

Команда олимпиадного  
отделения ЭБЦ «Крестовский  
остров» СПбГДТЮ



NEURON

VI Турнир Юных  
Биологов Санкт-  
Петербурга



Задача №15

# «Свобода и необходимо СТЬ»

Ответственный за задачу:  
Смутин Даниил Валерьевич,  
Санкт-Петербург, Аничков лицей

# Условия задачи

Для большинства *животных* характерен *регулятивный* тип *онтогенеза*, однако у некоторых организмов наблюдается *детерминированное развитие*, когда каждая клетка имеет свое "предназначение" (например, у нематод и коловраток). В чем *преимущества* и *недостатки* каждого из типов *онтогенеза*? Почему *детерминированный* тип онтогенеза не получил широкого распространения у *растений*? Предложите *модель растения, развитие* которого было в максимально возможной степени *детерминировано*.



# План решения

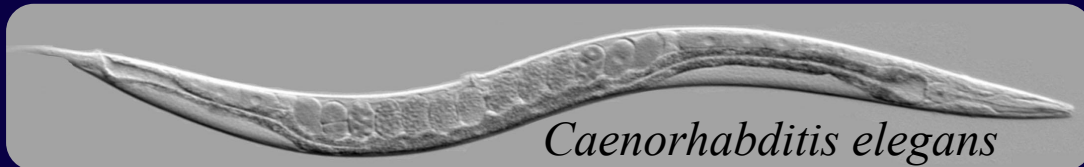
- I. Различные виды онтогенеза
  - определения
  - преимущества
  - недостатки
- II. Распространение детерминированного развития у растений
- III. Причины малого распространения детерминированного развития у растений
- IV. Растение с детерминированным типом онтогенеза



# Типы развития:

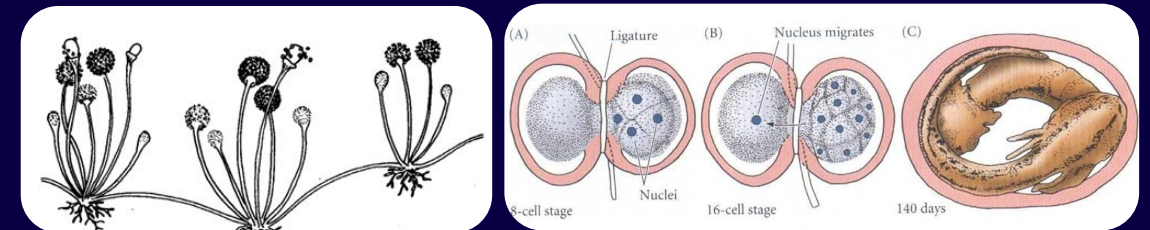
## Детерминированный

Тип онтогенеза, при котором определение судьбы клеток происходит в период дробления, еще до начала морфогенетических движений клеточных масс, в зависимости от детерминант, полученных от яйцеклетки



## Регулятивный

Тип онтогенеза, при котором каждая клетка дифференцируется в зависимости от внешних факторов, таких, как клеточное окружение, паракринная и аутокринная секреция



## Смешанный

# Преимущества разных типов развития

## Детерминированный

- После получения клеткой локальных детерминант, ход ее развития независим от окружающей среды
- Возможность ограничения количества клеток
- Нарушения в клетке на любой стадии повлечет нарушения только у ее потомков
- Невозможность однояйцового близничества

## Регулятивный

- Нарушения в ходе эмбриогенеза могут быть исправлены
- Возможность влияния на судьбу клеток во время их дифференциации
- Возможность влияния условий внешней среды на эмбриогенез
- Возможность создания систем неограниченного роста
- Возможность однояйцового близничества

# Недостатки разных типов развития



## Детерминированный

- Нарушения в ходе эмбриогенеза не ликвидируются
- Нарушения на ранних стадиях летальны
- Необходимость создания жесткого цитоскелета для удержания локальных детерминант
- Невозможность однояйцового близничества

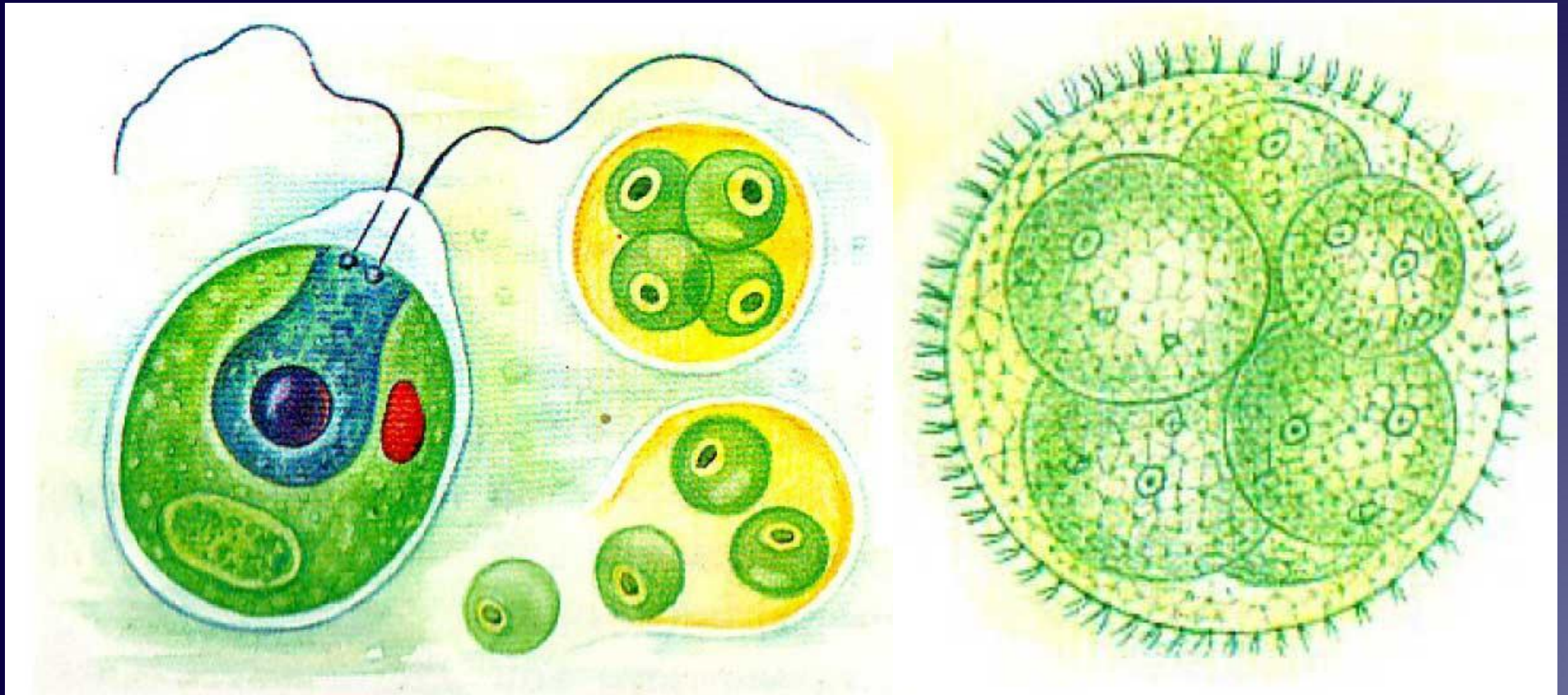
## Регулятивный

- Нарушения в одной клетке на любой стадии может повлечь нарушения в других клетках этой же стадии
- Возможность влияния условий внешней среды на эмбриогенез
- Необходимость создания координационных центров эмбриона и летальность при их нарушениях
- Возможность однояйцового близничества



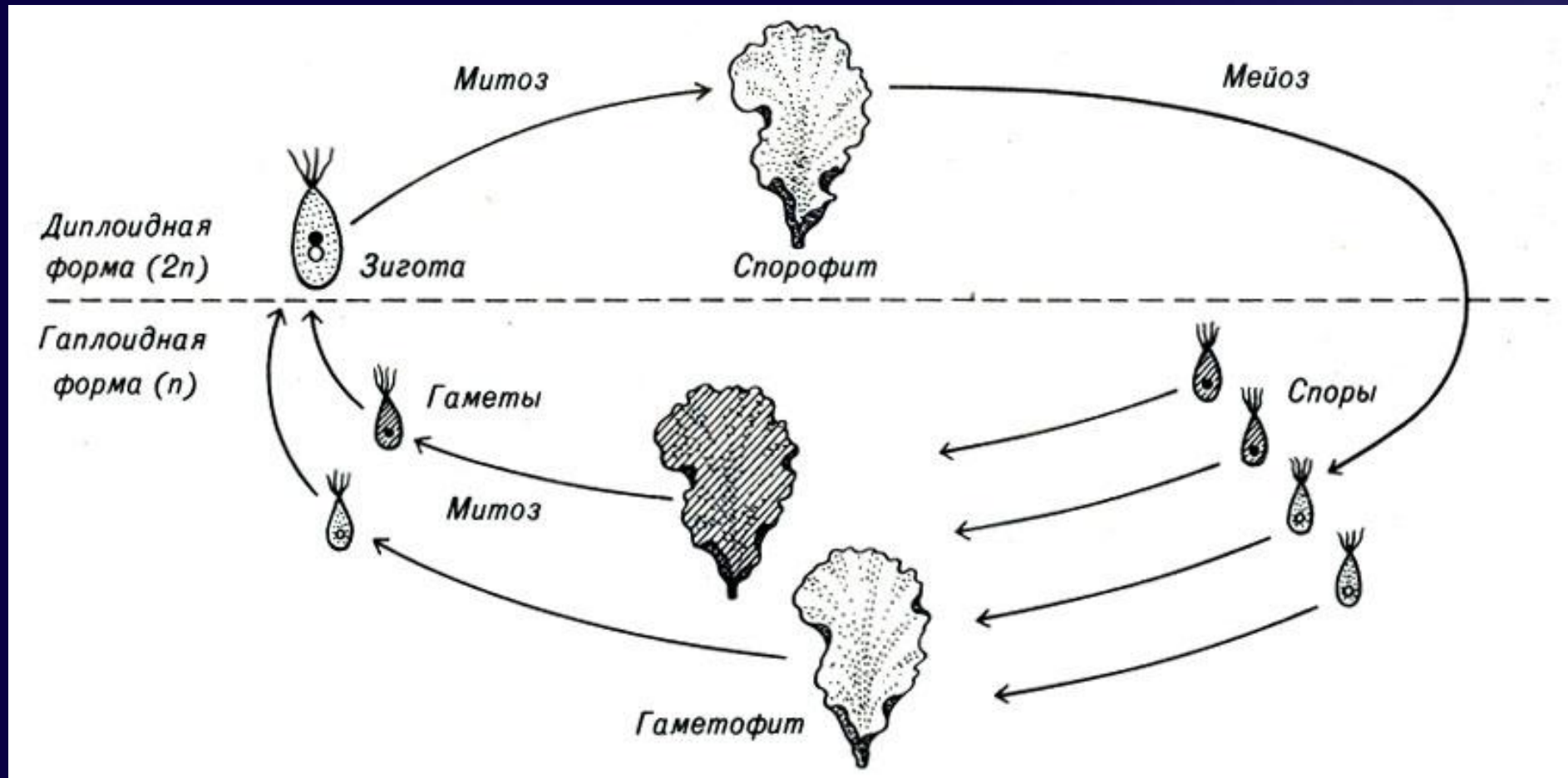
# Распространение у растений

## I. Одноклеточные и колониальные



# Распространение у растений

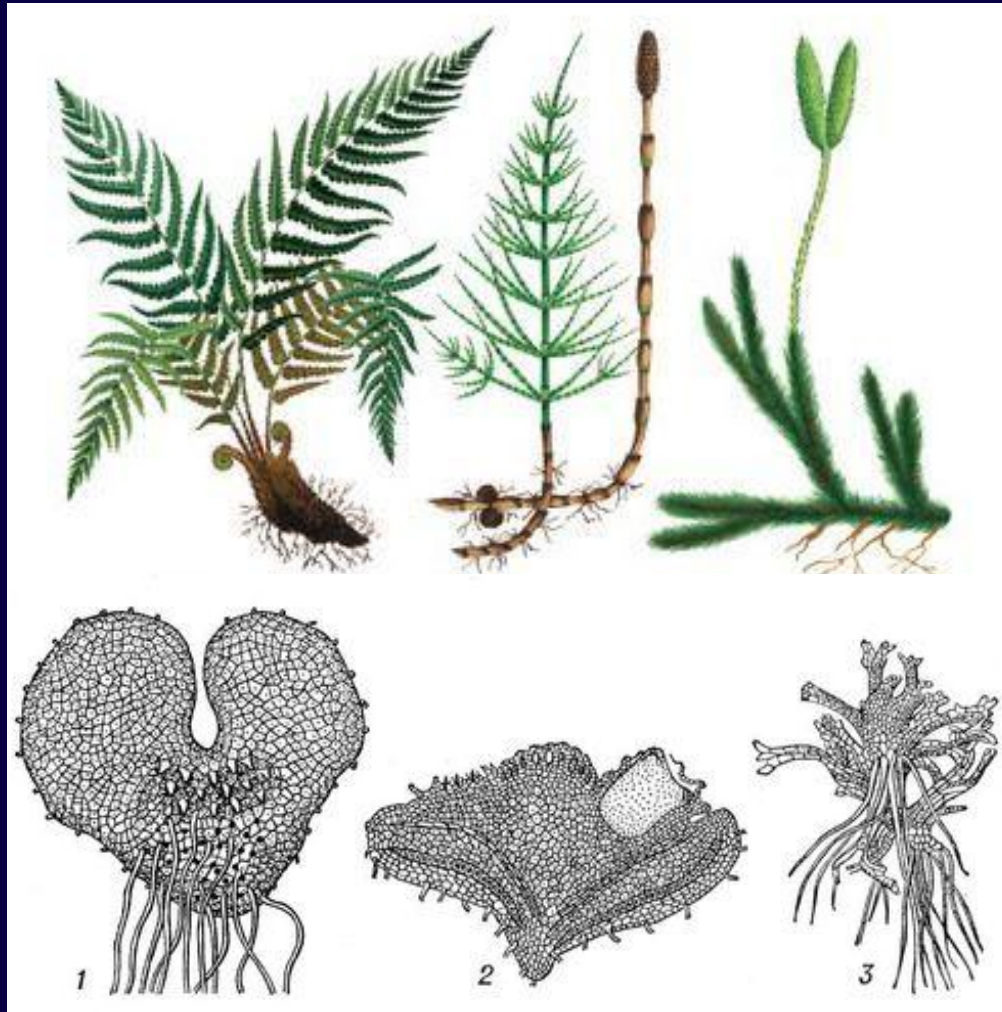
## II. Низшие многоклеточные





# Распространение у растений

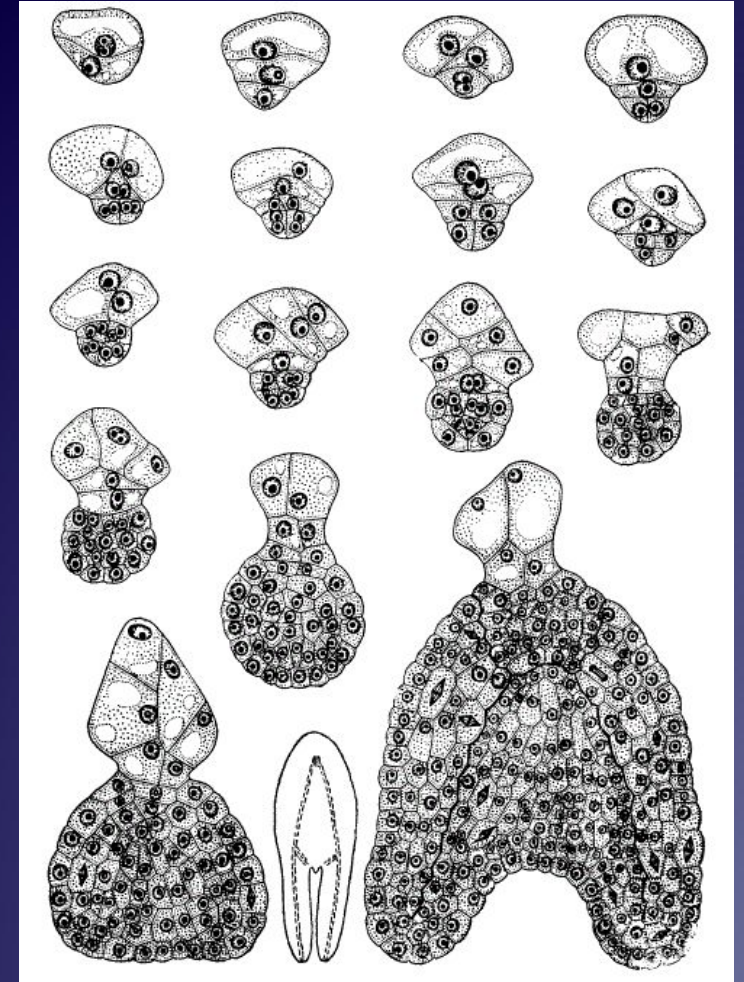
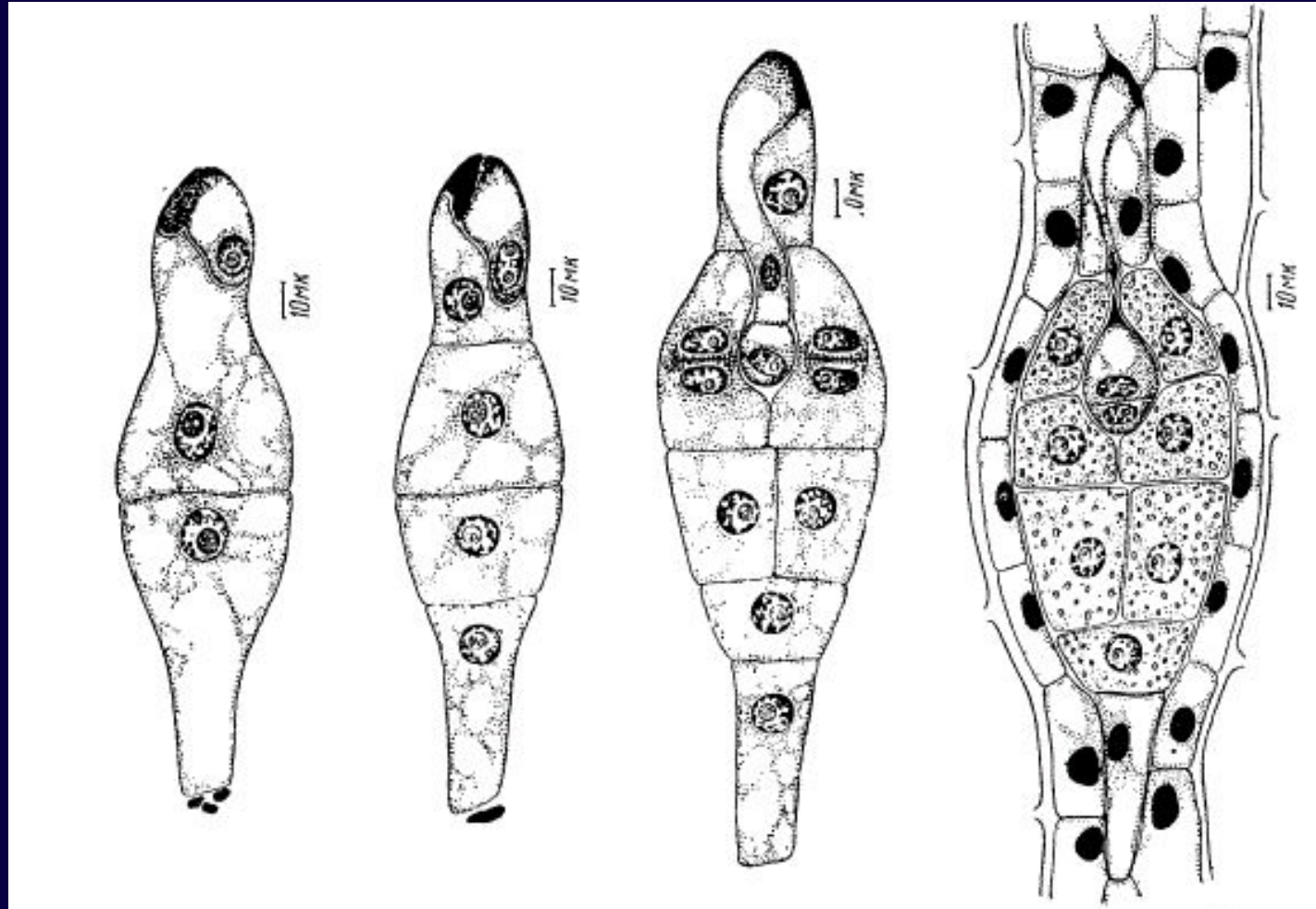
## III. Высшие споровые





# Распространение у растений

## IV. Высшие семенные

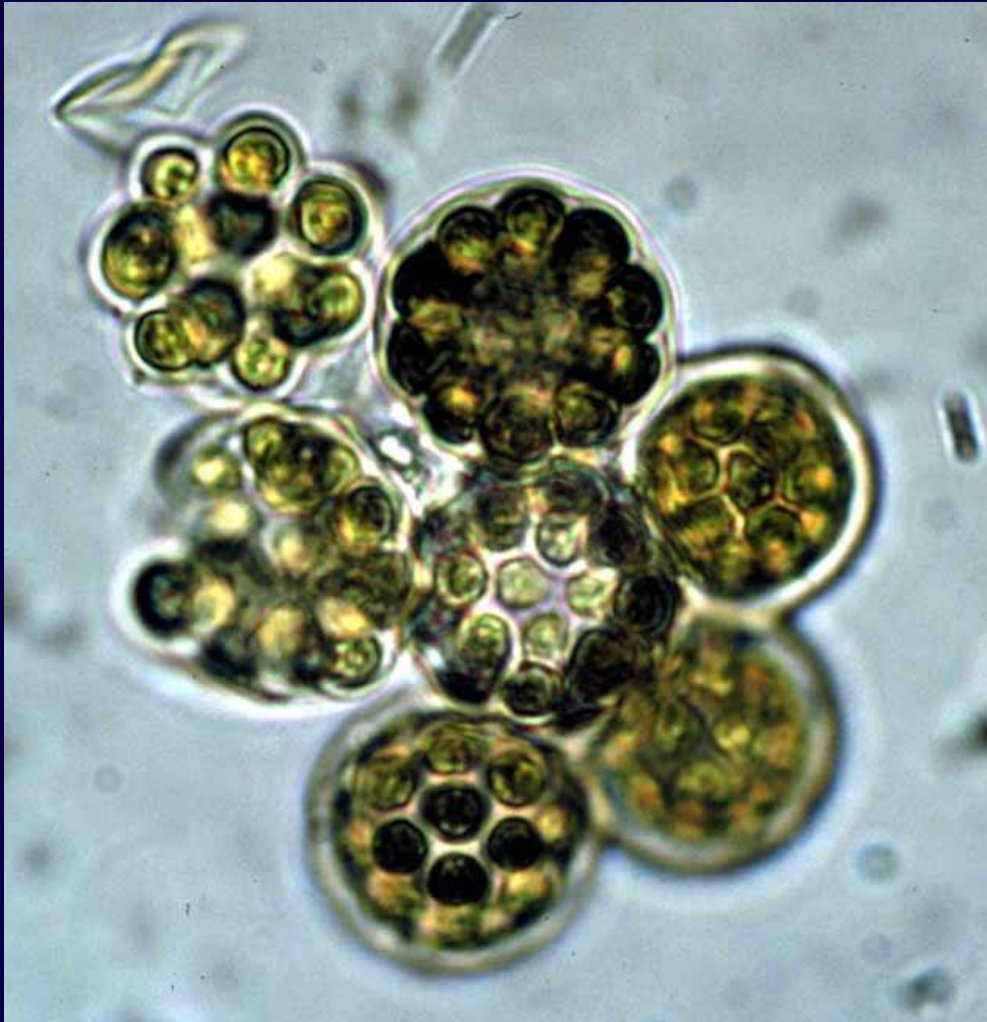


# Причины малого распространения детерминированного развития у растений

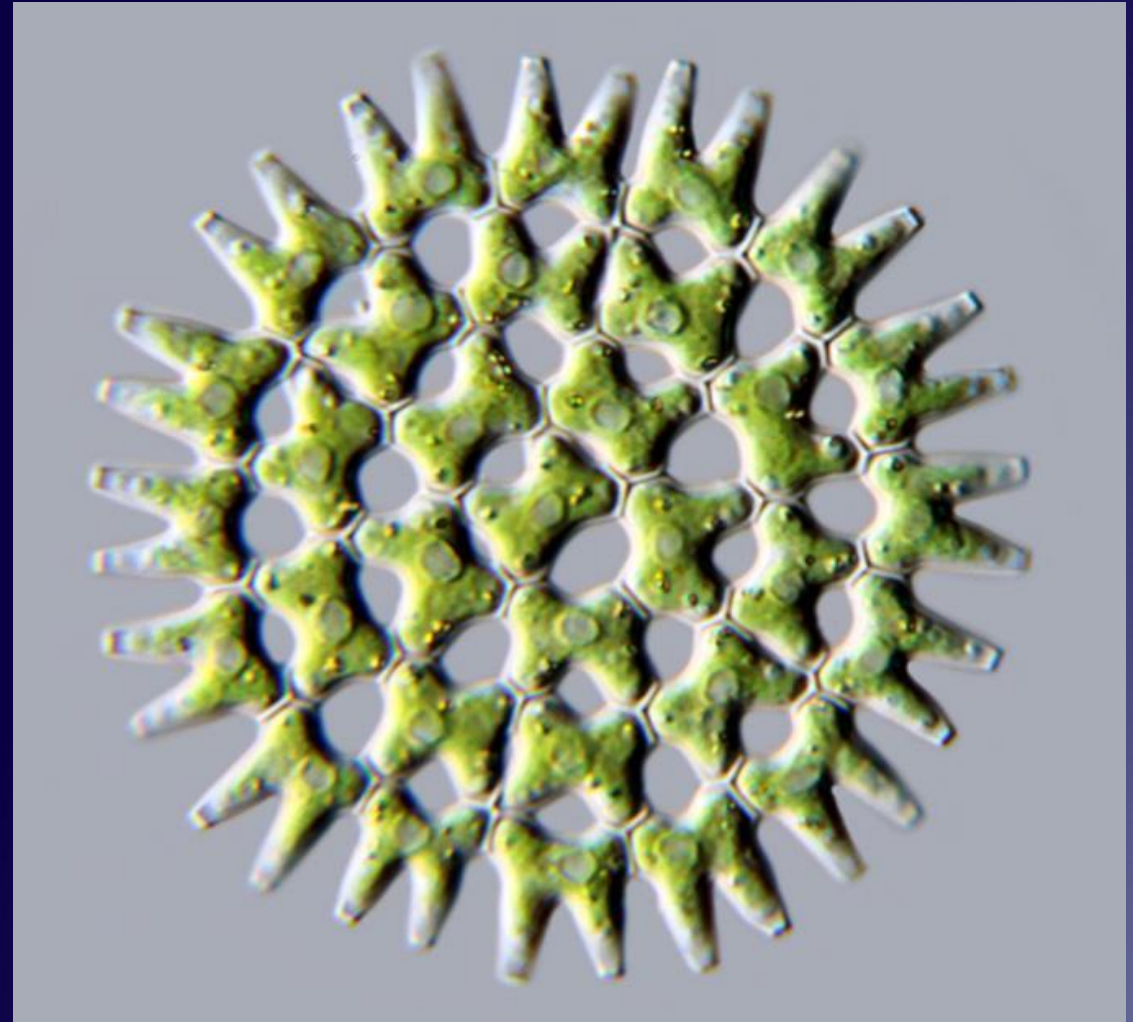
- Отсутствие в клетках растений локальных детерминант
- Слабое развитие цитоскелета
- Толстые оболочки зародыша, предохраняющие от внешних воздействий
- Единообразность строения клеток с разными функциями и разнообразность клеток с похожими функциями, происхождение одних из других на поздних стадиях онтогенеза
- Организм растений растет всю жизнь



# Ценобиальные организмы



*Coelastrum microporum*



*Pediastrum duplex*



# *Neovolvox determinatum*

рус. Неовольвокс детерминированный  
Chlorophyta, Goniceae

Во всех клетках присутствуют:

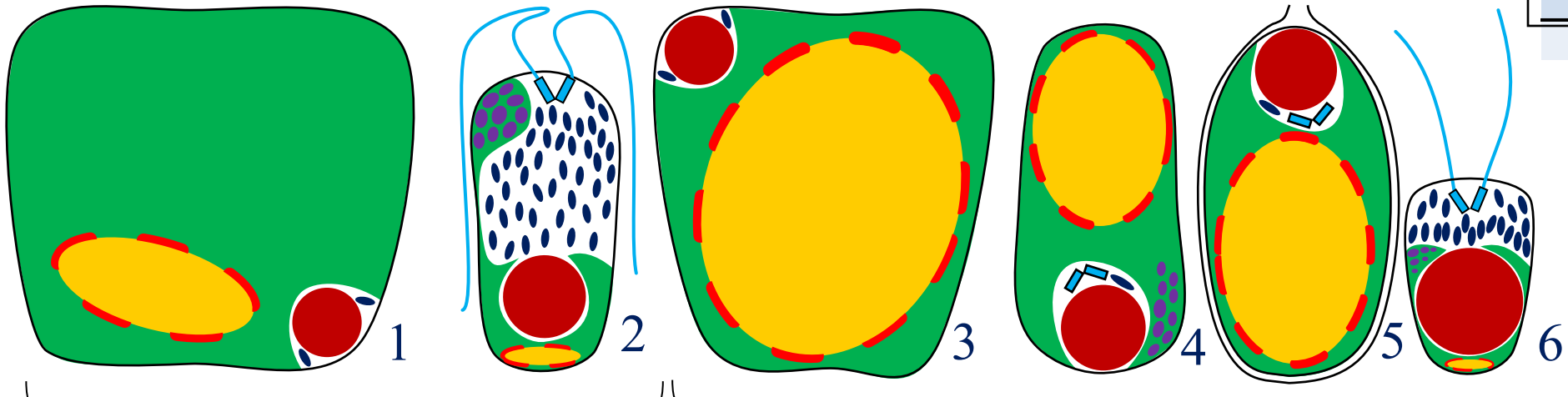
- Сокр. вакуоли
- ЭПР, диктосомы и их производные

Во всех хроматофорах присутствуют их основные компоненты

Основные типы клеток:

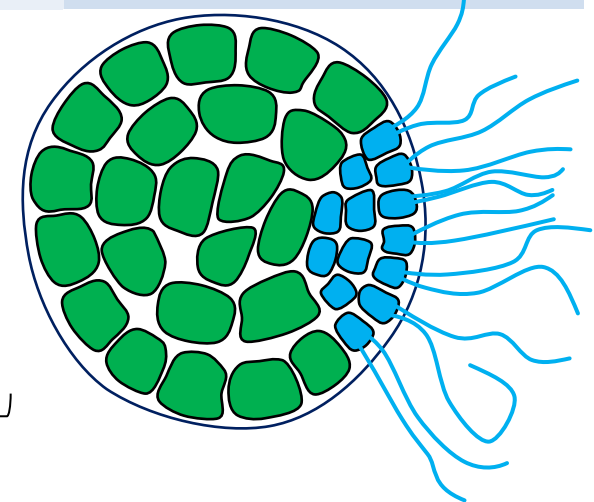
1. Фотосинтезирующие
2. Двигательные
3. Запасающие
4. Партеногонидии
5. Ооциты
6. Сперматозоиды

|   |                  |
|---|------------------|
|   | Ядро             |
|  | Хроматофор       |
|  | Стигма           |
|  | Базальные тельца |
|  | Пиреноид         |
|  | Зерна крахмала   |
|  | Митохондрии      |
|  | Жгутики          |
|  | Клеточная стенка |



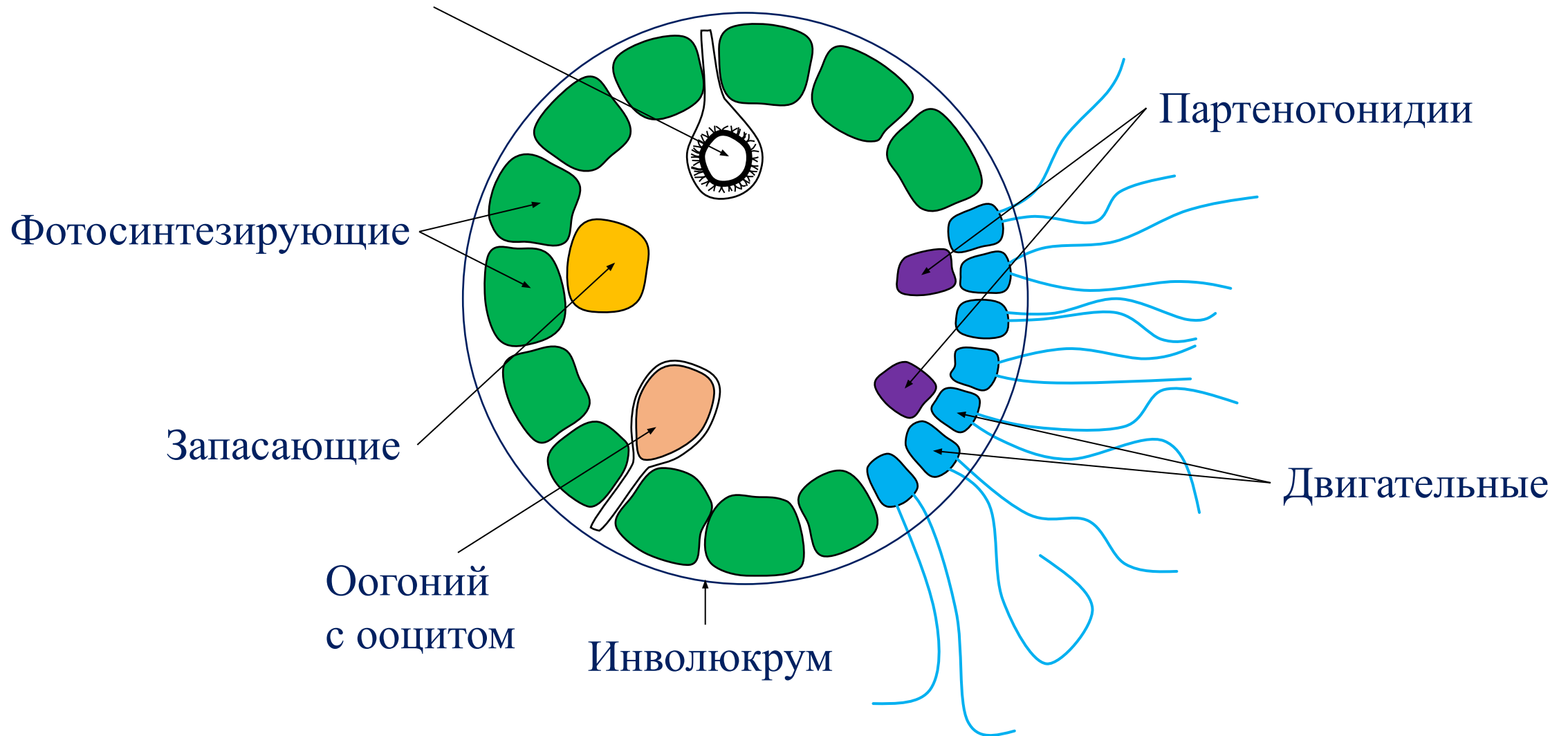
Клетки внешнего слоя

Клетки внутреннего слоя



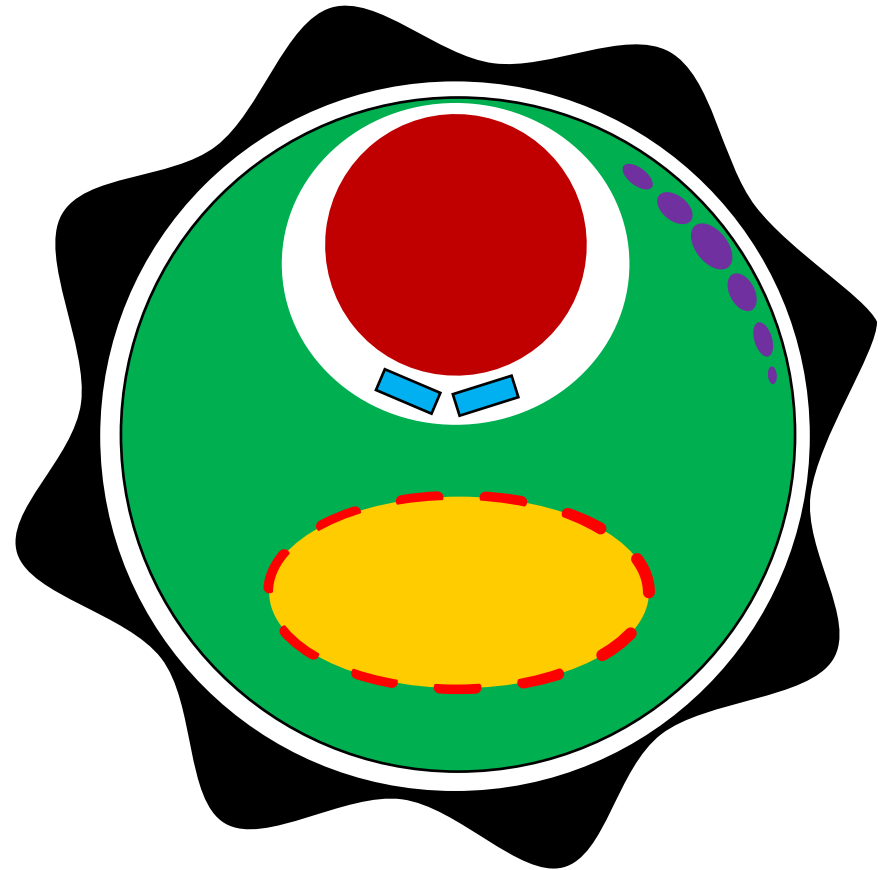
# *Neovolvox determinatum*

Сперматогоний



# *Neovolvox determinatum*

## Начальная детерминация



Зигоспора

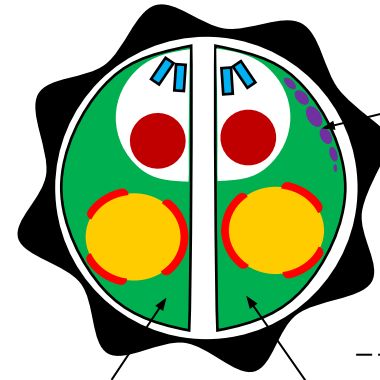
- *Neovolvox determinantum* – обитатель мелких, пересыхающих водоемов, переносящий неблагоприятные условия на стадии зигоспоры
- Стигма зигоспоры, улавливая достаточное количество света начинает активацию теломеров, отвечающих за количество клеточных делений
- Заканчивается стадия активации теломеров после мейоза I зигоспоры
- К мембране зигоспор прикреплены и удерживаются цитоскелетом ингибиторы клеточной инверсии, попадающие в определенные клетки

# *Neovolvox determinatum*

## Цикл развития

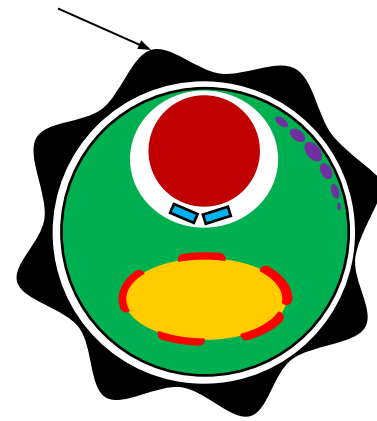
$n \sim$  КОЛ-ВО СВЕТА

Проинволюкрум



СТИГМА

Мейоз - I



Зигоспора

$2^{n+3}$  клеток,  
стадия инверсии

фотосинтезирующая

Про-  
двигательная

$2^n$  клеток,  
стадия инверсии

Н-инв

Инв

+ синтез стигмы

Прогаметангий

Инв

Н-инв

Партеногонидий

Двигательная

Фотосинтезирующая

СТИГМА

Сперматогоний

Оогоний

Инв – клетка инвертируется за счет кинезина InvA

Н-инв – в мембрану встроены ингибиторы InvA, клетка не инвертируется

Запасающая

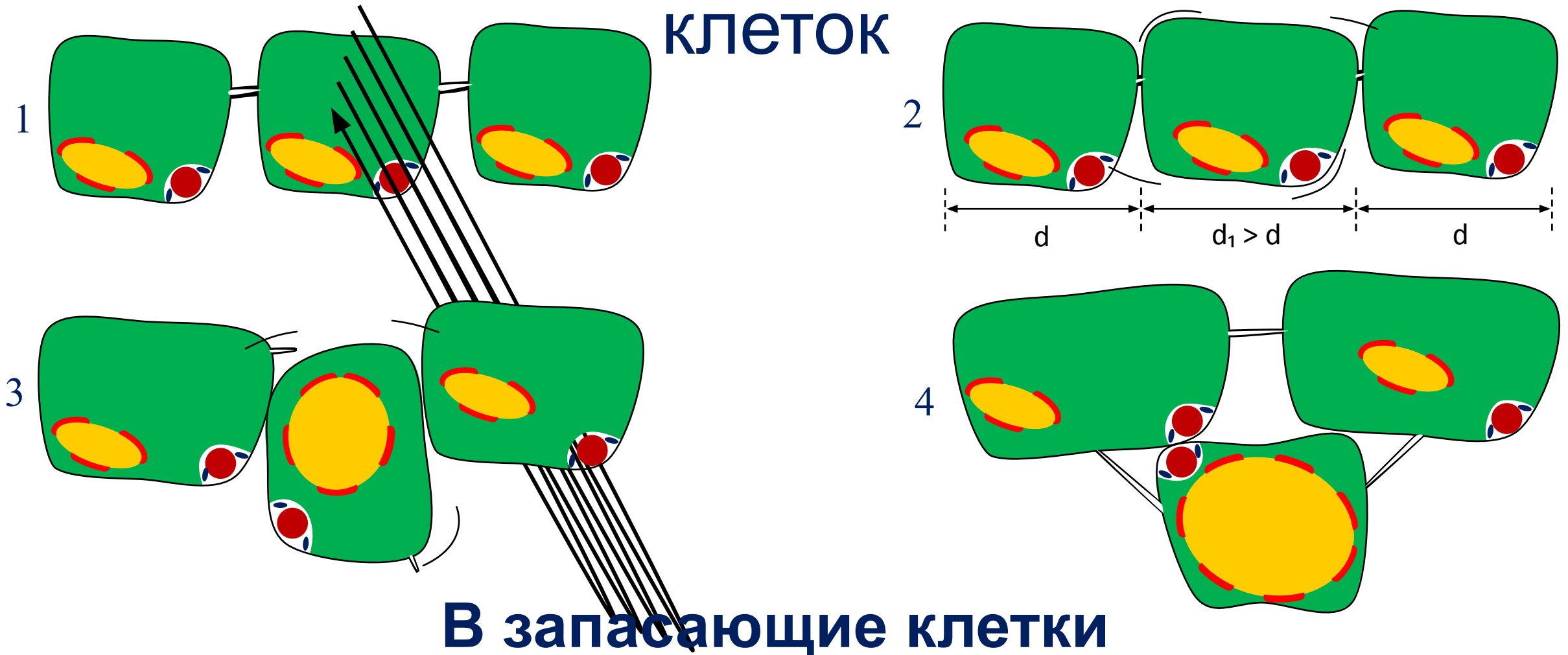
Сперматозоид

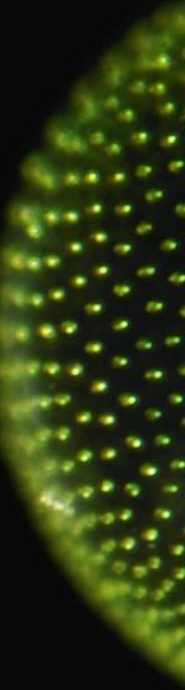
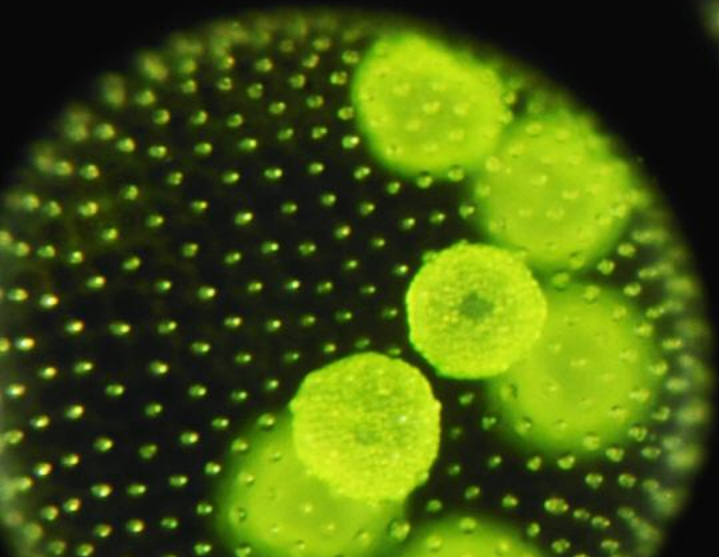
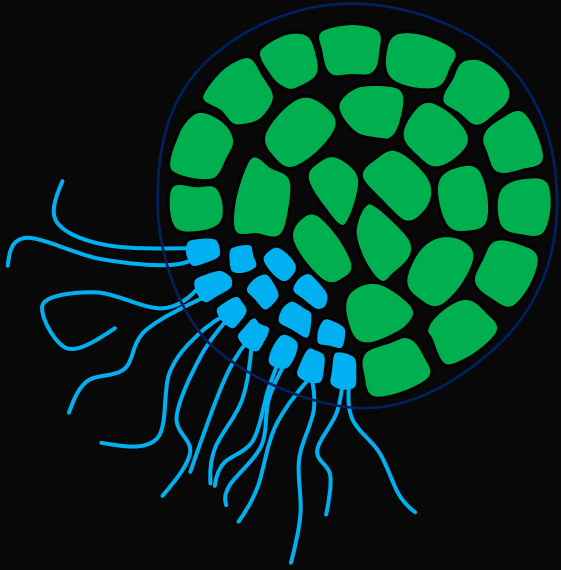
Ооцит



# *Neovolvox determinatum*

## Дифференциация фотосинтезирующих





**Спасибо за  
внимание!**

# СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- 1) «Вольвокс»: [worldofschool.ru/biologiya/stati/botanika/rast/niz/vod/zhel/hlorofic/volvoks/volvoks](http://worldofschool.ru/biologiya/stati/botanika/rast/niz/vod/zhel/hlorofic/volvoks/volvoks)
- 2) «Детерминативный и регулятивный типы развития»: [activestudy.info/determinativnyj-i-regulyativnyj-tipy-razvitiya](http://activestudy.info/determinativnyj-i-regulyativnyj-tipy-razvitiya)
- 3) «Детерминация и дифференцировка клеток тканей»: [studopedia.ru/5\\_103753\\_determinatsiya-i-differentsirovka-kletok-tkaney.html](http://studopedia.ru/5_103753_determinatsiya-i-differentsirovka-kletok-tkaney.html)
- 4) «Дифференциация клеток. Детерминация клеток. Клеточная гибель. Понятие о диффероне»: [meduniver.com/Medical/gistologia/41.html](http://meduniver.com/Medical/gistologia/41.html)
- 5) «Зародыш растений»: [medbiol.ru/medbiol/botanica/001305af.htm](http://medbiol.ru/medbiol/botanica/001305af.htm)
- 6) «Основы альгологии и микологии», А. Г. Охупкин, Нижний Новгород: «Издательство Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского», 2010
- 7) «Проблема смерти и бессмертия», И. И. Шмальгаузен, М.: «Главлит», 1926
- 8) «Прогрессивная детерминация клеток в течение гаструляции»: [medbiol.ru/medbiol/genetic\\_sk/00027415.htm](http://medbiol.ru/medbiol/genetic_sk/00027415.htm)
- 9) «Развитие зародыша»: [animals-world.ru/razvitie-zarodysha](http://animals-world.ru/razvitie-zarodysha)
- 10) «Регулятивное и мозаичное развитие»: [doklad-referat.ru/Регулятивное\\_и\\_мозаичное\\_развитие](http://doklad-referat.ru/Регулятивное_и_мозаичное_развитие)
- 11) «Регуляция онтогенеза» [yamedik.org/?p=11&c=biologiya/bio\\_ru\\_mar](http://yamedik.org/?p=11&c=biologiya/bio_ru_mar)
- 12) «Типы онтогенеза»: [jbio.ru/tipy-ontogeneza](http://jbio.ru/tipy-ontogeneza)
- 13) Ультраструктура *Chlamydomonas pseudopertusa* (Chlamydomonadaceae, chlorophyta)», О. Н. Болдина, «Ботанический журнал», т. 85, №4, 2000
- 14) «Экзамен по биологии развития»: [studfiles.ru/preview/3115109](http://studfiles.ru/preview/3115109)
- 15) «Этапы развития растений»: [bibliotekar.ru/7-selskohozyaystvennye-zhivotnye/21.html](http://bibliotekar.ru/7-selskohozyaystvennye-zhivotnye/21.html)



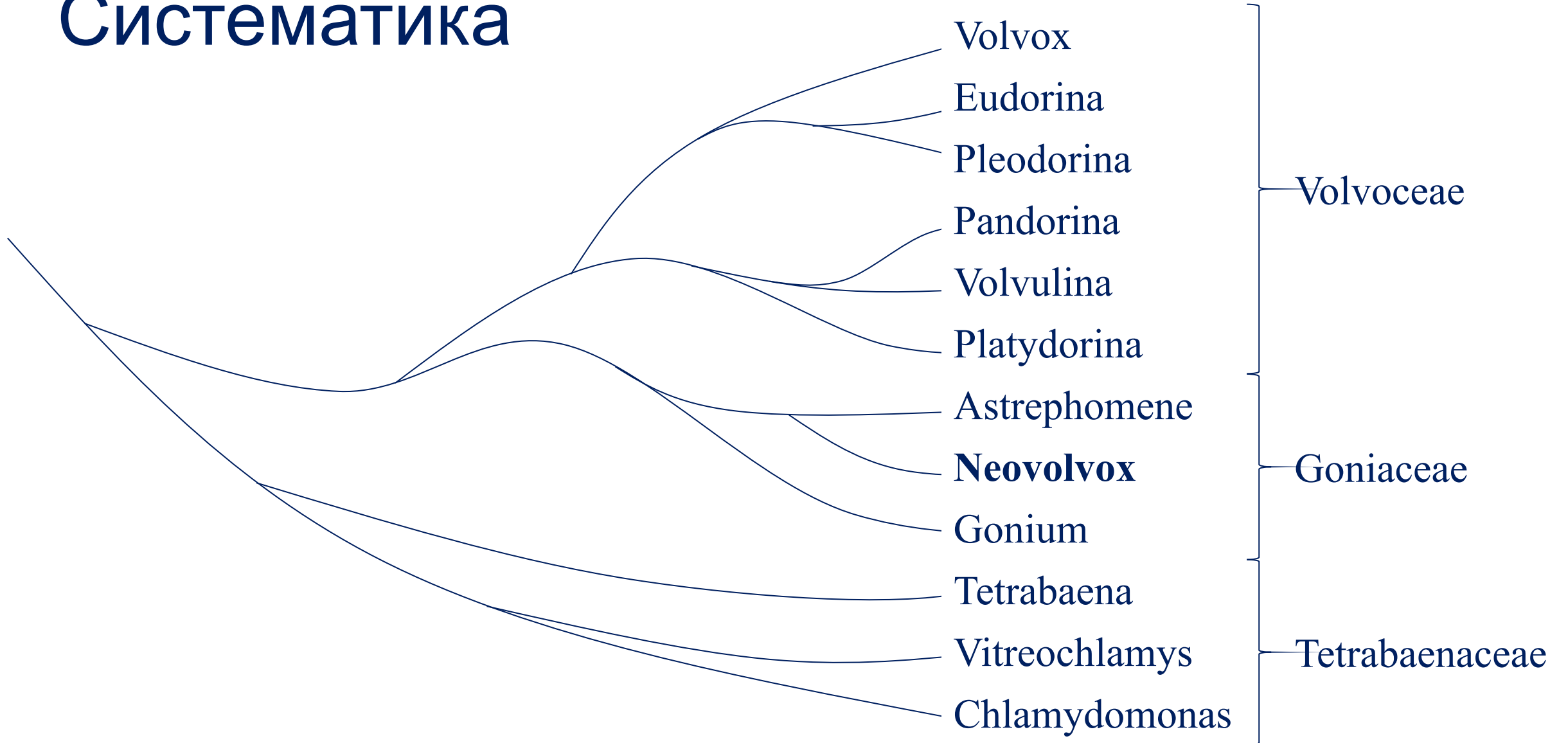
# СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- 16) «Alternative evolution of a spheroidal colony in volvocine algae: developmental analysis of embryogenesis in *Astrephomene* (Volvocales, Chlorophyta)», Hisayoshi Nozaki et al., 2016, PMID: 5103382
- 17) «Cell shape changes and the mechanism of inversion in *Volvox*», G. I. Viamontes & D. L. Kirk, PMID: 2111588, 1977
- 18) «Costs and trade-offs of grazer-induced defenses in *Scenedesmus* under deficient resource», Xuexia Zhu & oth.; Scientific Reports 6, Article number: 22594, 2016
- 19) «Distinct shape-shifting regimes of bowl-shaped cell sheets – embryonic inversion in the multicellular green algae *Pleodorina*», S. Höhn & A. Hallmann, PMID: 5062935, 2016
- 20) «Mitosis, cytokinesis and colony formation in the colonial green alga *Astrephomene gubernaculifera*», H. J. Hoops & G. L. Floyd, «British Phycological Journal», vol 17, is. 3, 1982
- 21) «Morphogenesis in the family Volvocaceae: different tactics for turning an embryo right-side out», A. Hallmann, «Protist», vol. 157, is. 4, 2006
- 22) «Squirmers with swirl: a model for *Volvox* swimming», T. J. Pedley, D. R. Brumley & R. E. Goldstein, PMID: 5070036, 2016
- 23) «The *Chlamydomonas* cell cycle», F. R. Cross & J. G. Umen, PMID: 4409525, 2015
- 24) «The sexual cycle and intercrossing in the genus *Astrephomene*», A. E. Brooks, «Eukariotik biology», vol. 13, is. 2, 1966
- 25) «There is more than one way to turn a spherical cellular monolayer inside out: type B embryo inversion in *Volvox globator*», S. Höhn & A. Hallmann, PMID: 3324393, 2011
- 26) «Ultrastructure and development of the flagellar apparatus and flagellar motion in the colonial green alga *astrephomene gubernata*», H. J. Hoops & G. L. Floyd, «Cell Sci», vol. 63, 1983



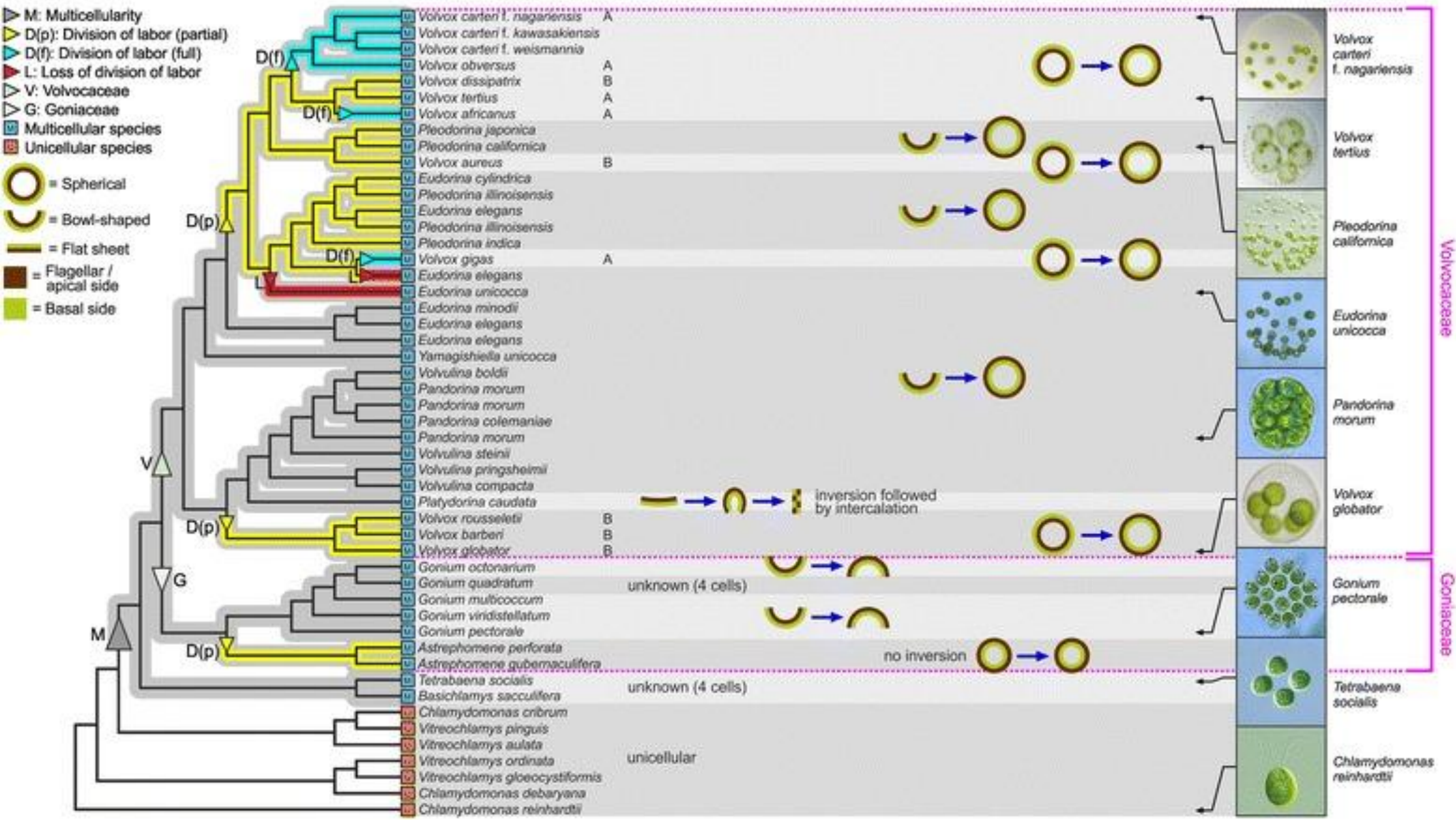
# *Neovolvox determinatum*

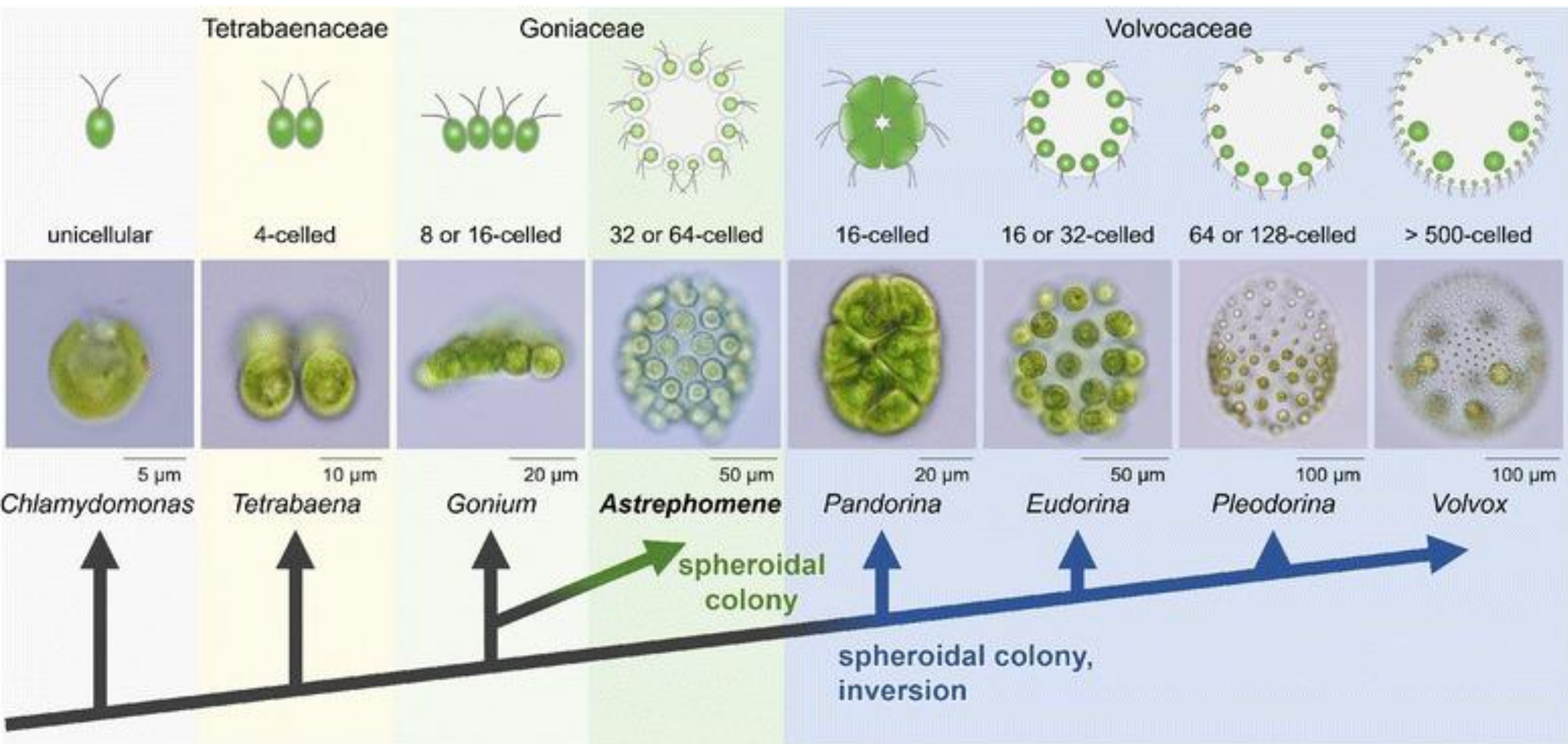
## Систематика



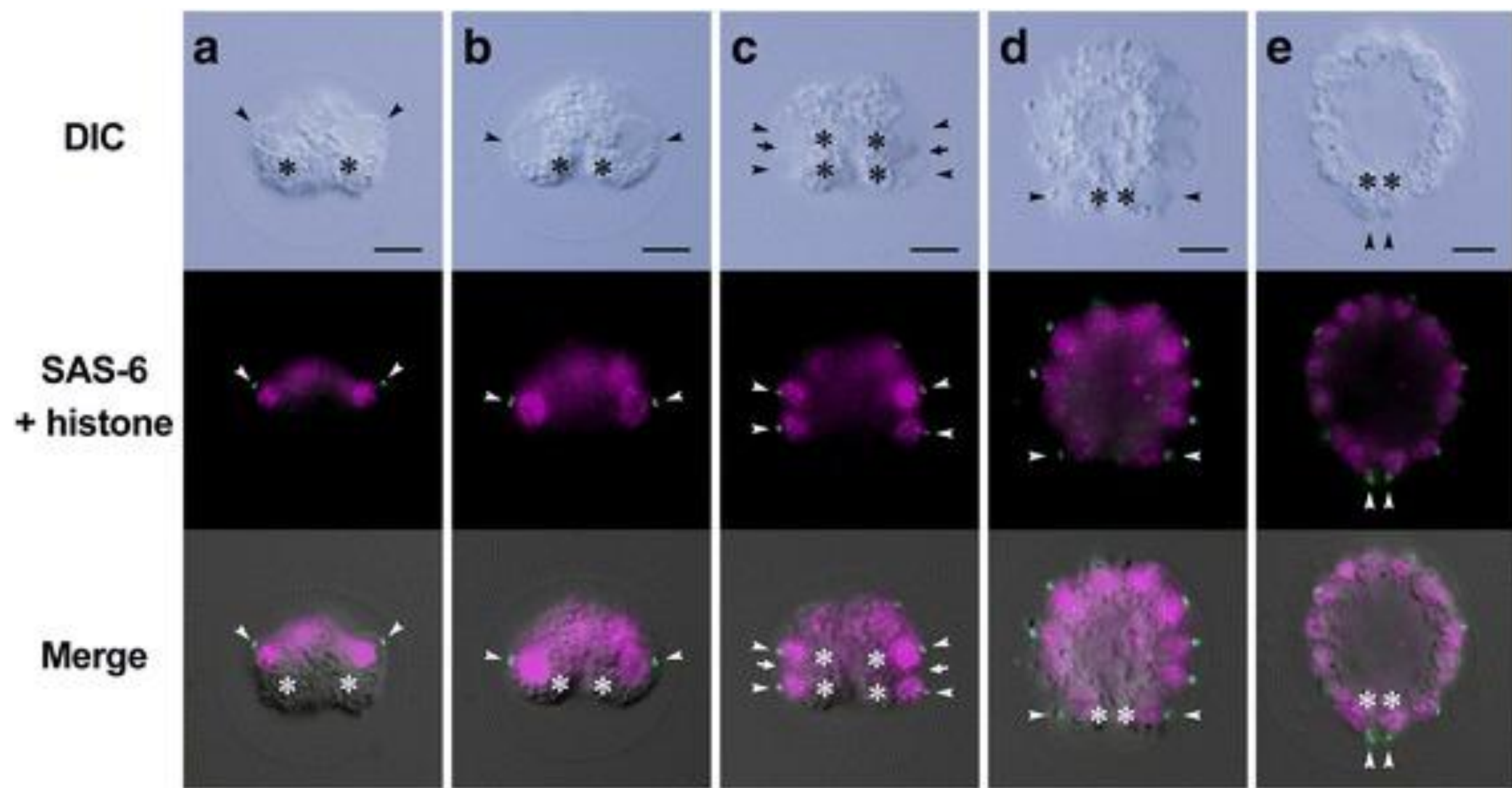
Cell sheet configuration right after cleavage (before inversion) → Adult cell sheet configuration (after inversion)

increase in complexity of inversion

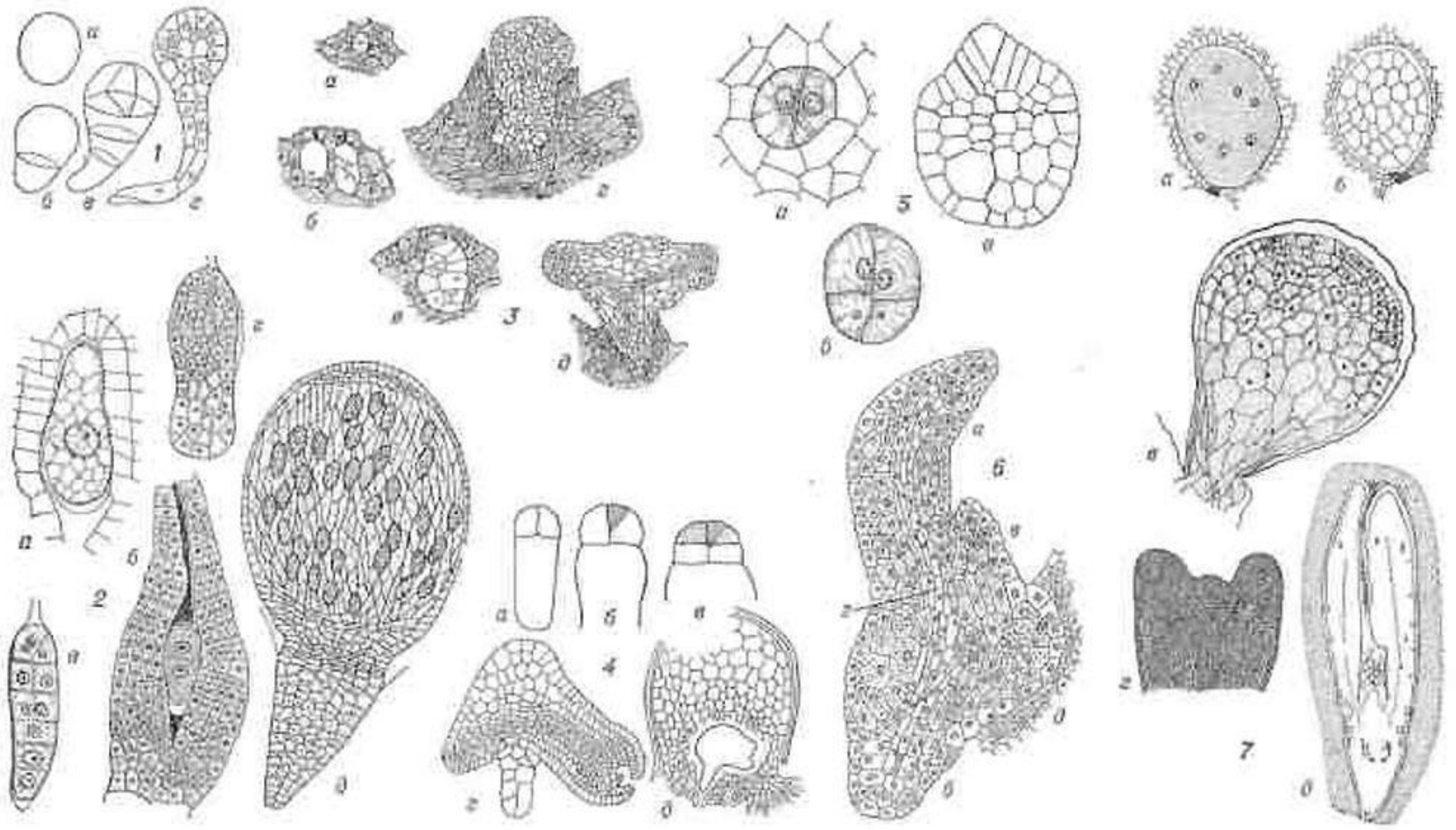


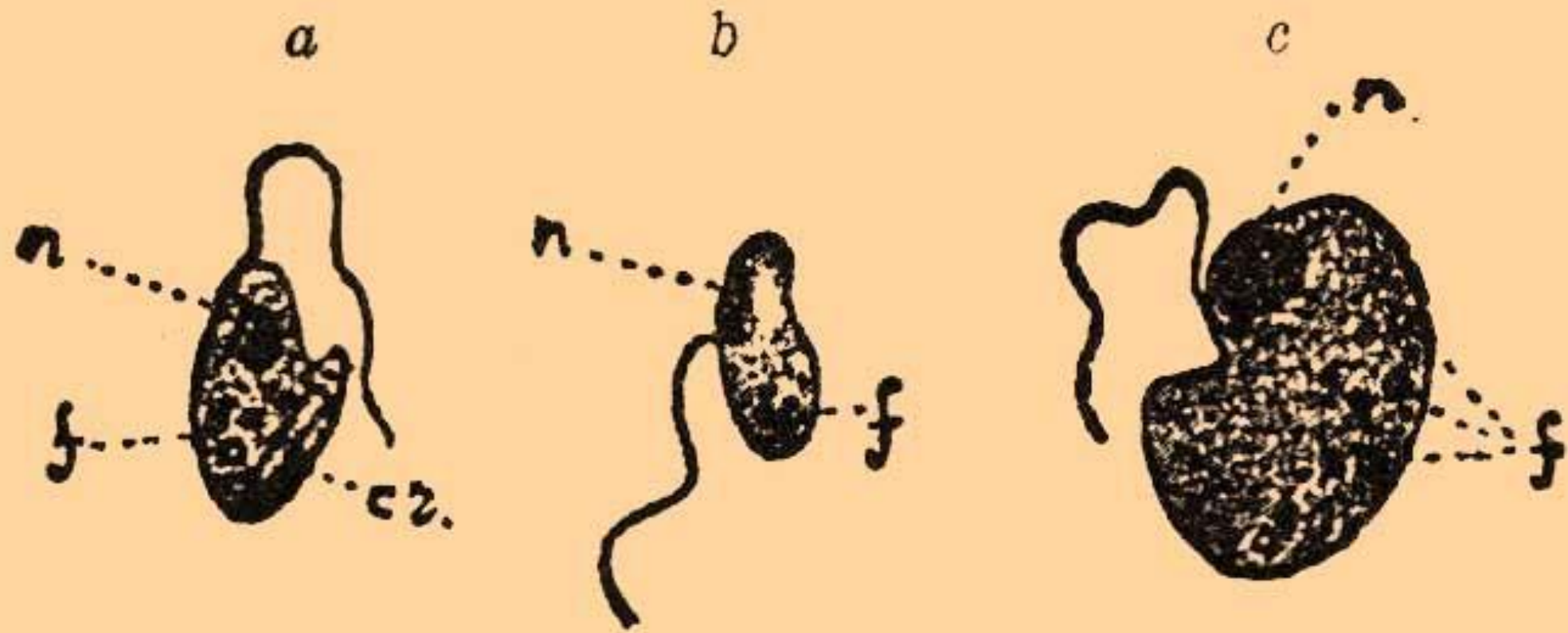












Фиг. 3. Зооспоры или блуждающія споры радіолярій;  
*a*—анизоспора; *b* и *c*—изоспоры (*b*—микроспора, *c*—  
макроспора); *n*—ядро; *f*—капли жира; *cr*—кристалликъ.

