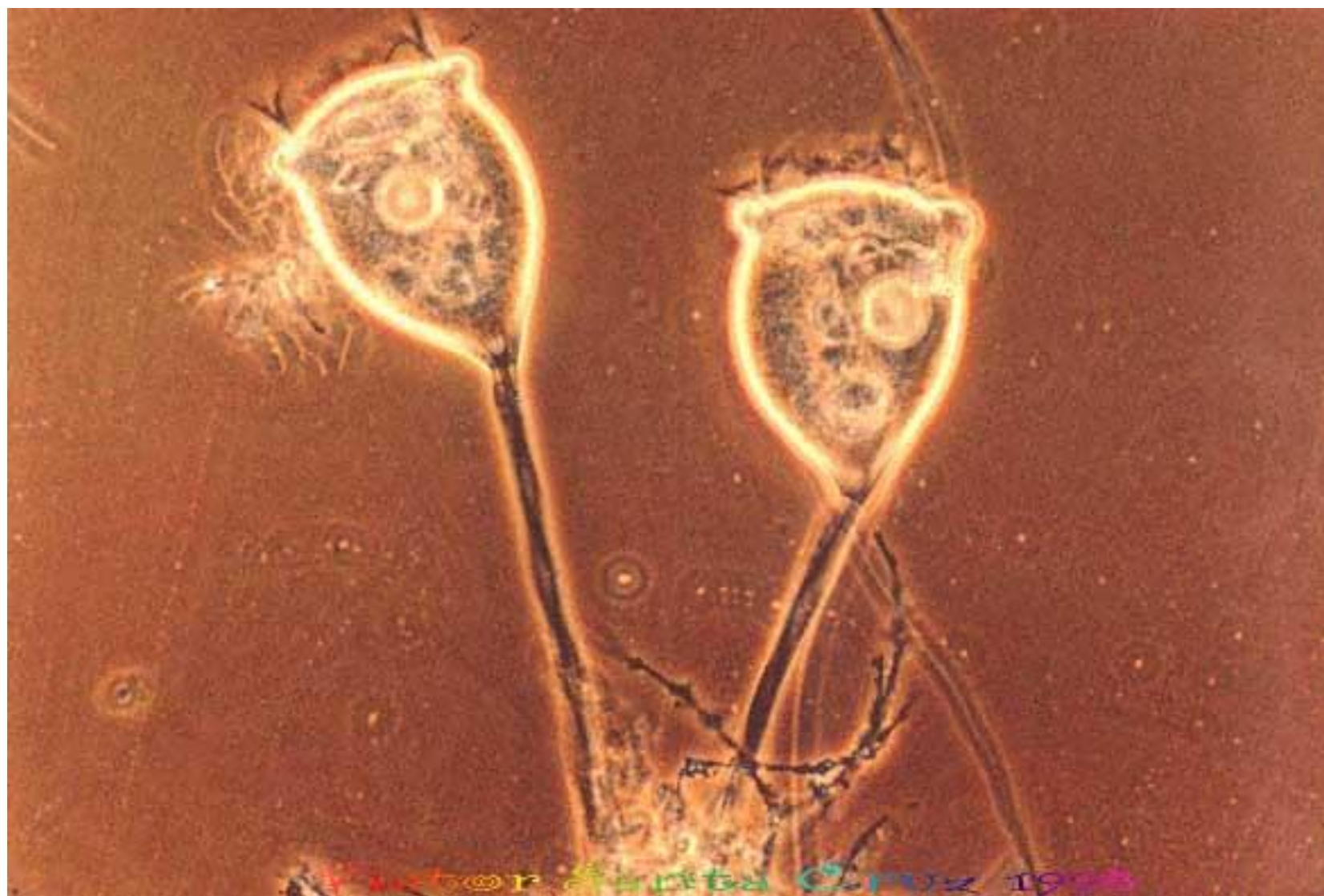
Рис. 30. *Paramecium caudatum*:
 А — внешний вид; Б — с выстреленными трихоцистами





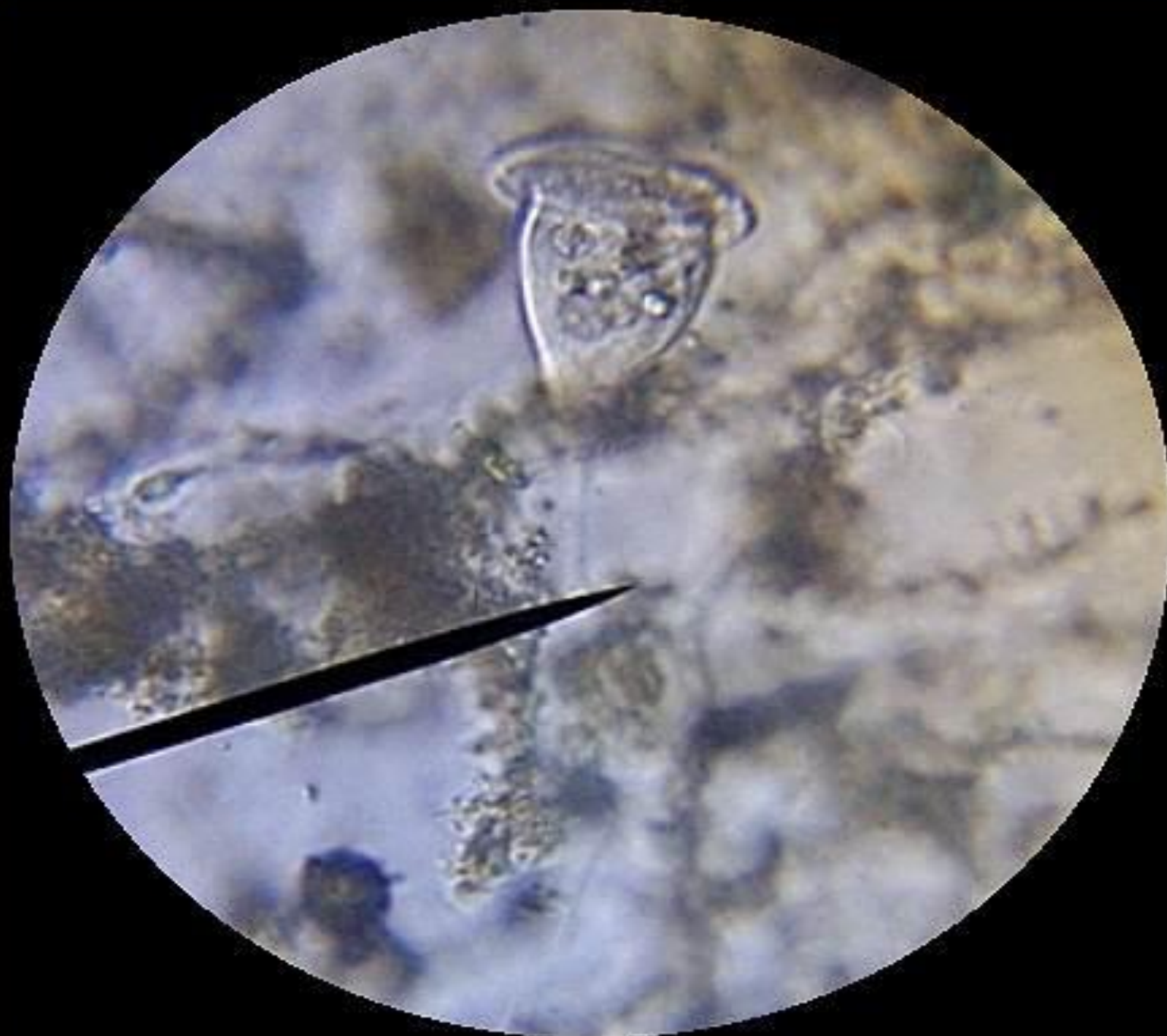


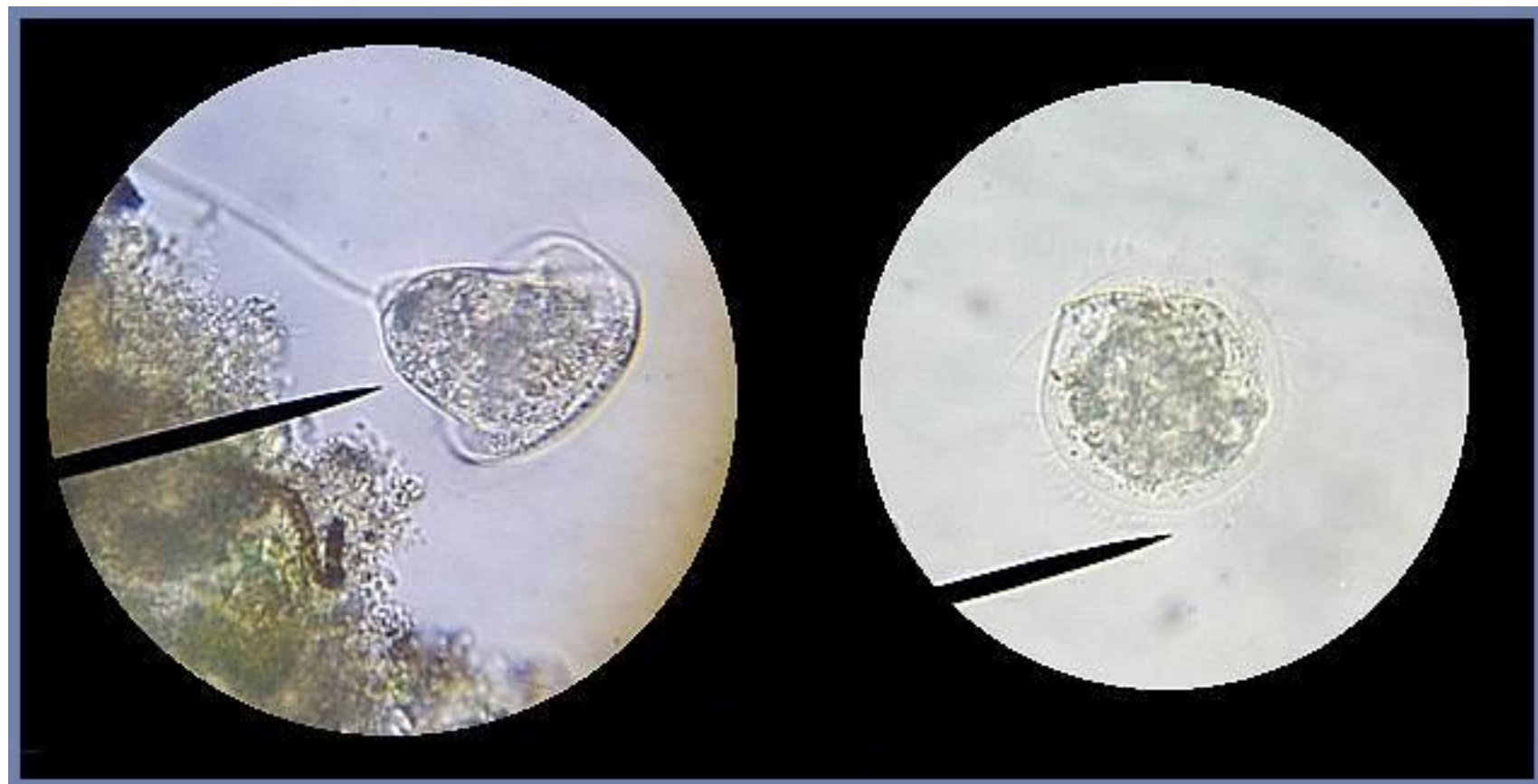






Vitor Sampa Cruz 1998





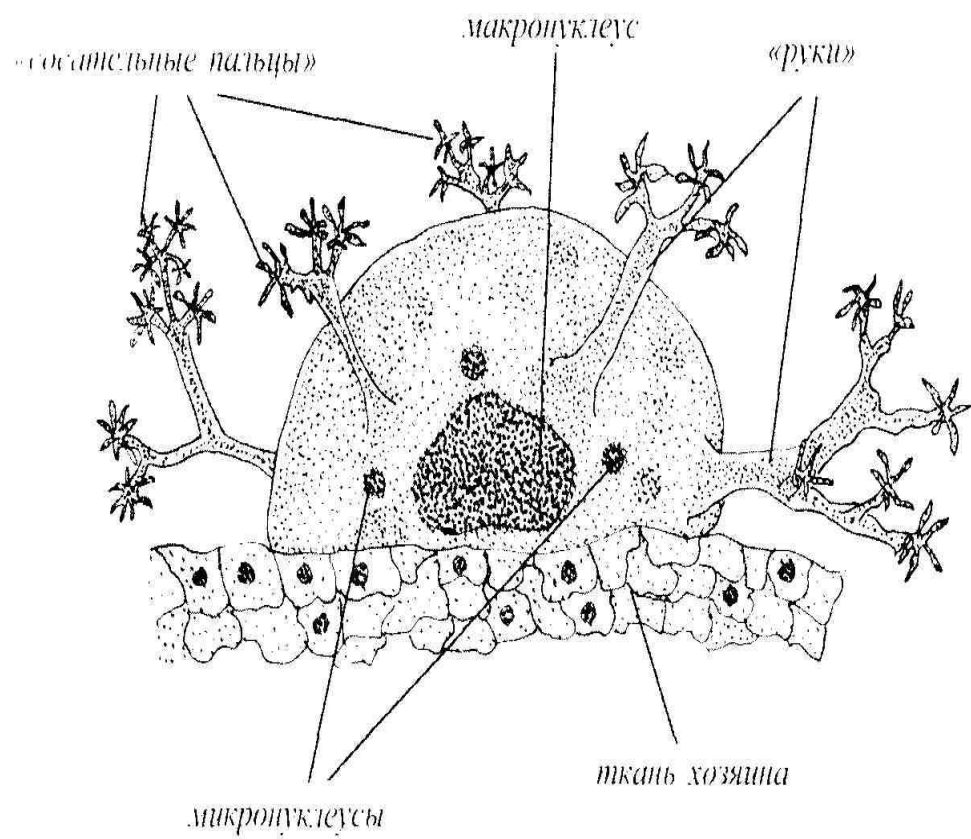


Рис. 35. *Dendrocometes paradoxus*, вид сбоку

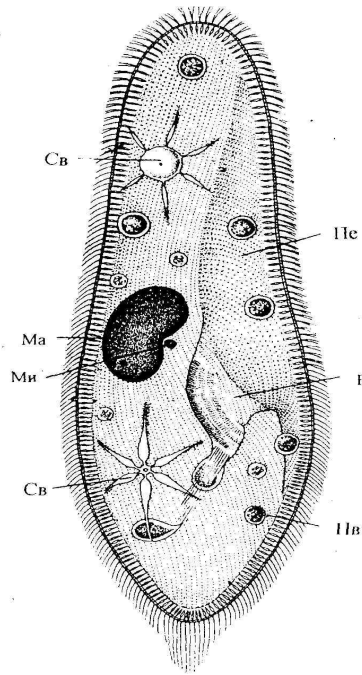


Рис. 25. Тип Ciliata. Схема строения инфузории туфельки (*Paramecium caudatum*) (из Grell, 1993):

В – глотка (вестибулум); Ма – макронуклеус; Ми – микронуклеус; Пв – пищеварительная вакуоль; Пе – перистом; Св – сократительная вакуоль.

Среди одноклеточных протистов **Ciliophora** характеризуются наиболее сложным строением. Их внешняя морфология очень разнообразна. Для них в целом характерны следующие признаки.

1. Всем инфузориям свойственен ресничный покров. Совокупность ресничек на теле инфузории обозначается как **цилиатура**. Цилиатура обычно дифференцирована на две основные части — **соматическую** и **околоротовую**. Реснички на поверхности тела инфузорий, как правило, располагаются продольными или косо расположенными рядами. Эти ряды называются **кинетами**. Реснички в составе одной кинеты работают строго согласованно.



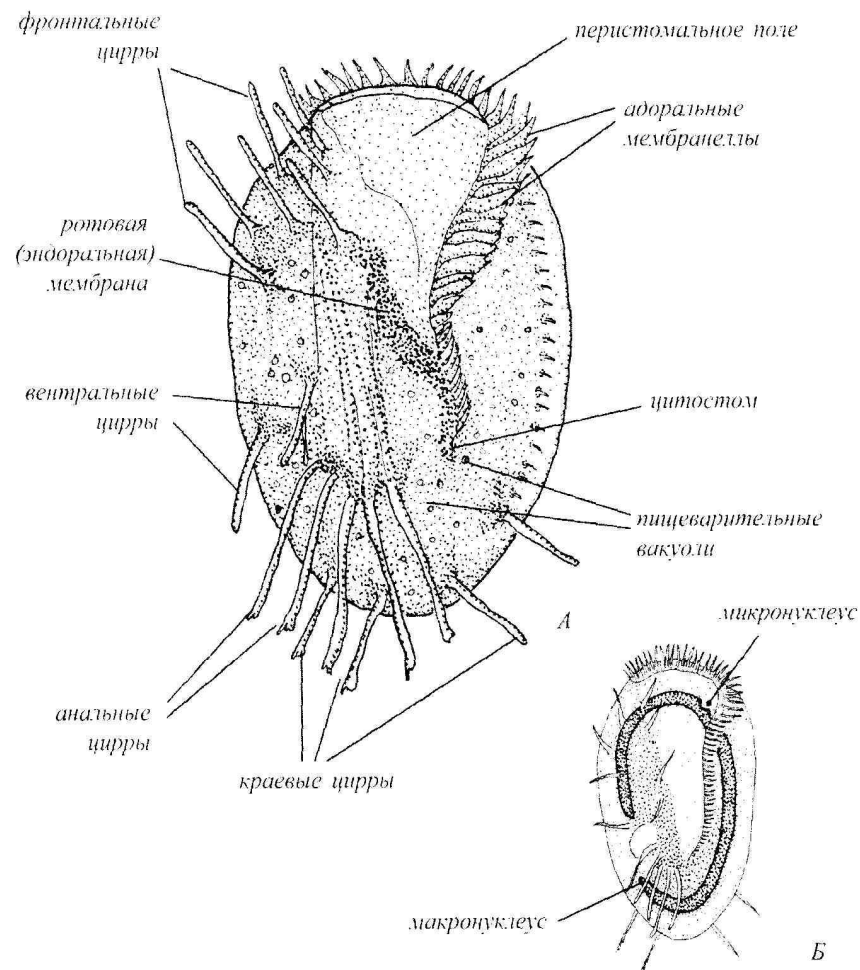


Рис. 34. *Euplotes patella*:
 А — внешний вид с вентральной стороны; Б — ядерный аппарат

- Кроме того, реснички могут группироваться в относительно крупные «надресничные» агрегаты — м е м б р а н е л л ы, м е м б р а н ы, ц и р р ы.

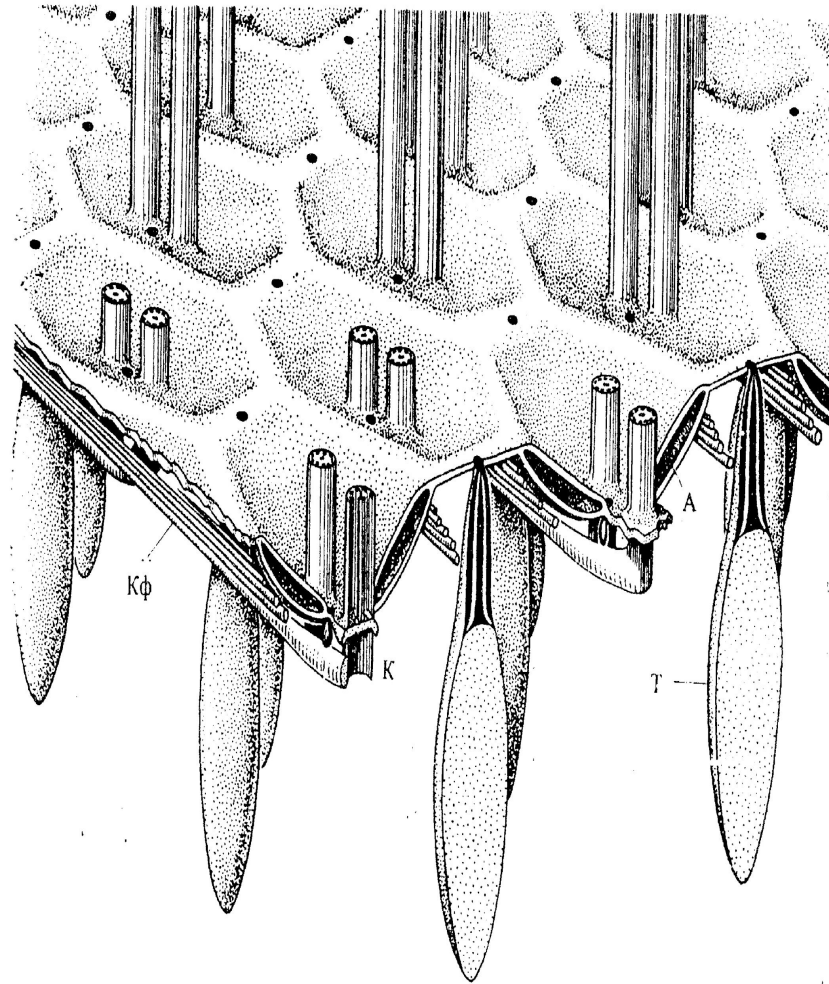
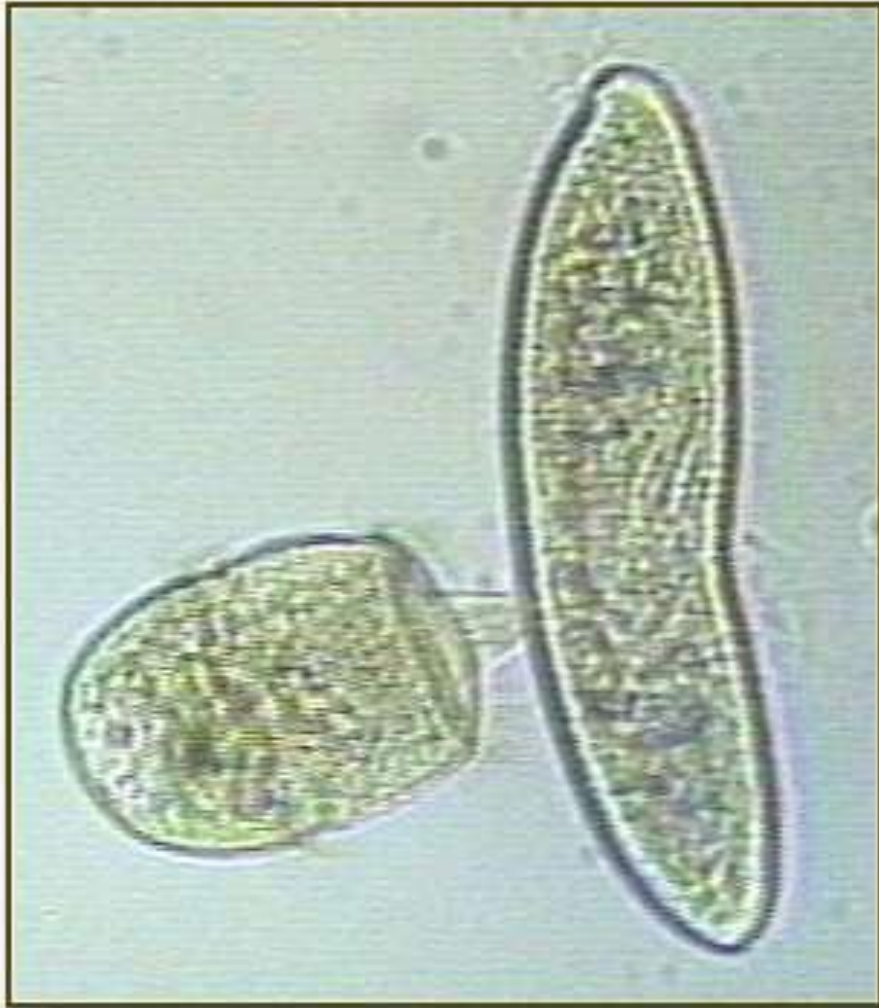


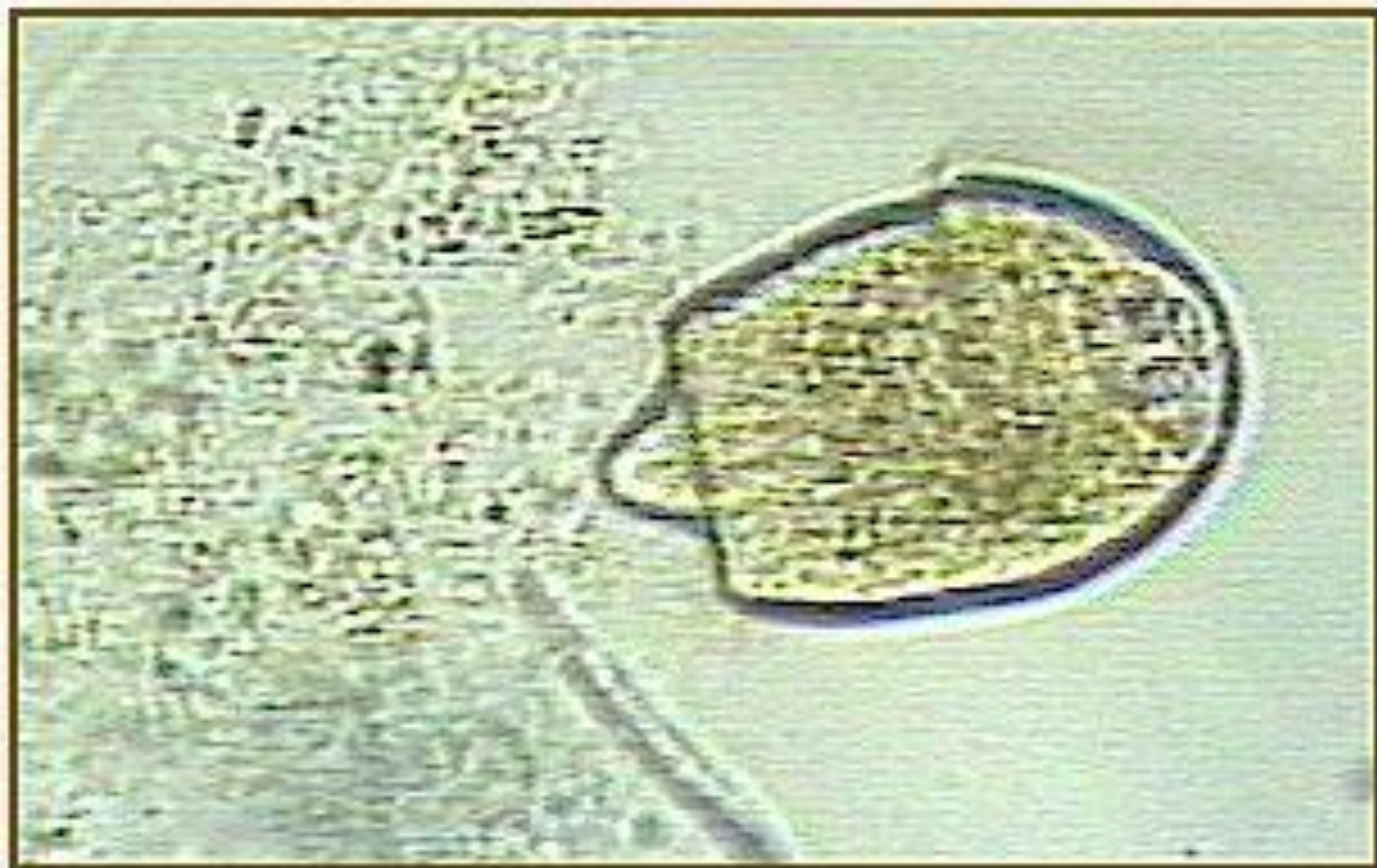
Рис. 23. Тип Ciliata. Схема строения пелликулы (из Grelle, 1993):

А – альвеолы; К – кинетосомы; Кф – кинетосомальные фибриллы; Т – трихоцисты

2. Покровные структуры инфузорий включают **альвеолярную пелликулу** и кортикальный **цитоскелет (кортекс)**. Пелликула образована, как уже говорилось выше, плазмалеммой и подстилающими ее мембранными пузырьками — **альвеолами**. Между альвеолами располагаются **кинетосомы** ресничек. Кинетосомы и связанные с ними структуры обозначаются как **кинетиды**. Если кинетосомы залегают поодиночке, их называют **монокинетидами**. Очень часто они объединяются по две — это **дикинетиды**. Моно- и дикинетиды образуют упоминавшиеся выше **кинеты** (ряды ресничек) или **цирры** (пучки ресничек). Если объединяется большое количество кинетид, то формируемые ими структуры называются поликинетидами. За их счет формируются мембраны и мембранеллы.



- К покровам приурочены специальные органеллы нападения и защиты - **экструсомы**. У инфузорий известны 12 типов экструсом разного строения, выполняющих разную функцию. Широко распространены **мукоцисты** - пузырьки, выделяющие наружу слизистый секрет. У хищных инфузорий встречаются **токсацисты** - ядовитые органеллы в виде трубок, телескопически вложенных друг в друга. Удлиняясь, они поражают жертву. Широко распространены **трихоцисты**, которые при выстреливании превращаются в длинную белковую нить. Встречаются **книдоцисты** - капсулы, выбрасывающие стрекательную нить. У некоторых инфузорий имеются по несколько типов экструсом. Так, хищная инфузория *Didinium nasutum* охотящаяся на инфузорию туфельку (*Paramecium caudatum*) уже на расстоянии 8 длин своего тела выстреливает в добычу токсацистой, поражая ее, а затем специальной экструсомой, обнаруженной только у инфузорий этого рода (**пексацистой**) так/же на расстоянии ее заякоривает.



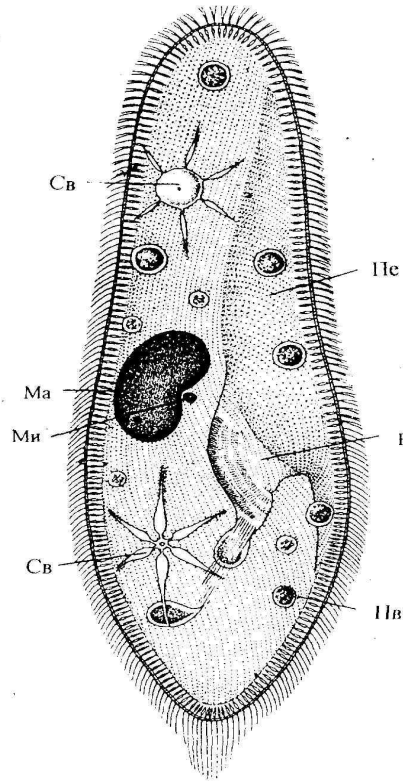


Рис. 25. Тип Ciliata. Схема строения инфузории туфельки (*Paramecium caudatum*) (из Grell, 1993):

В – глотка (вестибулум); Ма – макронуклеус; Ми – микронуклеус; Пв – пищеварительная вакуоль; Пе – перистом; Св – сократительная вакуоль.

- Инфузории, за редким исключением, характеризуются наличием сложно дифференцированной трофической системы органоидов. В ее состав входят специализированные участки ресничного аппарата, ц и т о с т о м, пищеварительная зона цитоплазмы, в которой пищеварительные вакуоли перемещаются по достаточно постоянным траекториям, и, наконец, цитопрокт, или клеточная порошица. У наиболее специализированных форм пищеварительная зона цитоплазмы обособлена в отдельный компартмент с помощью микротрубочек.
- Осморегуляторный аппарат клетки представлен одной или несколькими сократительными вакуолями, представляющими собой сложные комплексы. Обычно каждая такая «вакуоль» состоит из одного или нескольких приводящих каналов и резервуара сократительной вакуоли. Положение этих комплексов в клетке достаточно жестко фиксировано, так как опорожнение резервуаров происходит через специальные «экскреторные поры»

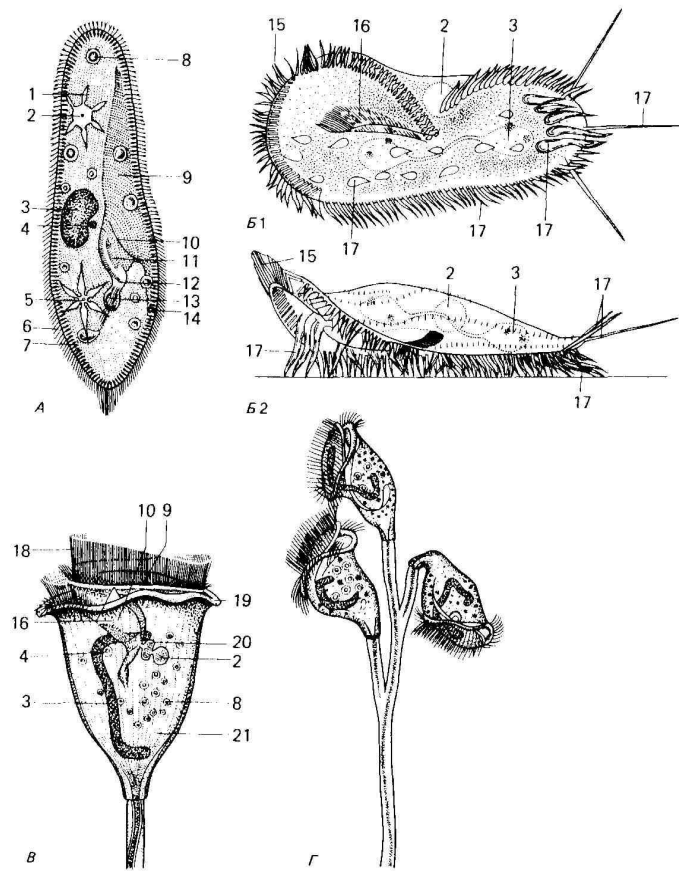


Рис. 186. Инфузории: А *Parametium caudatum*; Б *Stylonychia mytilus*, вид с вентральной стороны (Б1) и сбоку (Б2); В *Vorticella nebulifera*; Г *Caricheum polyritum*. 1 приводящие каналы (собирающие каналы эндоплазматической дренажной системы, опорожняющиеся в сократительную вакуоль); 2 сократительная вакуоль; 3 макронуклеус; 4 микронуклеус; 5 экскреторная пора; 6 реснички; 7 трихои; 8 пищеварительная вакуоль; 9 перистом (околоротовое поле); 10 вестибулум (ротовая воронка); 11 цитостом (клеточный рот); 12 цитофаринкс; 13 пищеварительная вакуоль, отделяющаяся от внутреннего конца цитофаринкса («захватывающая вакуоль»); 14 цитонии (клеточный анус); 15 адоральная (околоротовая) зона мембранелл; 16 ундулирующая мембрана; 17 цирры; 18 адоральная ресничная спираль; 19 губа перистомы; 20 выводной проток (резервуар) сократительной вакуоли, впадающий в вестибулум; 21 мионемы (по Renner; Machemer; Bütschli; Stein)

- Класс Oligohymenophorea объединяет в своем составе весьма разнообразных в морфологическом и биологическом отношении инфузорий. Общим для всех представителей этого таксона являются наличие особого типа организации **ротовой цилиатуры**. Основу ее составляет так называемый **тетрахимениум** — особое образование, включающее несколько специализированных структур — **три оральные поликинетиды**, часто трактуемые как **мембранеллы**, и **одну**, расположенную по другую сторону ротового отверстия (цитостомы) пароральную кинету, или **околоротовую ундулирующую мембрану**.
- Название Oligohymenophorea, то есть «несущие мало мембран», как раз и отражает эту особенность организации рассматриваемого таксона. Типичный тетрахи́мениум встречается у представителей упоминавшегося выше рода *Tetrahymena*. Не очень сильно он изменен и у видов, относящихся к роду *Paramecium*. А вот у представителей кругоресничных инфузорий (отряд Peritricha — Vorticella и др.) оральные поликинетиды удлиняются и образуют настоящие **ундулирующие мембраны**. Но количество их при этом все равно не увеличивается.
- Класс Oligohymenophorea включает несколько отрядов.

- Для всех инфузорий характерен **ядерный дуализм**, или **ядерный гетероморфизм**. Это означает, что ядерный аппарат обязательно включает ядра двух типов — крупные, так называемые вегетативные ядра, или **макронуклеусы**, и мелкие генеративные ядра, или **микронуклеусы**. Различия между макро- и микронуклеусами не исчерпываются лишь разницей в размерах и выполняемых функциях. Они значительно глубже и затрагивают геном клетки. Микронуклеусы — это диплоидные ядра, тогда как макронуклеусы у многих инфузорий содержат не полный набор генов, но зато имеющиеся гены амплифицированы и представлены огромным количеством копий.

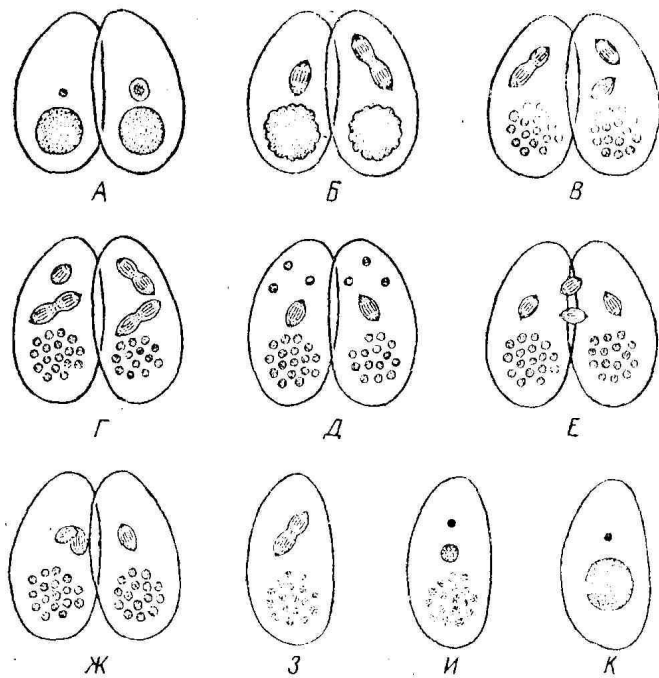


Рис. 29. Конъюгация инфузорий (по Догелю, 1981):

А — начало конъюгации, в левой особи ядерный аппарат без изменений, в правой микронуклеус вздут; Б — первое мейотическое деление микронуклеуса, в левой особи метафаза, в правой — анафаза, начало распада макронуклеуса; В — в левом конъюганте окончание первого деления микронуклеуса, в правом — начало второго деления микронуклеуса, распад макронуклеуса; Г — второе деление микронуклеуса; Д — один микронуклеус в каждой особи приступает к третьему (митотическому) делению, по 3 микронуклеуса в каждом конъюганте дегенерируют; Е — обмен мигрирующими пронуклеусами; Ж — слияние пронуклеусов, образование синкариона; З — деление синкариона в эконъюганте; И — начало превращения одного из продуктов деления синкариона в макронуклеус; К — развитие ядерного аппарата закончено

Размножаются инфузории только агамно. Чаще всего это бинарное поперечное деление. После расхождения дочерние клетки претерпевают сложный процесс восстановления недостающих частей: передняя клетка восстанавливает задний конец, а задняя, соответственно, передний. Некоторые паразитические и комменсальные инфузории размножаются, давая начало большому количеству очень мелких особей — бродяжкам. Последние выполняют расселительные функции. Для некоторых видов характерно наружное или внутреннее почкование.

9. Инфузориям присуща особая форма полового процесса — **к о н ъ ю г а ц и я**, не связанная с размножением. Между двумя конъюгирующими клетками осуществляется обмен генетической информацией, и в этих же клетках формируются новые генотипы. Новые особи при этом не образуются.

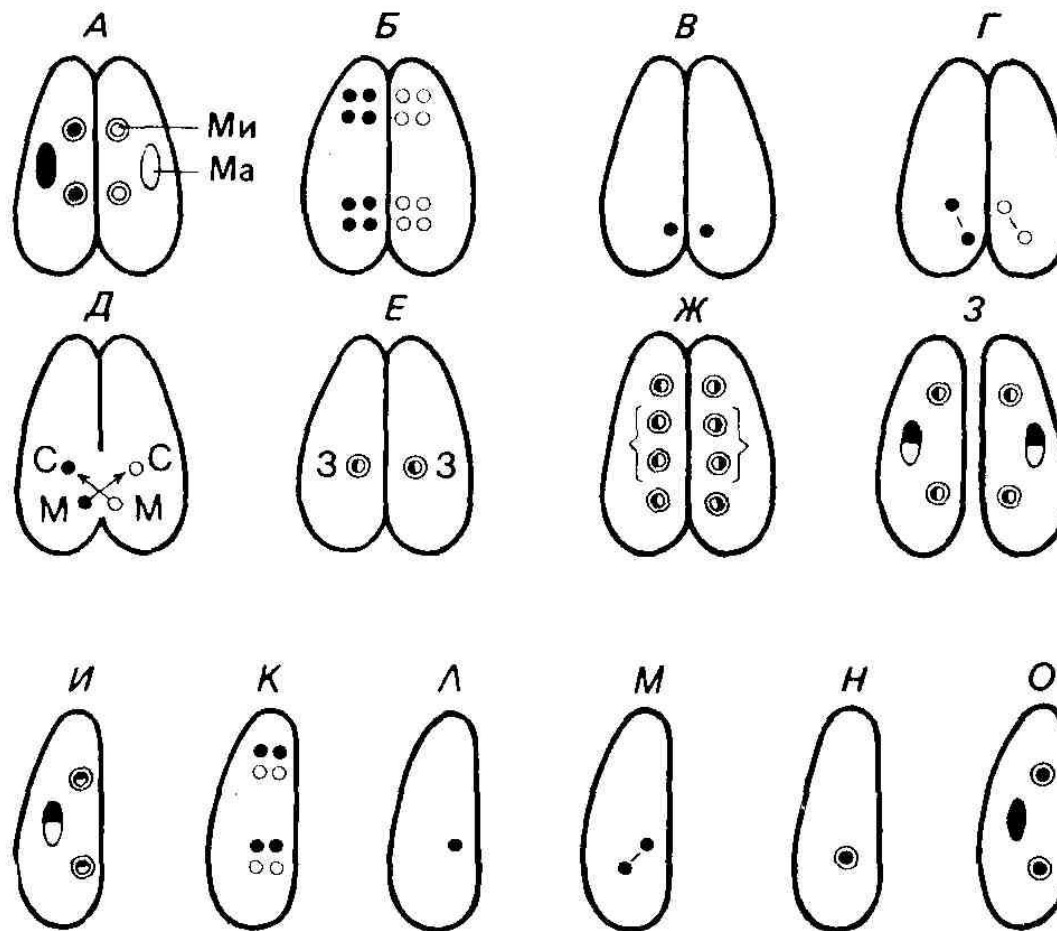


Рис. 57. Схема конъюгации *Paramecium aurelia* с одним макронуклеусом (Ма) и двумя микронуклеусами (Ми): *А* — вступление конъюгантов в контакт цитостомами; *Б* — мейоз Ми, распад старого Ма; *В* — все ядра, кроме одного гаплоидного Ми, погибают; *Г* — постмейотический митоз даст в каждом партнере одно стационарное (С) и одно мигрирующее (М) ядро; *Д* — обмен М; *Е* — кариогамия С и М в диплоидное зиготическое ядро (З); *Ж* — деление З с возникновением двух новых Ми и образующегося путем слияния Ма (скобки), который благодаря эндомитозам (с. 29) становится высокополиплоидным. *И* — *О* — цикл автогамии

- Класс Heterotrichea, или
разноресничные инфузории,

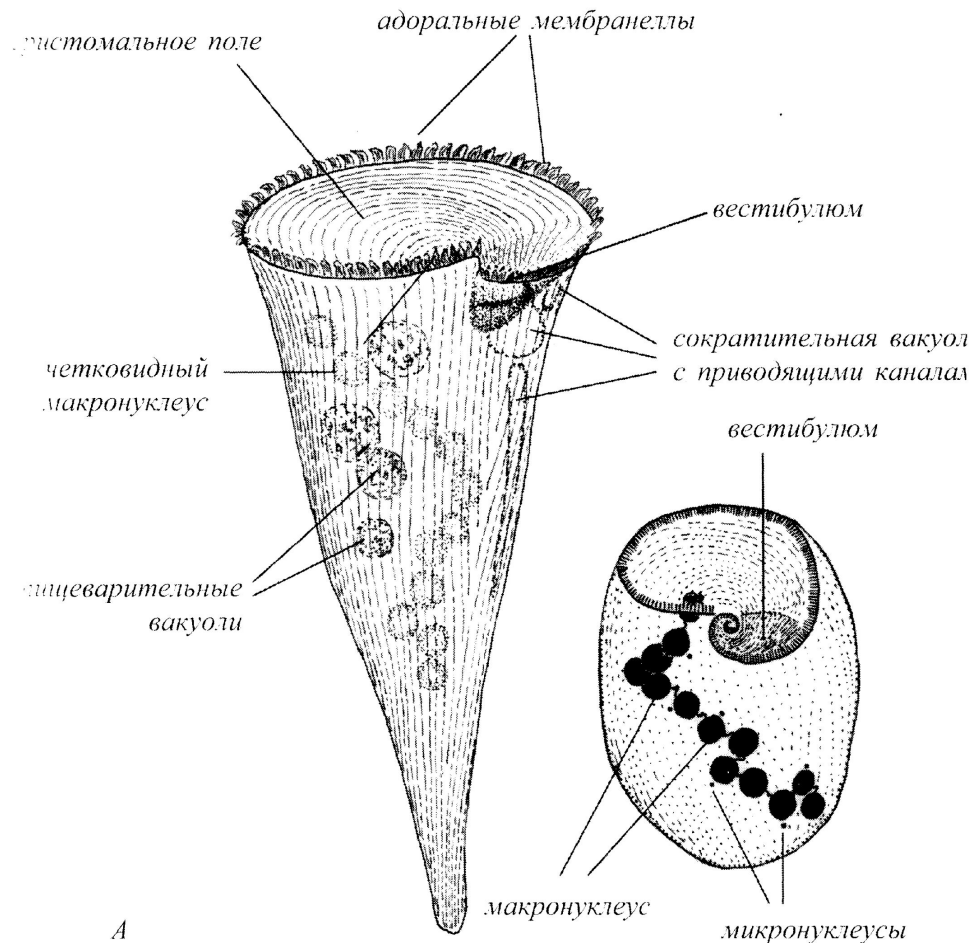


Рис. 36. *Stentor coeruleus*: А — внешний вид; Б — ядерный аппарат

Класс Phyllopharyngea (суктории, или сосущие инфузории)

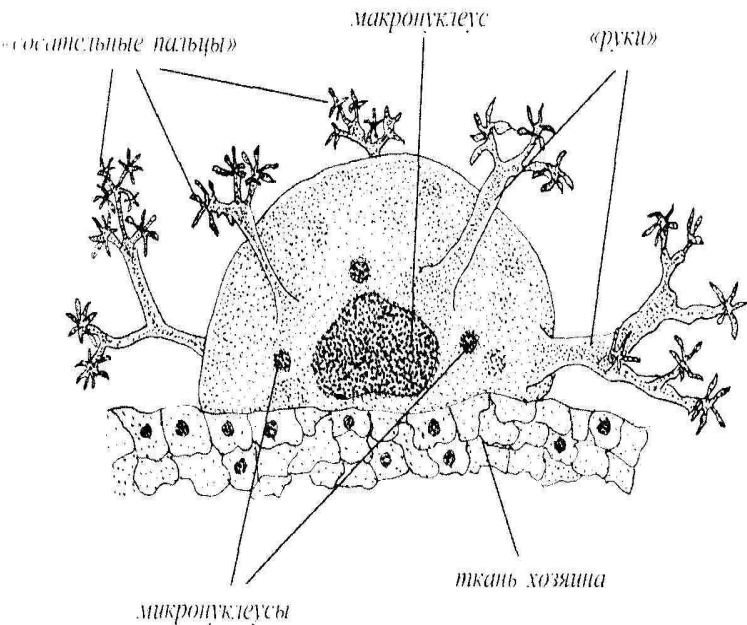


Рис. 35. *Dendrocometes paradoxus*, вид сбоку

В целом взрослые Suctoria характеризуются утратой цилиатуры, что сопровождается и утратой способности к активной локомоции. Вместо этого у них появляется крайне специализированный ловчий аппарат, представляющий собой систему простых (щупальца) или ветвящихся («руки» с «пальцами») выростов, с помощью которых осуществляется облов окружающего пространства. Наряду со свободноживущими сукториями имеются комменсальные формы и настоящие паразиты, поселяющиеся внутри своих жертв. Широко распространены суктории в пресной и в морской воде.

Прикрепленный или симбиотический (комменсальный или паразитический) образ жизни неизбежно привел к усложнению жизненного цикла суктории. У них имеется специализированная расселительная стадия — **бродяжка**. Бродяжки у сосущих инфузорий формируются в результате почкования. Они обладают очень просто устроенной соматической цилиатурой, используя которую они могут некоторое время активно плавать в воде. Бродяжки не питаются, так как лишены ротового аппарата. В более старых работах и учебниках их часто называли «эмбрионами» («свободными эмбрионами»). Осевшая на субстрат бродяжка претерпевает своего рода метаморфоз и, в конце концов, превращается во взрослую сукторию.

Саркодовый тип организации

Надтип Rhizopoda -

Саркодовые - корненожки

Тип Lobosea

Класс Gymnamoebia – голые амебы

**Класс Testacealobosia — раковинные
амебы**

- **Саркодовый тип организации**

- **КОРНЕНОЖКИ (Надтип Rhizopoda)**

- К Rhizopoda, или корненожкам, относятся фаготрофные, одно- и многоядерные протисты, образующие ложноножки (псевдоподии). Последние преимущественно представлены **л о б о п о д и я м и** или **ф и л л о п о д и я м и**. Корненожки — сборная группа. В настоящее время к ним предположительно относят четыре Типа: **Lobosea, Filosea, Heterolobosea, Granuloreticulosea**. Ниже рассмотрены представители типа Lobosea.

Отряд 1. Амебы (Амoevina). Низшие, наиболее просто устроенные корненожки, лишенные скелета. Большинство амеб — обитатели пресных вод. Некоторые виды живут в море, а также в почве. Небольшое число — паразиты.

Строение и физиология. Размеры амеб различны: от 10—15 мкм до

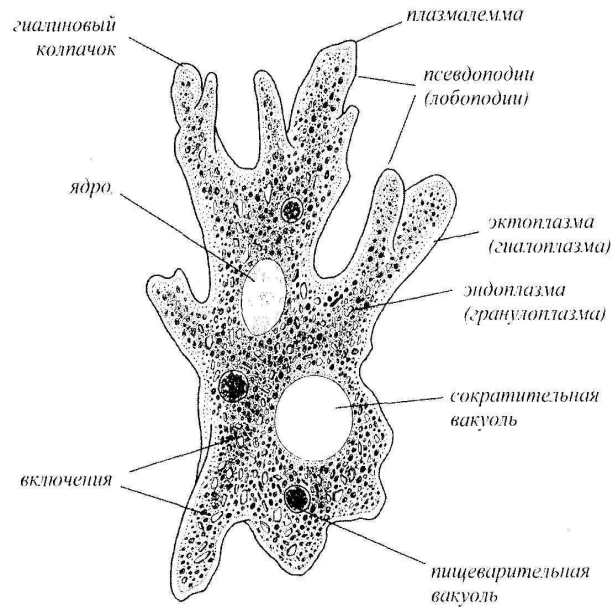


Рис. 2. *Amoeba proteus*, внешний вид

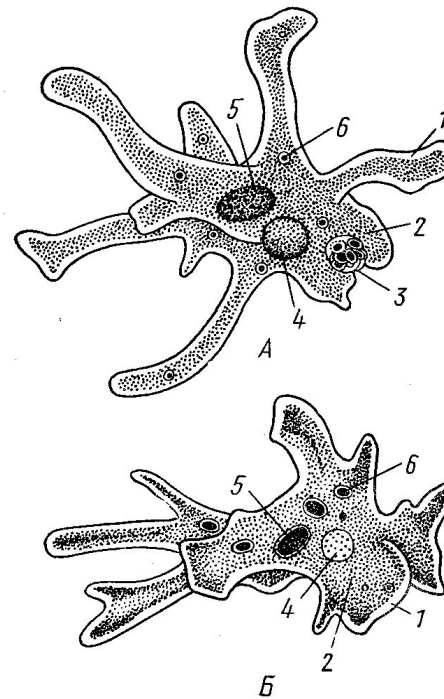


Рис. 1. Амеба *Amoeba proteus* (по Дофлейну).
А — захватывающая пищу; Б — ползущая ($\times 200$):

1 — эктоплазма, 2 — эндоплазма, 3 — заглатываемые пищевые частицы, 4 — сократительная вакуоль, 5 — ядро, 6 — пищеварительные вакуоли

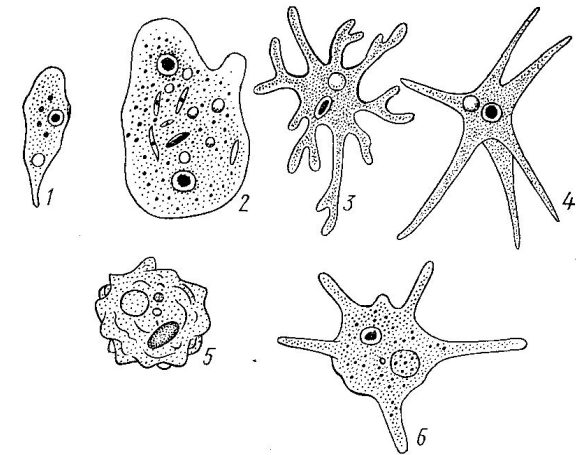


Рис. 2. Формы псевдоподий у различных видов амеб (по Дофлейну):

1 — *Amoeba limax*, 2 — *Pelomyxa binucleata*, 3 — *Amoeba proteus*, 4 — *A. radiosa*, 5 — *A. verrucosa*, 6 — *A. polypodia*

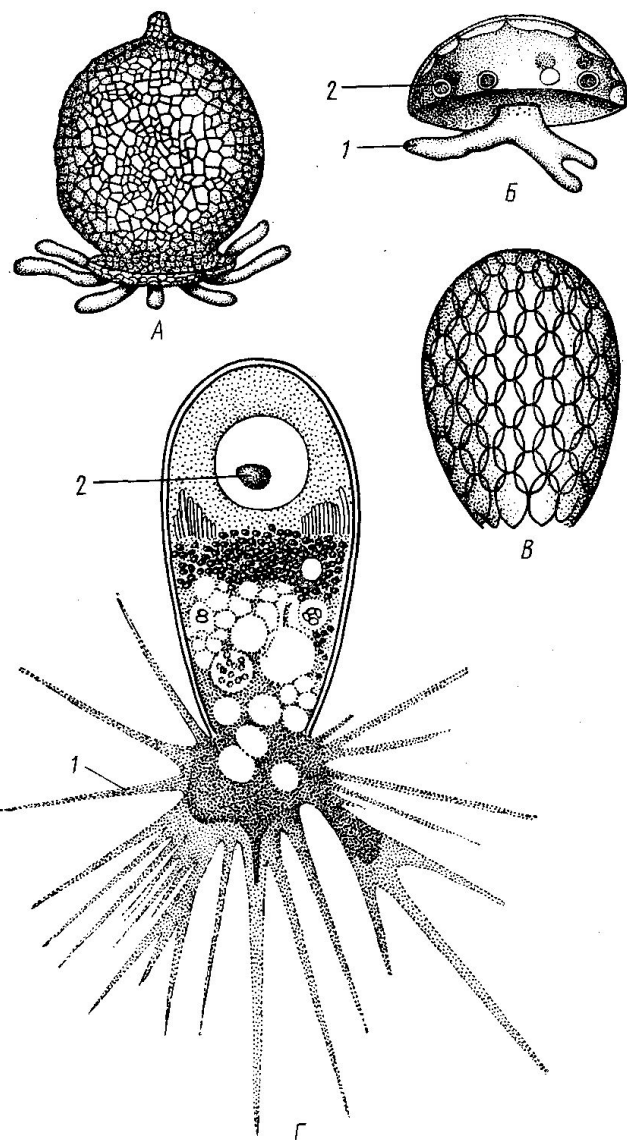


Рис. 6. Разные виды раковинных корненожек (по Полянскому из разных авторов). А — *Diffflugia* sp.; Б — *Arcella vulgaris*; В — *Euglypha alveolata* — раковинка; Г — *E. alveolata* — живая корненожка с псевдоподиями:

1 — псевдоподии, 2 — ядро

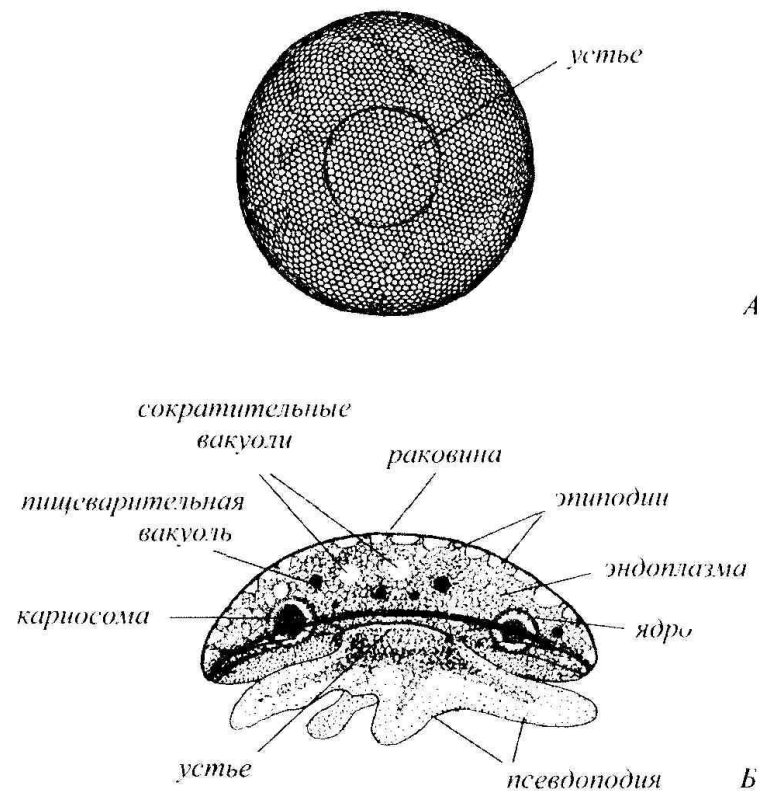


Рис. 3. *Arcella* sp.: А — раковина, вид со стороны устья; Б — внешний вид (сбоку)

- Тип *Granuloreticulosea* – раковинные амёбы
- Класс *Foraminifera* – Фораминиферы

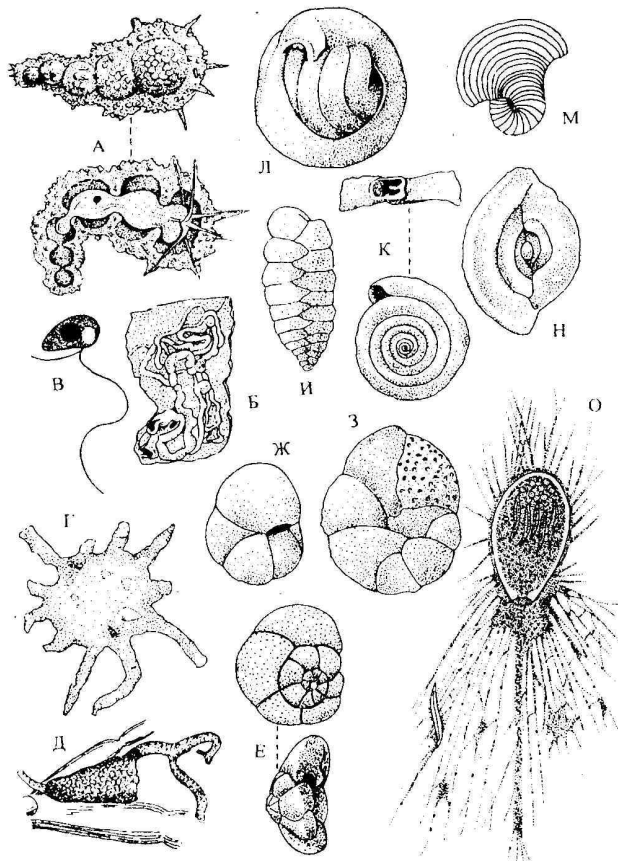


Рис. 35. Тип *Granuloreticulosea*, класс *Foraminifera* (из Заренкова, 1988);

А – *Iridia serialis*, сверху и снизу; Б – обрастающая *Tolypammina*; В – двужгутиковая гамета фораминиферы *Iridia lucida*; Г – *Astrorhiza*; Д – прикрепленная *Saccodendron*; Е – *Rosalina*; Ж, З – *Baggina*; И – *Textularia*; Л – *Spirillina*; К – *Glonospira*; М – *Peneroplis*; Н – *Spiriloculina*; О – псевдоподиальная сеть *Allogromia ovoidea*, захватившей диатомовых водорослей

Фораминиферы — гетеротрофные, преимущественно свободноживущие простейшие, характеризующиеся уникальным набором признаков.

Клетка фораминифер заключена в раковину, или домик. Однако часть периферической цитоплазмы находится вне раковины и покрывает последнюю снаружи в виде относительно тонкого слоя. Таким образом, скелет фораминифер, по сути дела, является не наружным, а внутренним.

Раковины могут быть чисто органическими, агглютинированными и (различного рода мелкие частицы экзогенного происхождения склеиваются органическим матриксом, продуцируемым самим простейшим) и секретными —

они и в исходном органическом матриксе откладываются минеральные соли, преимущественно кальцит).

Раковина несет одно или несколько отверстий — устьев, через которые осуществляется связь организма с внешней средой.

У более архаичных фораминифер полость раковины сплошная и не разделена перегородками. Такие раковины называются однокамерными.

Более специализированные виды обладают многокамерными раковинами — их полость разделена перегородками, или септами, на отдельные камеры, которые сообщаются друг с другом с помощью специальных отверстий, иногда называемых внутренними устьями.

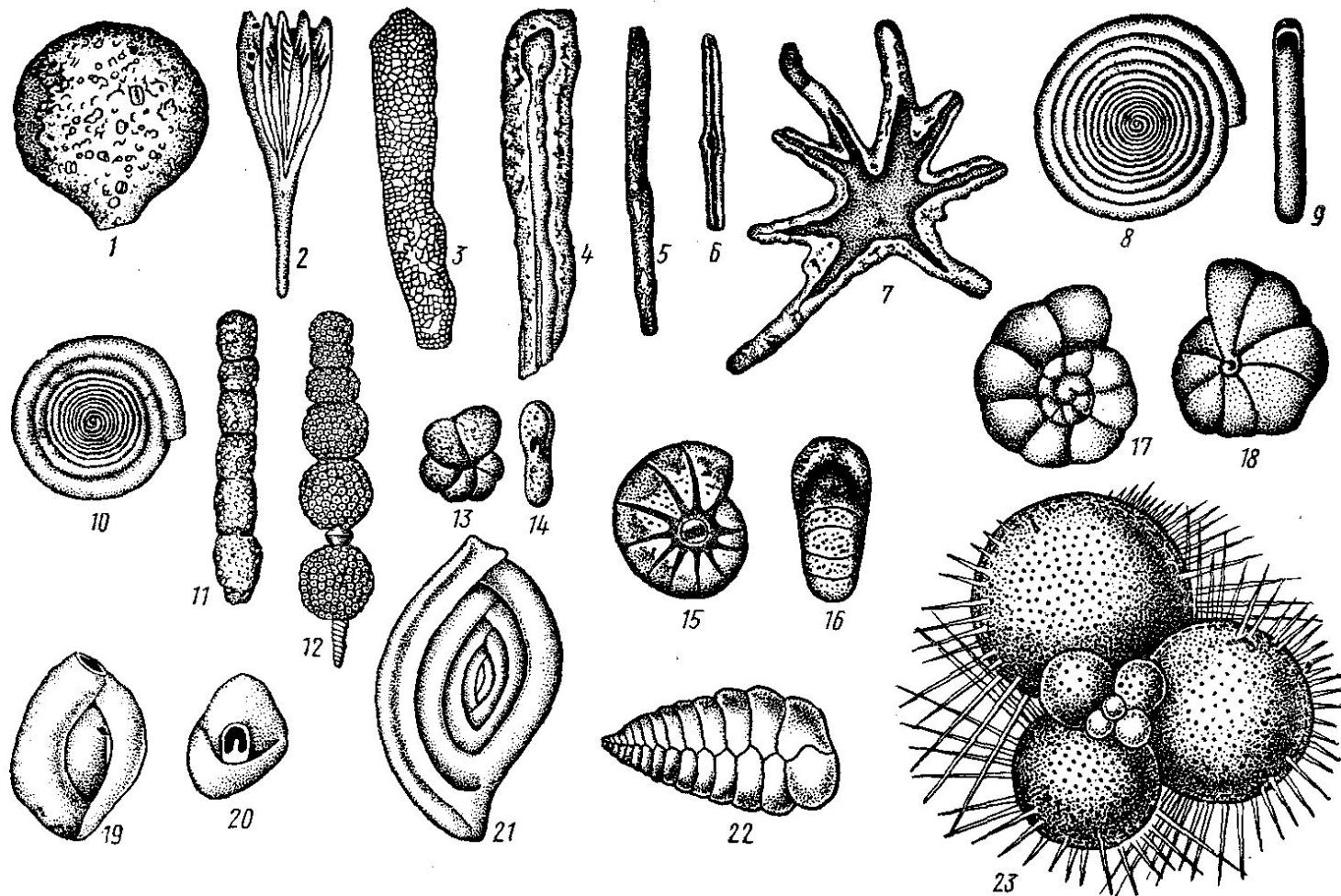


Рис. 9. Раковинки различных фораминифер (из Кешмена, Дофлейна и Ланга):
 1 — *Saccamina sphaerica*, 2 — *Lagena plurigera*, 3 — *Hyperammina elongata*, 4 — то же, в разрезе, 5 — *Rhabdammina linearis*, 6 — то же, в разрезе, 7 — *Astrorhiza limicola*, 8 — *Ammodiscus incertus*, 9 — то же, со стороны устья, 10 — *Cornuspira involvens*, 11 — *Rheophax nodulosus*, 12 — *Nodosaria hispida*, 13 — *Nodosaria canariensis*, 14 — то же, со стороны устья, 15 — *Nonion umbilicatus*, 16 — то же, со стороны устья, 17 — *Discorbis vesicularis*, 18 — то же, вид со стороны основания, 19 — *Quinqueloculina seminulum* (вид сбоку), 20 — то же, со стороны устья, 21 — *Spiroloculina depressa*, 22 — *Textularia sagittula*, 23 — *Globigerina* sp.

5. Фораминиферы обладают особыми псевдоподиями — **г р а н у л о р е т и к у л о п о д и я м и**. Это очень тонкие, ветвящиеся и анастомозирующие выросты цитоплазмы, вдоль которых постоянно перемещаются мелкие гранулы. Гранулоретиккулоподии образуют вокруг фораминиферы динамично изменяющуюся ловчую сеть. С помощью гранулоретиккулоподий фораминиферы перемещаются по субстрату.
6. На протяжении значительной части своего сложного жизненного цикла фораминиферы многоядерны. У некоторых видов обнаружен ядерный **г е т е р о м о р - ф и з м** — дифференциация ядер на вегетативные и генеративные.
7. Жизненный цикл фораминифер представляет собой **г е - т е р о ф а з н о е ч е р е д о в а н и е п о к о л е н и й**, то есть достаточно правильную смену гаплоидного (**гамонт**) и диплоидного (**а г а м о н т**) поколений.

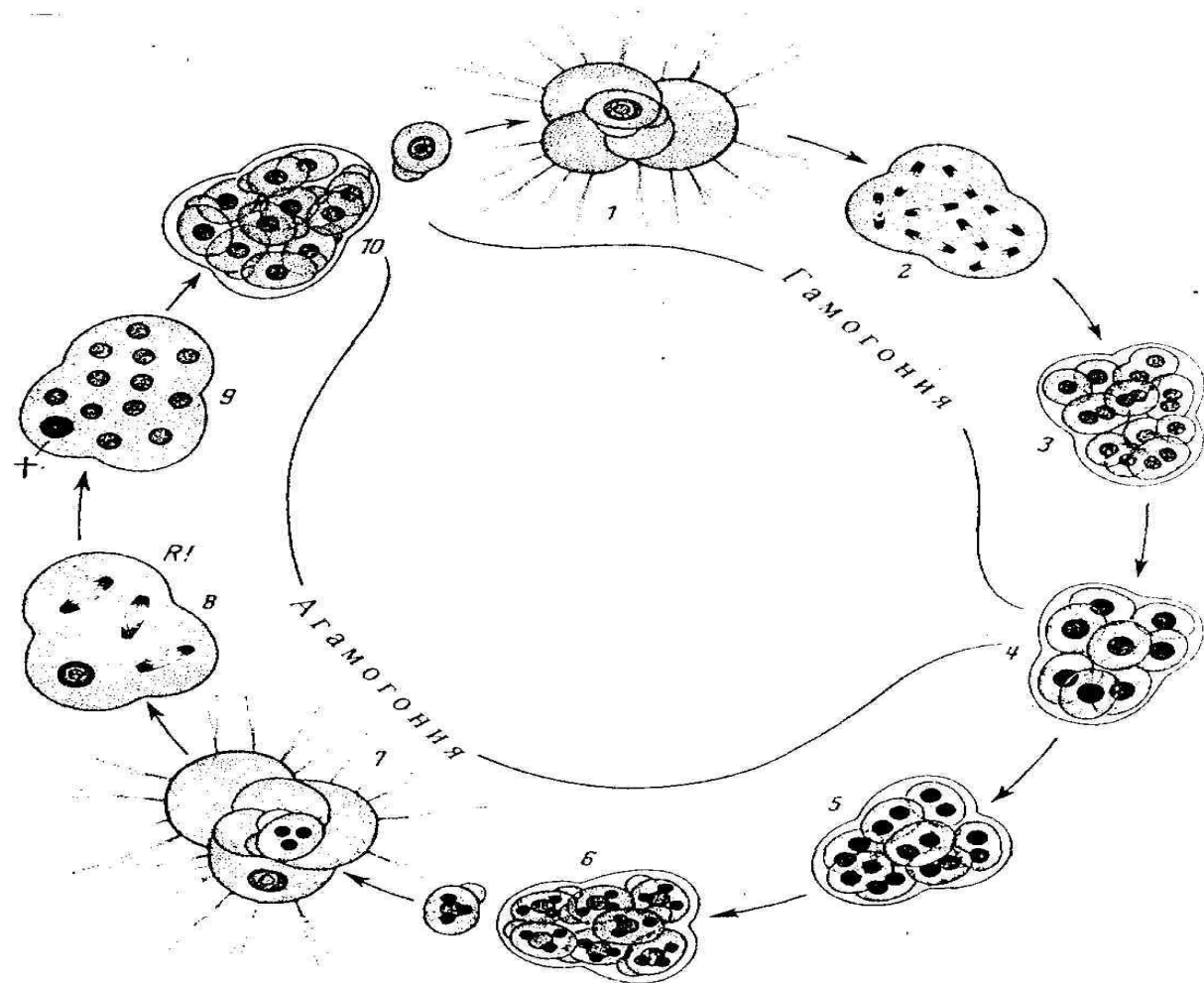


Рис. 36. Тип Granuloreticulosa, класс Foraminifera. Жизненный цикл *Rotaliella heterocaryotica* (из Grell, 1993);

1 – взрослый одноядерный гамонт; 2 – митозы периода гамогонии; 3 – автогамная копуляция гамет; 4 – зиготы; 5 – двуядерные агамонты; 6 – четырехядерные агамонты; 7 – взрослый агамонт; 8 – первое мейотическое деление; 9 – конец второго мейотического деления; 10 – агаметы (молодые гамонты) (+ – дегенерирующее соматическое ядро)

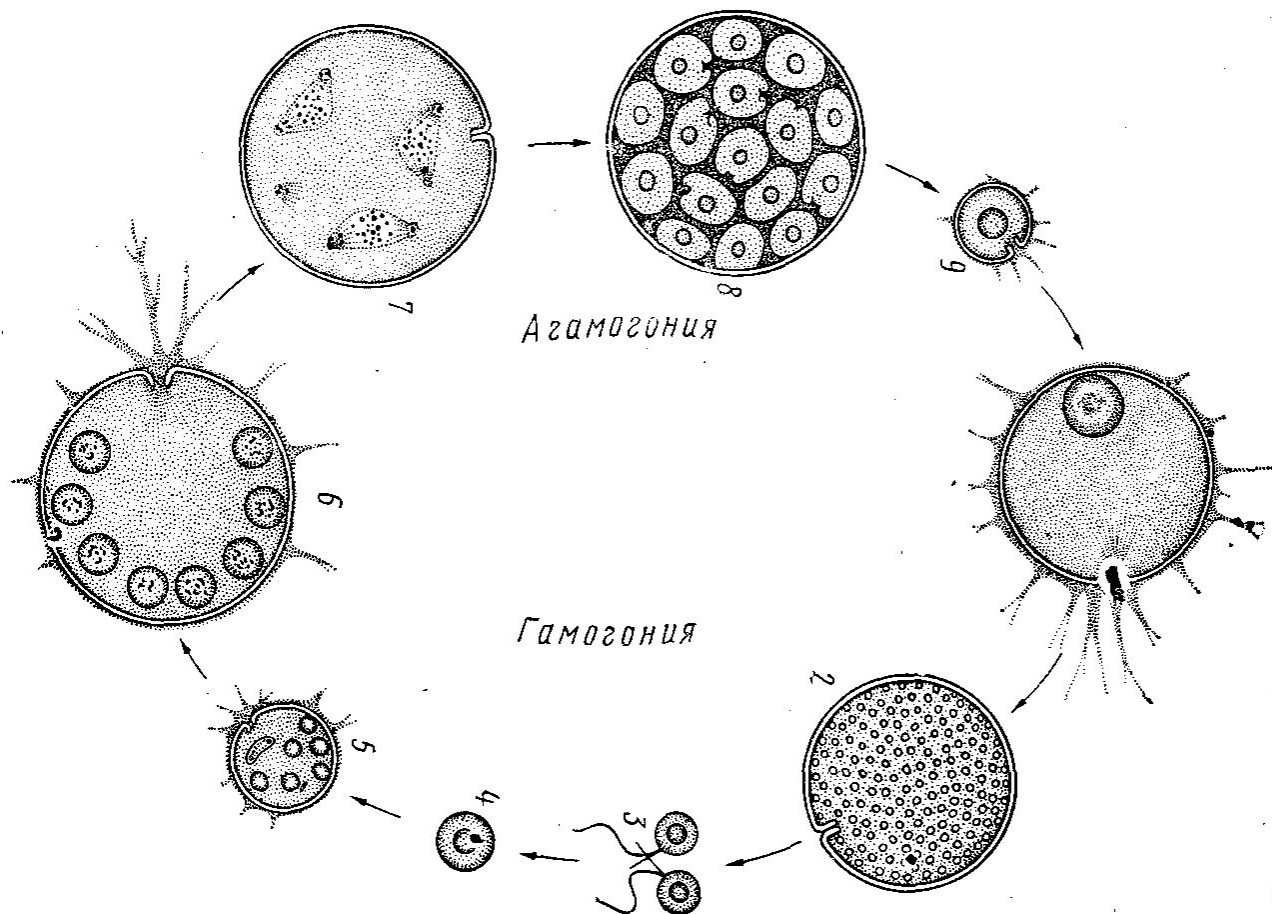


Рис. 10. Цикл развития фораминиферы *Muxotheca arenilega* (по Грелю):
 1 — одноклеточный гамонт, 2 — гамонт после образования ядер гамет, 3 — копуляция гамет, 4 — зигота, 5 — молодой агамонт, 6 — растущий агамонт, 7 — мейоз (момент редукции); 8 — образование агамет, 9 — молодая агамета (гамонт)

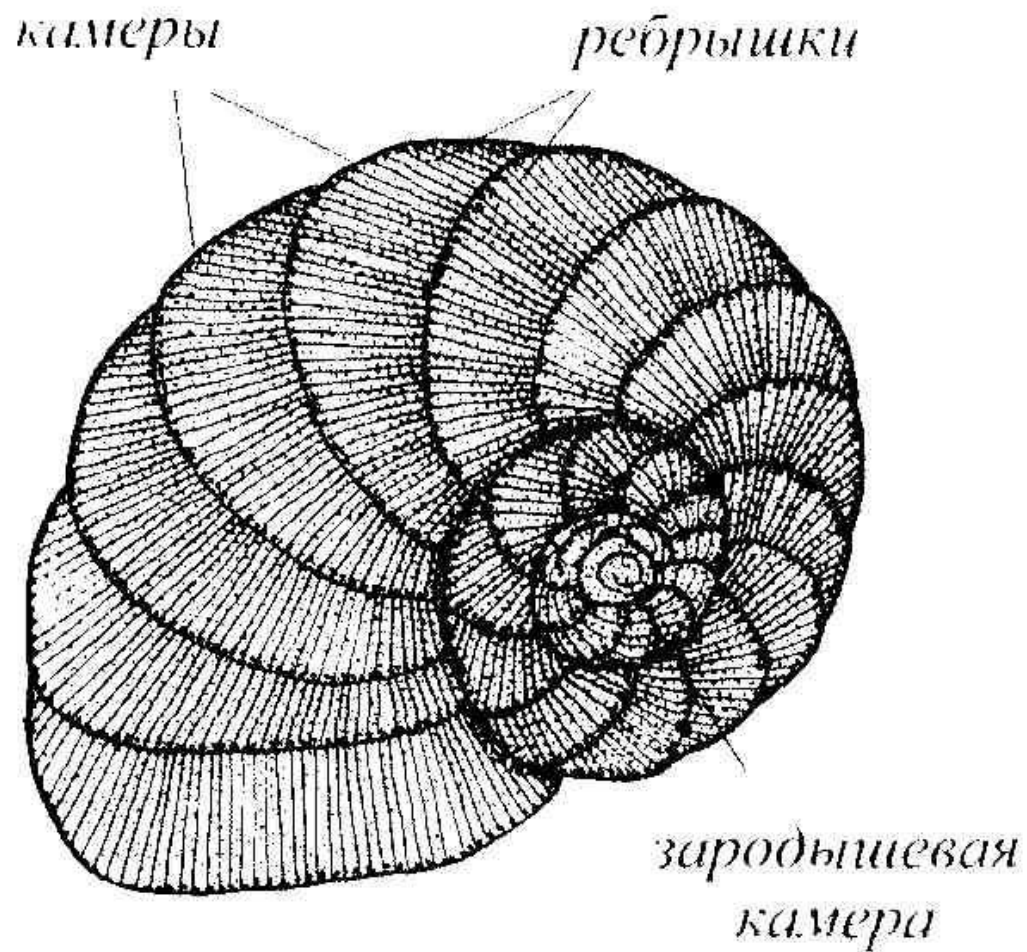


Рис. 7. Многокамерная секреторная раковина *Peneroplis* sp.

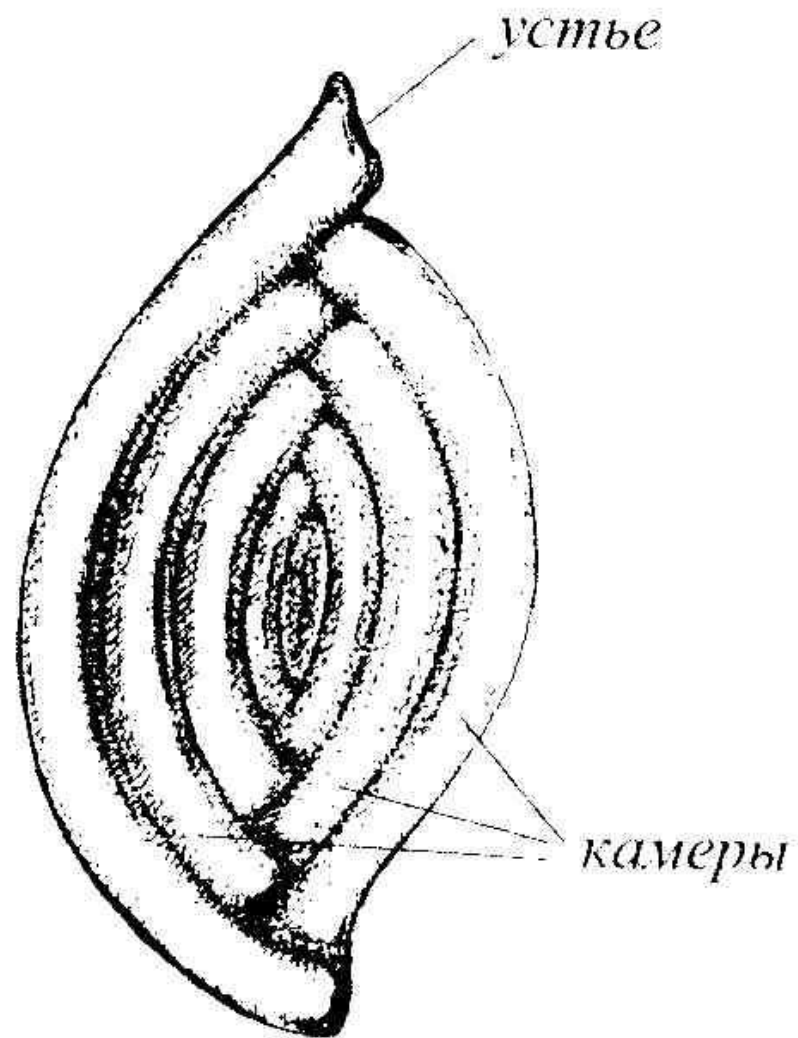


Рис. 8. Многокамерная
секреторная раковина
Spiroloculina sp.

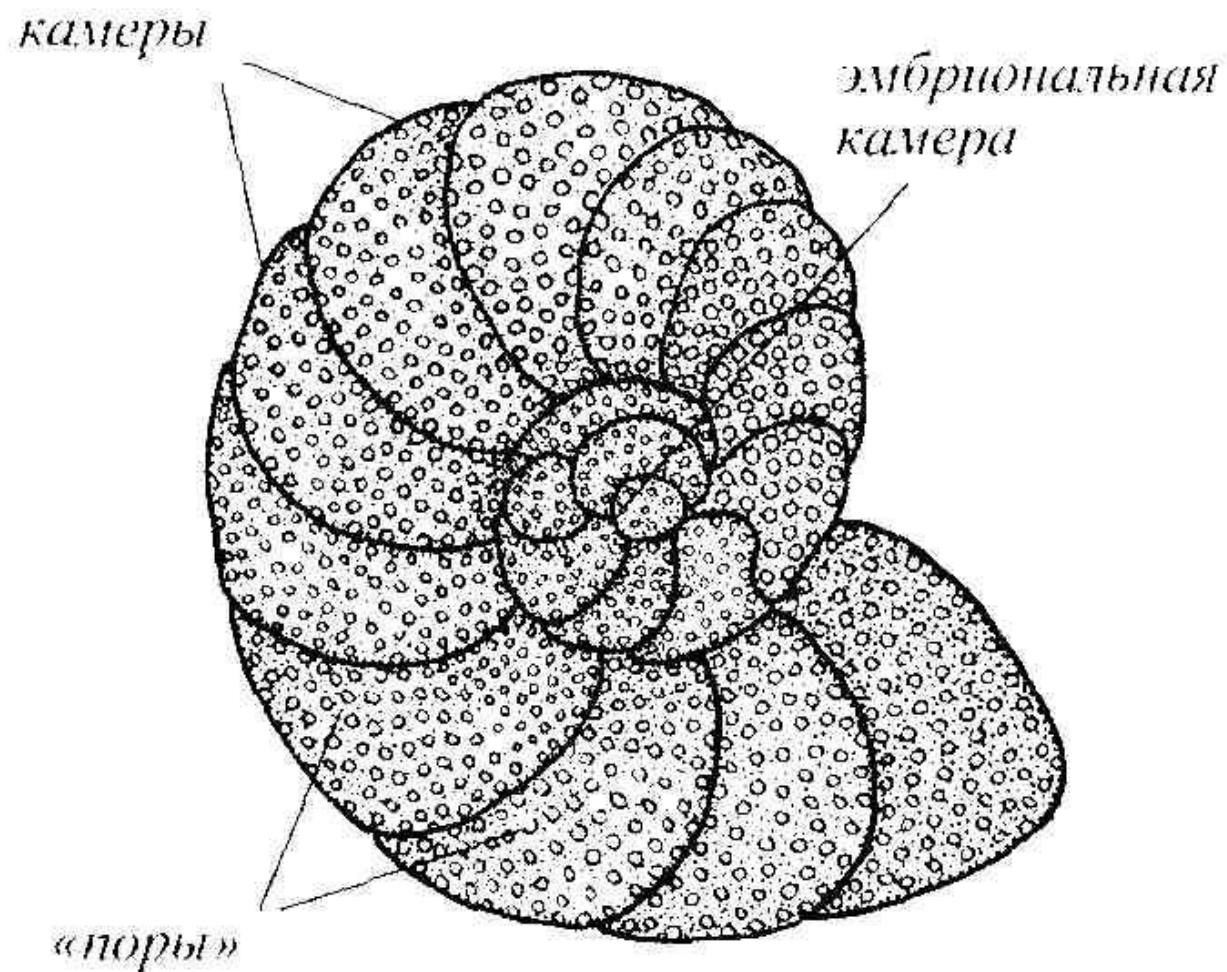


Рис. 9. Многокамерная секреторная раковина *Rotalia* sp.

устье



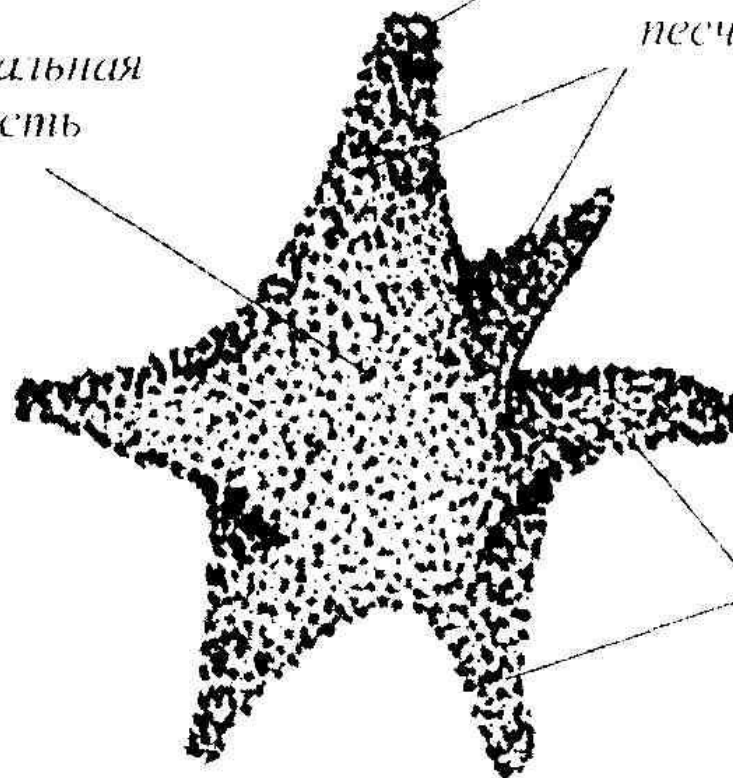
песчинки

Рис. 4. Однокамерная
потшипованная раковина
Rhabdammina sp.

устье

песчинки

центральная
часть



отростки

Рис. 5. Однокамерная агглютированная
раковина *Astorhiza* sp.

Надтип Actinopoda
Тип Radiolaria
Подтип Acantharia (акантарии)

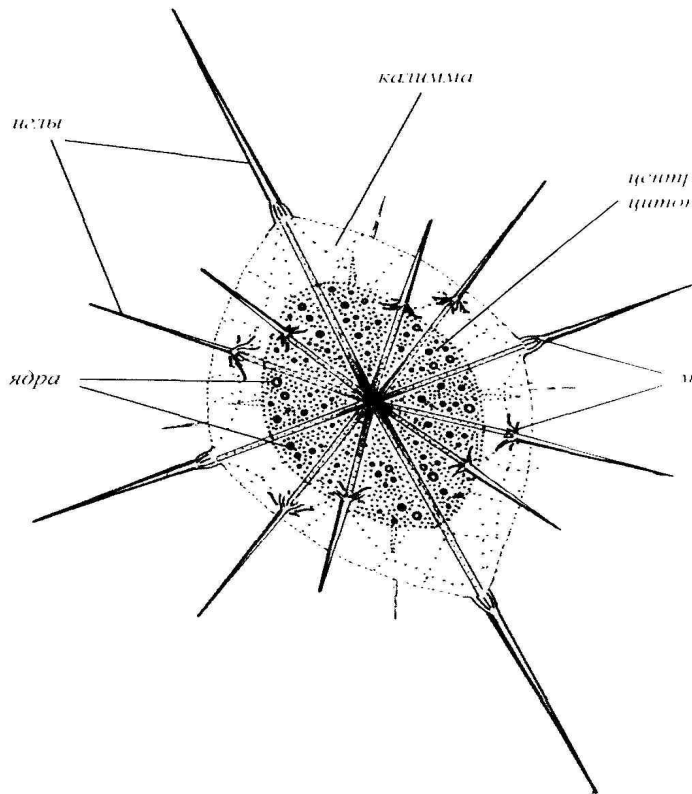


Рис. 11. *Acanthometra* sp., внешний вид

Хорошо обособленная группа «радиолярий», характеризующаяся набором уникальных признаков.

1. Acantharia имеют правильно сферическое тело, от которого строго радиально отходят многочисленные тонкие и прямые эуаксоподии.
2. Внутренний скелет представлен 20 радиальными (или 10 диаметральными) иглами, расположенными строго определенным образом. Они все сходятся в центре, где плотно соединяются друг с другом. Из центра они расходятся радиально, образуя при этом 5 венчиков по 4 спикулы в каждом. Один венчик называется экваториальным - образующие его 4 спикулы лежат в одной плоскости перпендикулярно друг другу в виде правильного креста. Два тропических венчика располагаются под углом 30° по отношению к плоскости экваториального венчика сверху и снизу от последнего. Спикулы двух полярных венчиков также располагаются по обе стороны от экваториального, но уже под углом 45° к последнему. Спикулы в каждом последующем венчике лежат не строго над спикулами предыдущего, а смещены по отношению к ним на 45° . Самые полярные участки клетки лишены спикул. Такое расположение строго воспроизводится у подавляющего большинства акантарии. В литературе этот феномен получил название «закона Мюллера».

3. У всех акантарий спикулы скелета построены из сульфата стронция (SrSO_4), или ц е л е с т и н а.

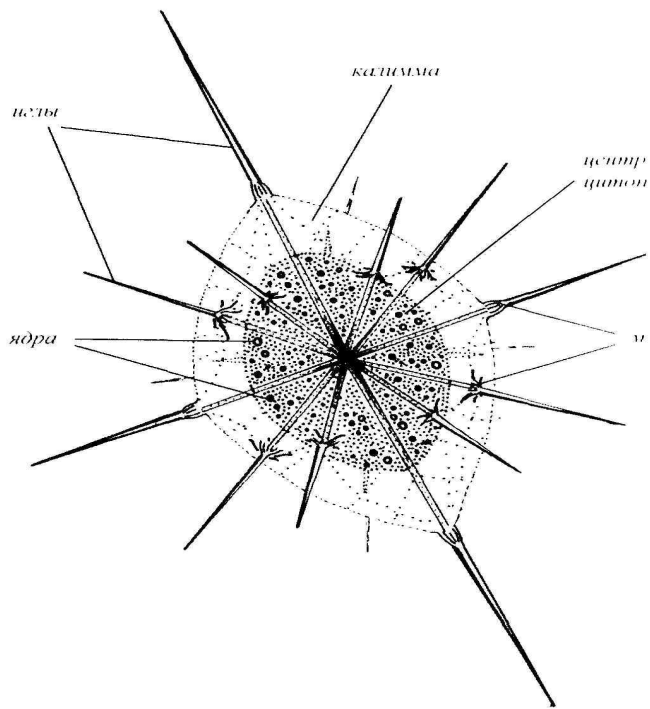


Рис. 11. *Acanthometra* sp., внешний вид

4. Центральная капсула у акантарии отсутствует. Их цитоплазма отчетливо подразделяется на сильно вакуолизированную периферическую цитоплазму (калимму) и гранулированную — центральную. Они разделены тонким слоем уплотненной цитоплазмы. Последний не является настоящей центральной капсулой.
 5. Аксонемы эуаксоподий берут начало в середине клетки от общего центра — аксопласта.
 6. В наружной цитоплазме очень поверхностно залегает сложно дифференцированный кортикальный цитоскелет — кортекс. Кортекс связан со скелетными иглами с помощью особых сократимых фибрилл — миофрисков.
 7. Самые молодые стадии развития акантарии одноядерны. С возрастом они становятся многоядерными. Ядра располагаются по периферии центральной зоны цитоплазмы.
 8. Акантарии образуют симбиотические системы с одноклеточными водорослями, которые поселяются в центральной зоне цитоплазмы хозяина.
- Жизненный цикл акантарий детально не изучен. Считается, что они образуют гаметы (зооспоры?) и могут инцистироваться.
- Ископаемые остатки акантарии практически полностью отсутствуют.

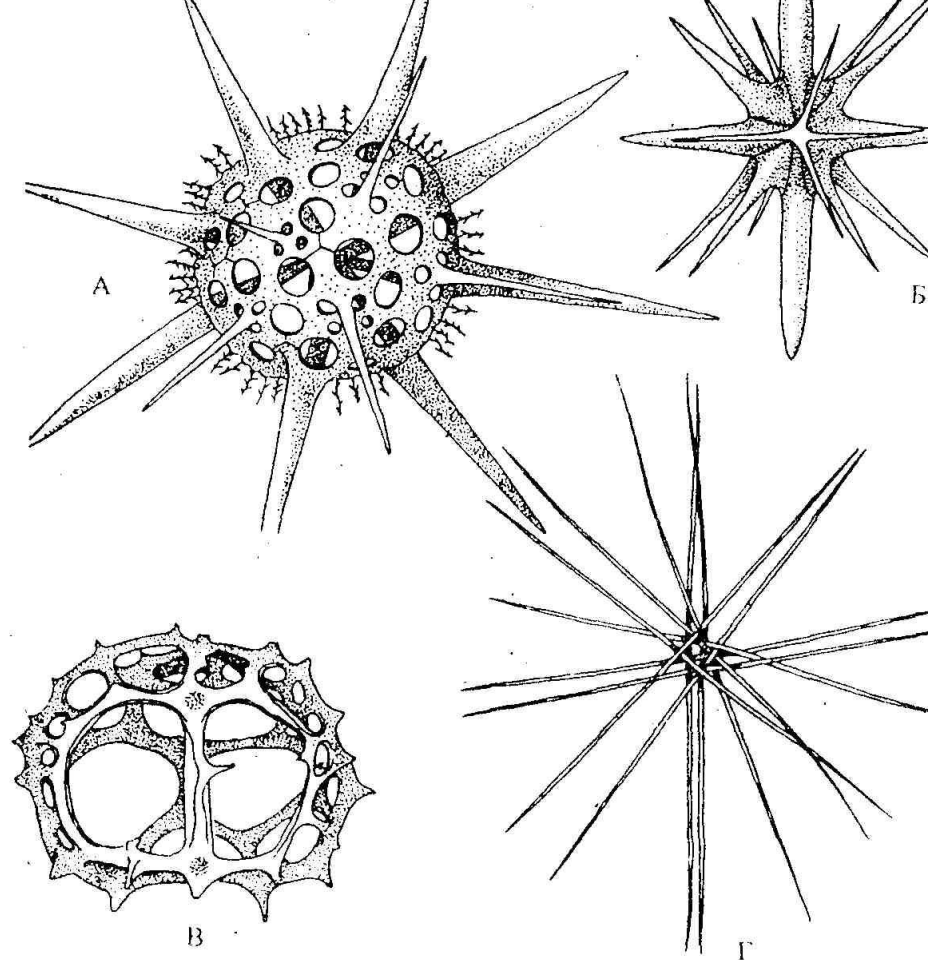


Рис. 37. Тип Radiolaria (из Заренкова, 1988):
 А — радиолария *Lychnaspis polyancistrata*; Б — акантария *Lonchostaurus rhombicus*; В — радиолария *Nephrospyrus pervia*;
 Г — акантария *Acanthochiasma fusiformis*

- Подтип Euradiolaria
- Класс Polycystinea (полицистинеи)

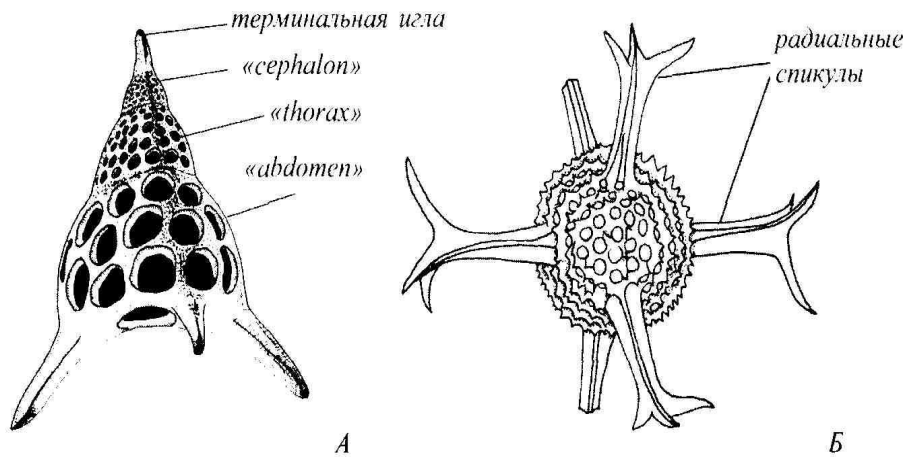


Рис. 12. Скелеты полицистиней: А — насселлярии; Б — сфереллярии

- Класс Polycystinea объединяет в своем составе одиночные и колониальные планктонные формы «радиолярий». В состав класса включается три отряда: Nassellaria, Sphaerellaria и Collodaria. Полицистинеям присущи следующие основные признаки.
1. Скелет Polycystinea весьма разнообразен по своему строению. У представителей отряда Nassellaria он гетерополярен и чаще всего имеет вид ажурной конической корзинки, состоящей из нескольких «члеников». Скелет представителей отряда Sphaerellaria преимущественно представлен правильными шарами с перфорированными стенками, пронизанными массивными радиальными иглами, и, наконец, у Collodaria внутренний скелет развит относительно слабо. Его образуют отдельные, часто не сливающиеся друг с другом спикулы, лежащие поверх центральной капсулы.
 2. Скелет построен из кремнезема (SiO_2). Последний у Polycystinea представлен нерастворимой в воде формой (опал). Благодаря этому скелеты хорошо сохраняются в осадочных породах.

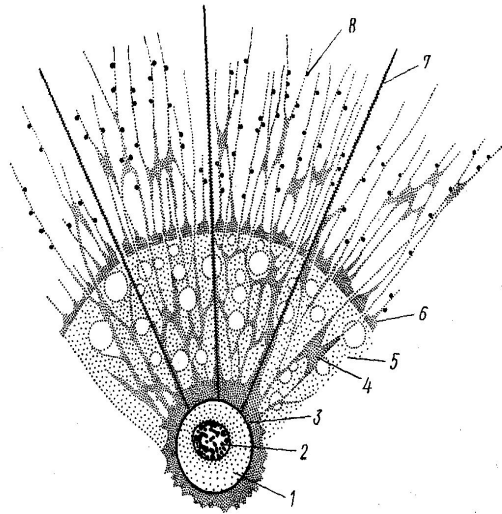


Рис. 12. Схема частей тела радиоларии (по Стрелкову):

1 — внутрикапсулярная цитоплазма, 2 — ядро, 3 — слой плотной цитоплазмы, прилегающий к центральной капсуле, 4 — проходящие через пенистый слой основания псевдоподий, 5 — пенистый слой, 6 — наружный уплотненный слой цитоплазмы, 7, 8 — псевдоподии

3. Полицистинеи обладают настоящей центральной капсулой. Последняя представляет собой замкнутое мешковидное образование, стенки которого построены из отдельных пластинок гликопротеиновой природы. Пластинки пронизаны многочисленными порами, через которые осуществляется связь экстра и интракапсулярной зон цитоплазмы. Пores, через которые проходят аксономы эуаксоподий, снабжены специальными структурами — фузулами.
 4. Экстракапсулярная цитоплазма, как правило, сильно вакуолизирована, в ней в большом количестве поселяются автотрофные симбионты.
 5. Интракапсулярная цитоплазма одиночных полицистинеи содержит одно относительно крупное ядро. Колониальные формы многоядерны.
 6. Локализация аксопластов (центров организации микротрубочек (эуаксоподий) сильно варьирует. В большинстве случаев они лежат внутри центральной капсулы: либо рядом с ядром, либо в небольшом углублении ядра, либо непосредственно на его поверхности. Лишь у *Collodaria* аксопласты располагаются на поверхности центральной капсулы.
- Жизненный цикл изучен плохо. Известны расселительные двухжгутиковые стадии (зооспоры). Возможно, имеется половой процесс.
 - Очень богато и разнообразно представлены в палеонтологической летописи.

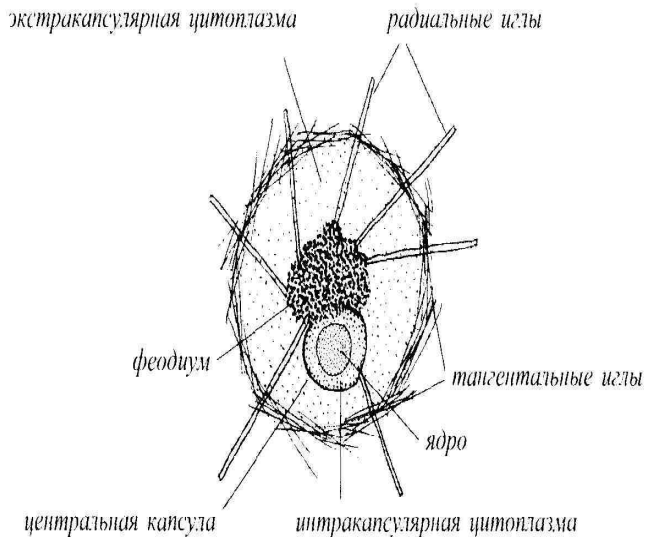


Рис. 13. *Aulacantha scolymantha*, внешний вид

- Класс Phaeodaria (феодарии)
- Относительно крупные планктонные глубоководные организмы, в строении которых прослеживаются элементы двусторонней симметрии.
- 1. Форма тела феодарии варьирует в широких пределах — от правильно сферической до строго билатерально-симметричной.
- 2. Скелет образован радиальными и тангентальными иглами. В результате слияния игл могут формироваться сферические, мешковидные и даже двустворчатые скелеты в виде раковин.
- 3. Иглы построены из кремнезема (SiO_2) с добавлением органического материала; полые внутри. В отличие от полицистиней скелеты феодарии относительно легко растворяются в воде, поэтому в палеонтологической летописи формы практически отсутствуют.

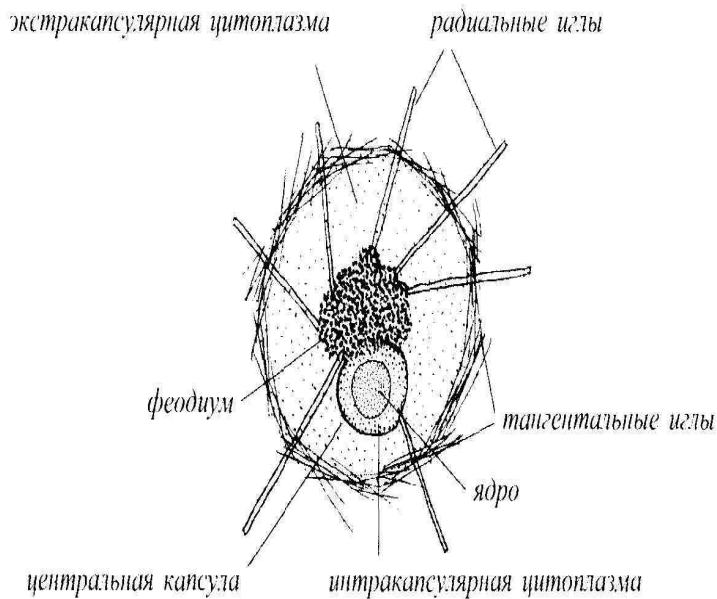


Рис. 13. *Aulacantha scolymantha*, внешний вид

4. Центральная капсула округлая или мешковидная, всегда двустороннесимметрична. Ее стенка сплошная и построена из хитиноподобного материала. На одном полюсе центральной капсулы располагается специальное отверстие — астропиле, иногда называемое цитофаринксом. С противоположной стороны симметрично по отношению к астропиле на стенке капсулы располагаются два углубления — парапиле.
5. Центральная капсула разделяет цитоплазматическое тело феоидарии на экстракапсулярную и интракапсулярную зоны цитоплазмы. Экстракапсулярная цитоплазма сильно вакуолизирована, прозрачна и содержит скопление окрашенных гранул — феоидиум. Последний всегда располагается рядом с астропиле. Интракапсулярная цитоплазма окрашивается более интенсивно и содержит ядро.
6. Два аксопласта, от которых берут начало микротрубочки аксоном эуаксоподий, располагаются внутри парапиле.

Тип Heliozoa

- Название «солнечники» впервые было использовано Э. Геккелем для обозначения всей совокупности простейших, обладающих «лучистым», или «солнечным» строением. Соответственно Геккель включил в эту группу и «солнечников», и «радиолярий» (см. ниже). Однако очень скоро стало ясно, что «солнечники» и «радиолярии» весьма существенно отличаются друг от друга, и их разделили на две самостоятельные группировки, равные по таксономическому рангу — «Heliozoa» и Radiolaria. В свое время они входили в состав типа Protozoa в ранге двух подклассов, позднее же стали рассматриваться как два самостоятельных типа гетеротрофных протистов. Эту точку зрения и по сей день можно встретить в учебной и научной литературе.

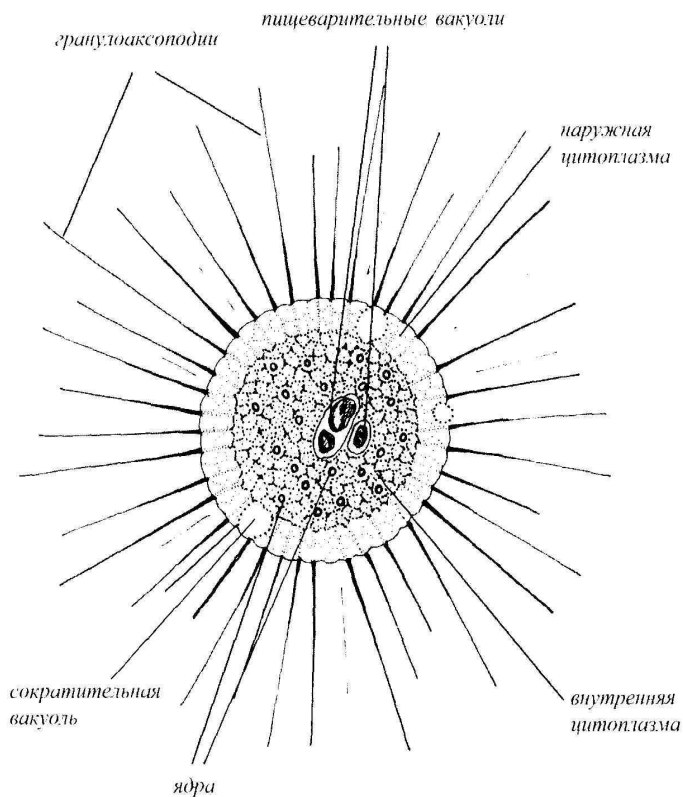


Рис. 10. *Actinosphaerium eichhorni*, внешний вид