

# МЕТАЗОА

Многоклеточные гетеротрофные подвижные эукариоты, тело которых состоит из многих клеток и их производных. В теле Metazoa клетки дифференцированы. Специализируясь на выполнении определенной функции, клетки утрачивают способность выполнять иные функции и тем самым ставятся в зависимость от других клеток.

Предками многоклеточных были колониальные простейшие. Первая дифференцировка клеток у самых примитивных Metazoa была связана с разделением клеток на две группы – клетки, выполняющие функцию движения (*кинобласт*) и клетки, выполняющие функцию питания (*фагоцитобласт*).



# Характеристика многоклеточных

## I. Клеточный состав

тело складывается  
из многих клеток



ТИХОХОДКИ  
КОЛОВРАТКИ  
НЕМАТОДЫ  
*тело состоит из  
небольшого, постоянного  
количества клеток*

**ЭВТЕЛИЯ** – состояние, при котором клетки взрослой особи не делятся, т.е. число их постоянно (обычно невелико), а рост тела происходит за счет увеличения размеров клетки

в теле  
ЧЕЛОВЕКА  
 $10^{12}$  клеток



клетки  
дифференцированы

Первично одинаковые клетки отличаются друг от друга, как по строению, так и по функциям. Специализированные клетки не способны к самостоятельному существованию.

Специализированные клетки образуют новые структурные единства — **ткани**. Комплексы тканей в свою очередь образуют высшую категорию — **органы**, совместная и слаженная функциональная деятельность которых составляет **систему органов**, например костно-мышечную. Комплекс таких систем, связанных функционально, образует **организм**.

количество разных типов клеток в теле многоклеточного не  
одинаково

моноцилиарная клетка –  
наиболее примитивный тип соматической клетки



моноцилиарная  
= одножгутиковая

изменения организации клеток

**полимеризация** – увеличение количества органоидов (органов) в одной клетке  
**олигомеризация** – слияние аналогичных органоидов (органов) в одной клетке



## II. Ткани и внеклеточный матрикс

### Два основных типа тканей

(у низших многоклеточных других типов тканей нет)

#### Эпителиальная ткань

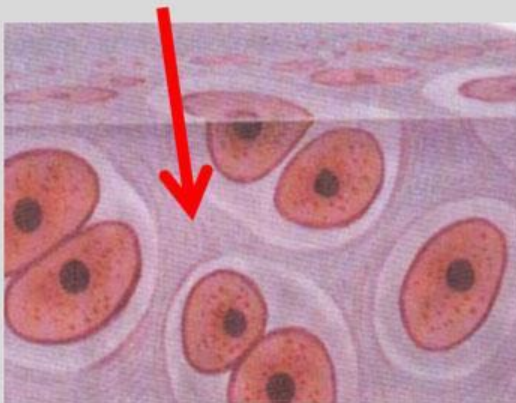
Образует слой, покрывающий тело животного или выстилающий внутреннюю полость (полости). Наружный эпителий - эпидермис.

#### Соединительная ткань

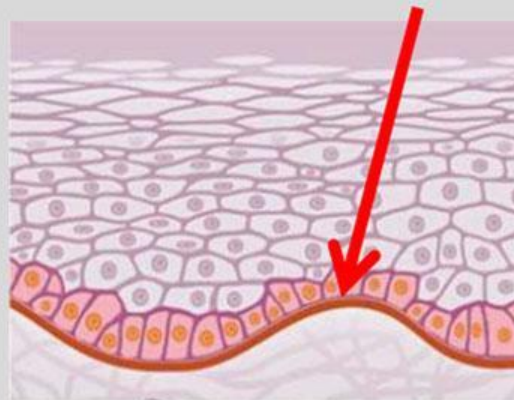
«Вспомогательная» ткань не отвечающая непосредственно за работу какого-либо органа или системы органов. Выполняет опорную, защитную и трофическую функции.

Внеклеточный матрикс - продукт выделения клеток

#### Межклеточное вещество



#### Базальная пластинка



расположена на базальной («нижней», внутренней) поверхности клеток эпидермиса

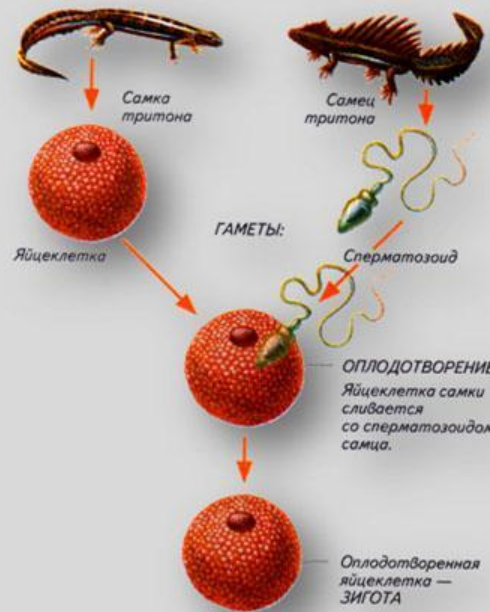
#### Кутикула



расположена на апикальной («верхней», наружной) поверхности клеток эпидермиса



### III. Размножение



Яйцеклетка многоклеточных имеет отчетливую анимально-вегетативную полярность.

Анимальный полюс яйцеклетки соответствует бывшему месту расположения жгутика и микроворсинок. Зрелые яйцеклетки практически всегда шарообразны. Важной характеристикой яйцеклеток является наличие или отсутствие желтка и его распределение по яйцеклетке.

### IV. Онтогенез

Онтогенез - это вся совокупность преобразований особи от зарождения (оплодотворение яйцеклетки, отделение организма от материнского в ходе вегетативного размножения, деление одноклеточной материнской особи) до конца жизни (смерть или новое деление).

#### этапы онтогенеза

пред-зародышевый гаметогенез и оплодотворение	зародышевый (эмбриональный) от оплодотворения до выхода организма из яйцевых и/или зародышевых оболочек	послезародышевый (пост-эмбриональный) до достижения половой зрелости	взрослое состояние  до окончания онтогенеза
--	---	---	--

#### типы онтогенеза

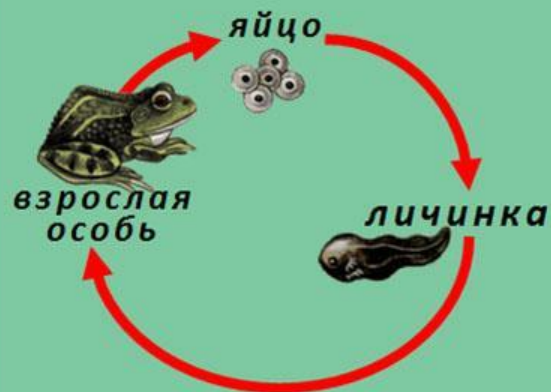
личиночный короткое зародышевое развитие из яйца выходит личинка	яйцекладный зародыш развивается внутри яйца личиночная стадия отсутствует	внутриутробный оплодотворенные яйца развиваются в яйцеводах матери личиночная стадия отсутствует
--	---	---



## V. Жизненные циклы многоклеточных

Жизненный цикл – совокупность всех фаз развития

**Жизненный цикл с метаморфозом**  
(включает развитие одного поколения; личиночный онтогенез)



**Простой жизненный цикл**  
(яйцекладный и внутриутробный типы онтогенеза)

*Ювенильная форма постепенно приобретает признаки взрослой особи (прямое развитие)*



**Жизненный цикл с чередованием поколений**

(от исходной формы до нового появления исходной формы ("от яйца до яйца") сменяют друг друга разные генерации, каждая из которых имеет свой онтогенез)



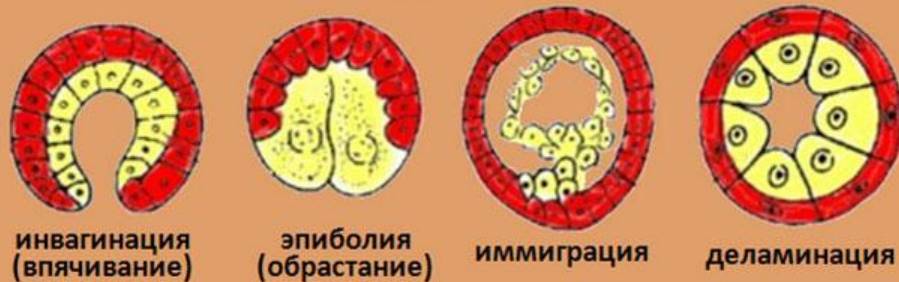
## VI. Зародышевое развитие

Зародышевый этап развития включает дробление яйца на бластомеры, последующую их дифференциацию, интеграцию и рост частей развивающегося организма

На основе ряда существенных характеристик (степень детерминированности, полнота, равномерность и симметрия деления) выделяют ряд типов дробления.

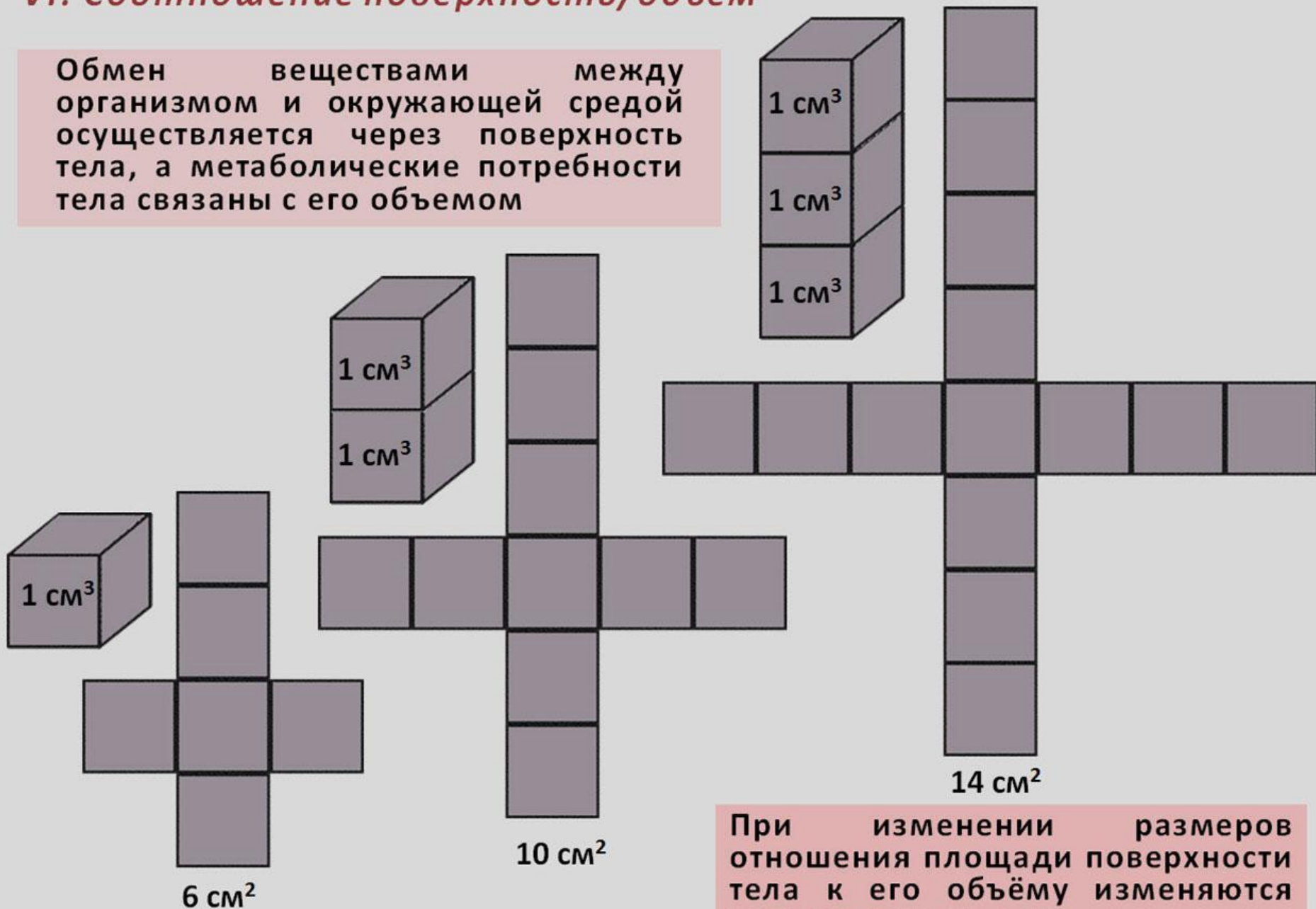


гастроуляция



## VI. Соотношение поверхность/объем

Обмен веществами между организмом и окружающей средой осуществляется через поверхность тела, а метаболические потребности тела связаны с его объемом



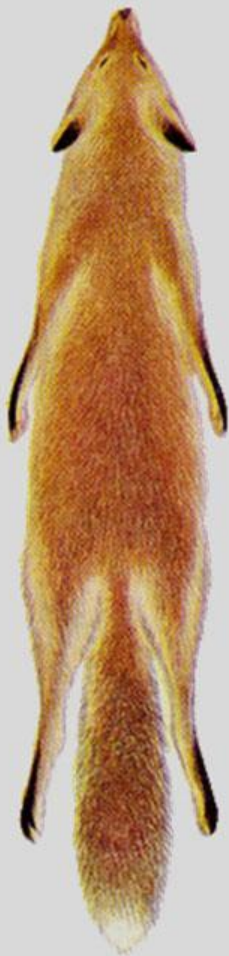
При изменении размеров отношения площади поверхности тела к его объёму изменяются непропорционально



## Правило Бергмана

**«Размер тела теплокровных животных в холодном климате больше, чем в теплом».**

*Казалось бы, странно: большое тело должно сильнее мерзнуть. На самом деле получается наоборот*



Анадырь



Камчатка



окр. Москвы



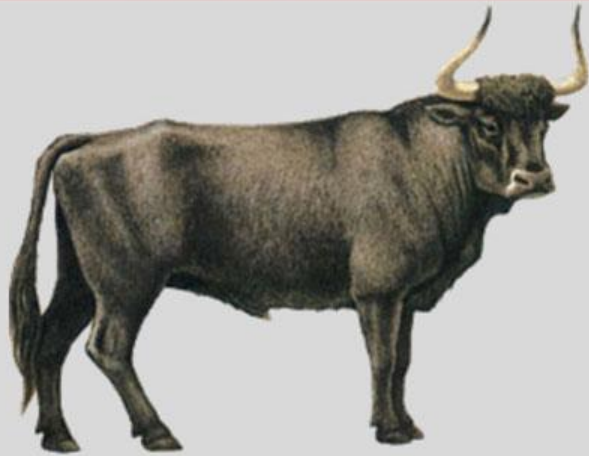
Актюбинск



Ашхабад

# Что будет если:

уровень обмена веществ у быка искусственно изменить и сделать его таким, как у мыши?



температура поверхности тела быка будет выше точки кипения

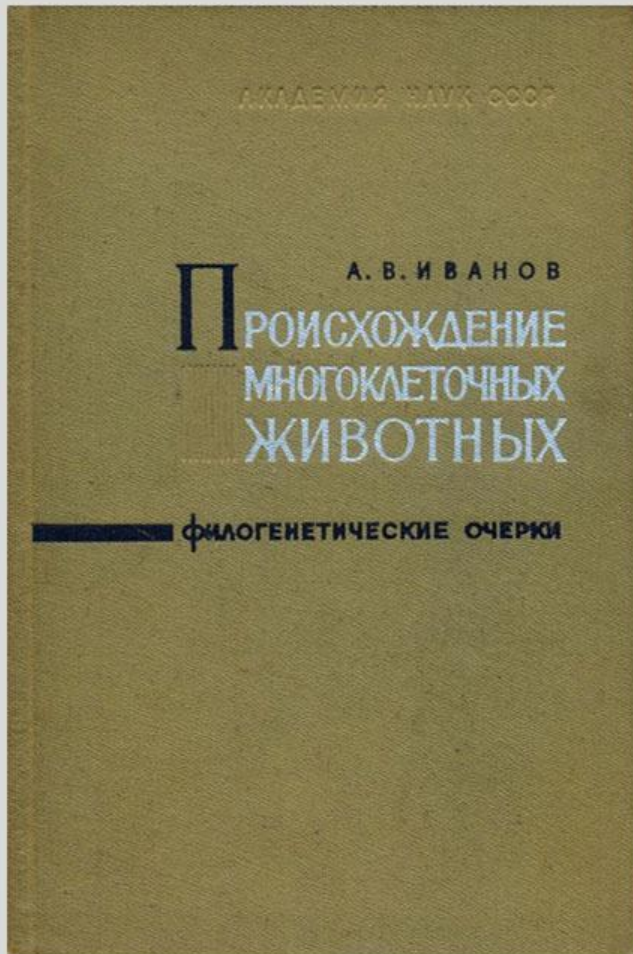
уровень обмена веществ у мыши искусственно изменить и сделать его таким, как у быка?



для сохранения нормальной температуры тела толщина волосяного покрова должна увеличиться на 20 см.



# ПРОИСХОЖДЕНИЕ МЕТАЗОА



Проблема происхождения многоклеточных животных представляет интерес не только для зоологии, но имеет большое общебиологическое значение.

Многоклеточность представляет ту морфо-анатомическую основу, на которой формируется колоссальное разнообразие планов строения, жизненных форм и эволюционных потенций. Таким образом, знание путей и причин формирования многоклеточности у животных является ключом к пониманию многих важных зоологических и общебиологических вопросов.



# Гипотезы происхождения Metazoa

## Классификация гипотез происхождения Metazoa

I. *Metazoa* произошли от доклеточных предков. Клеточная структура *Protozoa* и *Metazoa* развилась независимо. Аверинцев, 1910; Заварзин, 1945.

A. *Metazoa* произошли от многоклеточных растений независимо от *Protozoa*.

Гипотеза Архичитологуса (Franz, 1919, 1924); гипотеза «Первобытного полипа» (Hardy, 1953).

1) Предками *Metazoa* были многоядерные простейшие. (Гипотезы целлюляризации, гипотезы неколонииально-го происхождения *Metazoa*).

- a. *Metazoa* произошли от «плазматических существ». Тихомиров, 1887.
- б. Первобытные *Salinella*-образные *Metazoa* произошли от инфузорий. Delage, 1896.
- в. *Metazoa* произошли от аутотрофных жгутиконосцев с трихоцистами. Флагеллярно-гастрейная гипотеза (Chadefoud, 1936).
- г. Первобытные турбелляриеобразные *Metazoa* произошли от инфузорий. Jhering, 1877; Kent, 1880—1882; Sedgwick, 1886, 1887; плазмодиальная гипотеза (Steinböck, 1937, 1958a, 1963a); полиэнергидная гипотеза (Hadži, 1944, 1963; Pax, 1954; Hanson, 1958, 1963).

2) Предками *Metazoa* были колонии простейших. (Гипотезы колониального происхождения *Metazoa*, интеграционные гипотезы).

а. Первичные *Metazoa* были одиночными свободно-подвижными животными.

1. Предком *Metazoa* была *Gastraea*. Гипотеза Гастрей (Haeckel, 1872, 1874, 1875; Korschelt u. Heider, 1909; Lang, 1912; Heider, 1914; Северцов, 1934; Snodgrass, 1938; Ливанов, 1945; Remane, 1960); гипотеза Амфибластулы (Balfour, 1880—1881); гипотеза Метагастрей (Naef, 1931); гипотеза Билатерогастрей (Jägersten, 1955, 1959; гастрейно-целомическая гипотеза (Gutmann, 1966a).
2. Предком *Metazoa* была *Planula*. Гипотеза Планулы (Lankester, 1877).
3. Предком *Metazoa* была *Placula*. Гипотеза Плакулы (Bütschli, 1884; Хлопин, 1946).
4. Предком *Metazoa* была *Genitogastraea*. Гипотеза Генитогастрей (Заленский, 1886).
5. Предком *Metazoa* была *Phagocytella*. Гипотеза Фагоцителлы (Мечников, 1877a, 1886; Хлопин, 1959; Иванова-Казас и Иванов, 1967); планулоидная гипотеза (Huxley, 1940, 1942; Hand, 1959, 1963; Uchida, 1963).

б. Первичные *Metazoa* были седентарными колониальными животными.

1. Стадии метазойного жизненного цикла — половой процесс и бластулообразная личинка — появились после возникновения самих *Metazoa*. Гипотеза первичной колонии (Lameere, 1908, 1929).
2. Все стадии жизненного цикла *Metazoa* унаследованы от простейших. Гипотеза Синзооспоры (Захваткин, 1949); гипотеза первичной седентарности (Larsson, 1963).

II. *Metazoa* произошли от клеточных предков. Клеточная структура унаследована ими от предков.

Б. *Metazoa* произошли от протистов. (Протозойные гипотезы).



# Некоторые основные гипотезы происхождения Metazoa

## 1. Предками многоклеточных были колониальные простейшие

Гипотеза *гастреи* Э. Геккеля (1866)

Гипотеза *плакулы* О.Бючли (1884)

Гипотеза *фагоцителлы* И.И. Мечникова (1882)

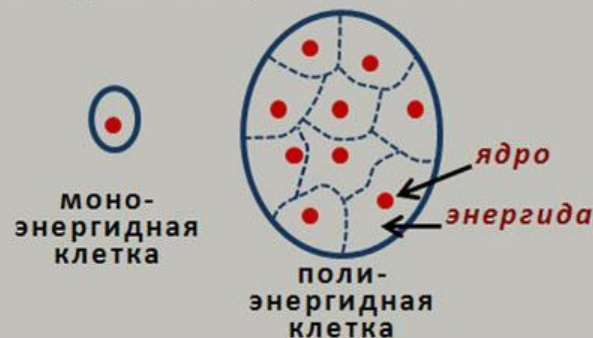
Гипотеза *фагоцителлы* А.В. Иванова (1967)

## 2. Предками многоклеточных были многоядерные простейшие

Гипотеза *целюляризации* (полиэнергидная гипотеза) И. Хаджи (1963)

### Полезные термины:

Энергида – ядро и окружающий его участок цитоплазмы



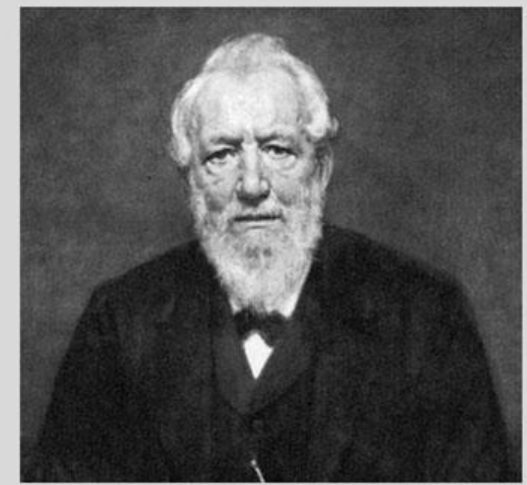
Симпласт- характеризуется отсутствием границ между клетками и расположением ядер в сплошной массе цитоплазмы. Симпластическое строение характерно для поперечно-полосатых мышечных волокон, некоторых простейших (инфузорий, фораменифер, многоядерных стадий развития малярийных плазмодиев).

Синцитий — тип ткани с неполным разграничением клеток, при котором обособленные участки цитоплазмы с ядрами связаны между собой цитоплазматическими мостиками.

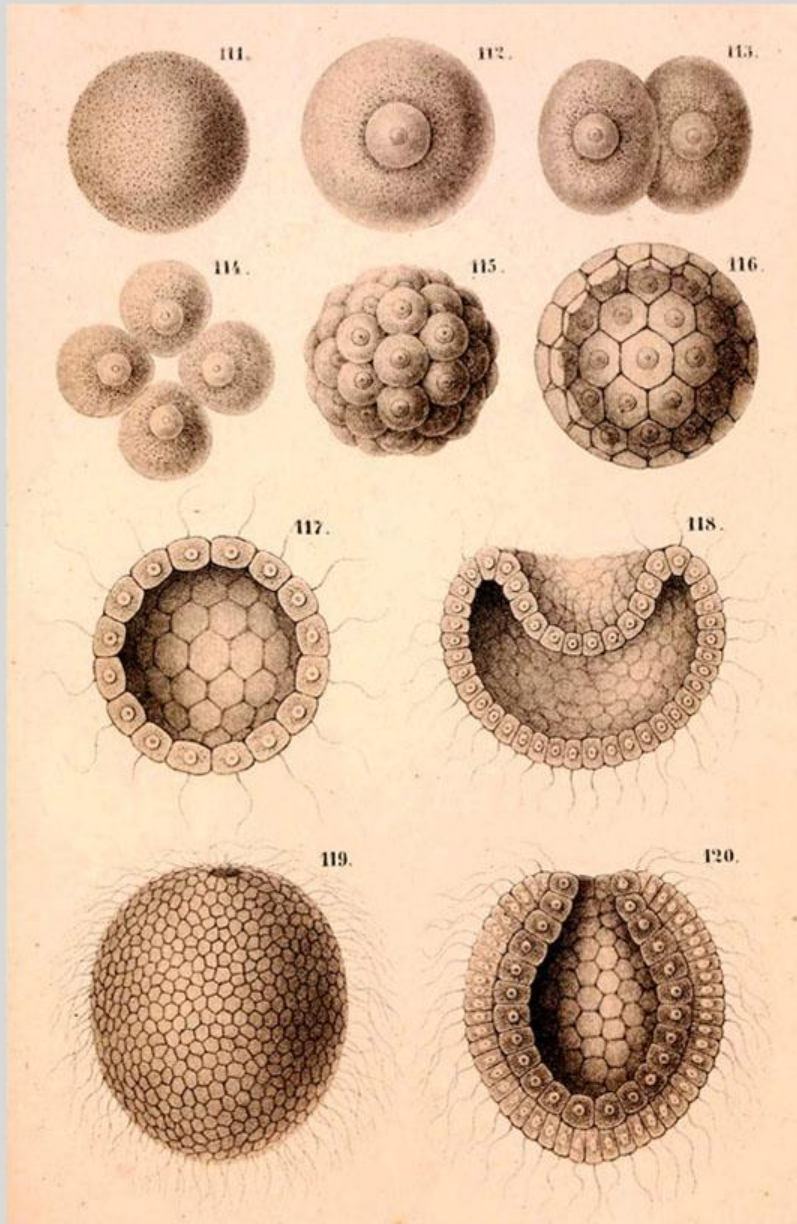
Целюляризация - переход от одноклеточного состояния к многоклеточному путем образования клеточных границ вокруг отдельных ядер и прилегающих к ним участков цитоплазмы.



## Гипотеза гастреи Э. Геккеля (1866)



Эрнст Геккель  
(1834-1919)



Согласно представлениям Э.Геккеля предковой формой многоклеточных была шаровидная колония жгутиконосцев. Начало дифференцировке клеток было положено процессом перемещения (впячивания) половины клеток сферической колонии во внутрь другой половины. Таким путем сформировался двуслойный организм, у которого имелась кишечная полость, где проходило переваривание пищи. Такой гипотетический организм ("гастрея") стал предком всех многоклеточных животных. Организация гастреи соответствует организации низших двуслойных животных - кишечнополостных.

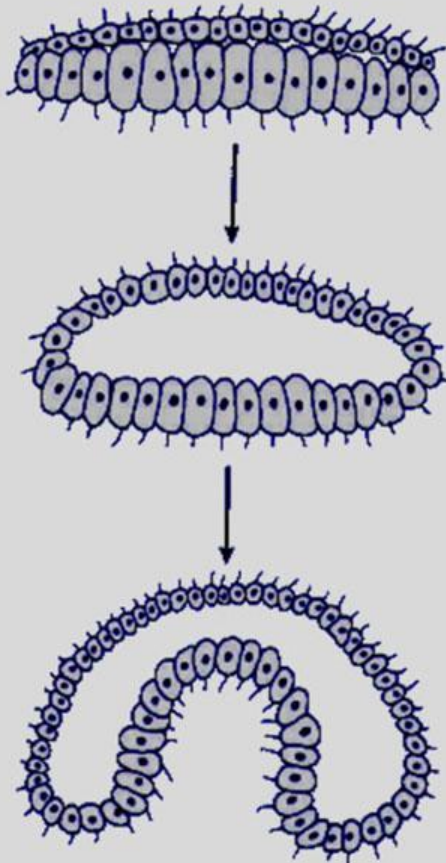


## Гипотеза плакулы О.Бючли (1884)

**Плакула** – тип бластулы в виде двухслойной пластинки из более или менее однородных клеток. Характерна для развития некоторых червей и асцидий.



**Отто Бючли  
(1848-1920)**



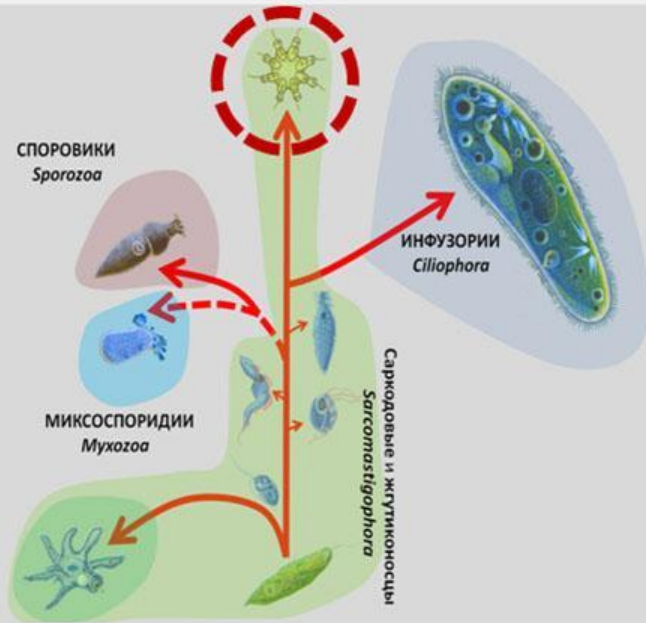
Согласно представлениям О. Бючли предковая форма Metazoa была представлена не шаровидной, а пластинчатой колонией жгутиконосцев, которая имела форму плотика. Такая колония приобрела двуслойное строение путем деления клеток в тангенциальной плоскости. Подобные существа ("плакулы") предположительно освоили внеорганизменное пищеварение. При освоении внеорганизменного пищеварения сформировался двуслойный организм чашевидной формы. Такой организм соответствует геккелевской "гастрее".

# Гипотеза фагоцителлы А.В. Иванова (1967)

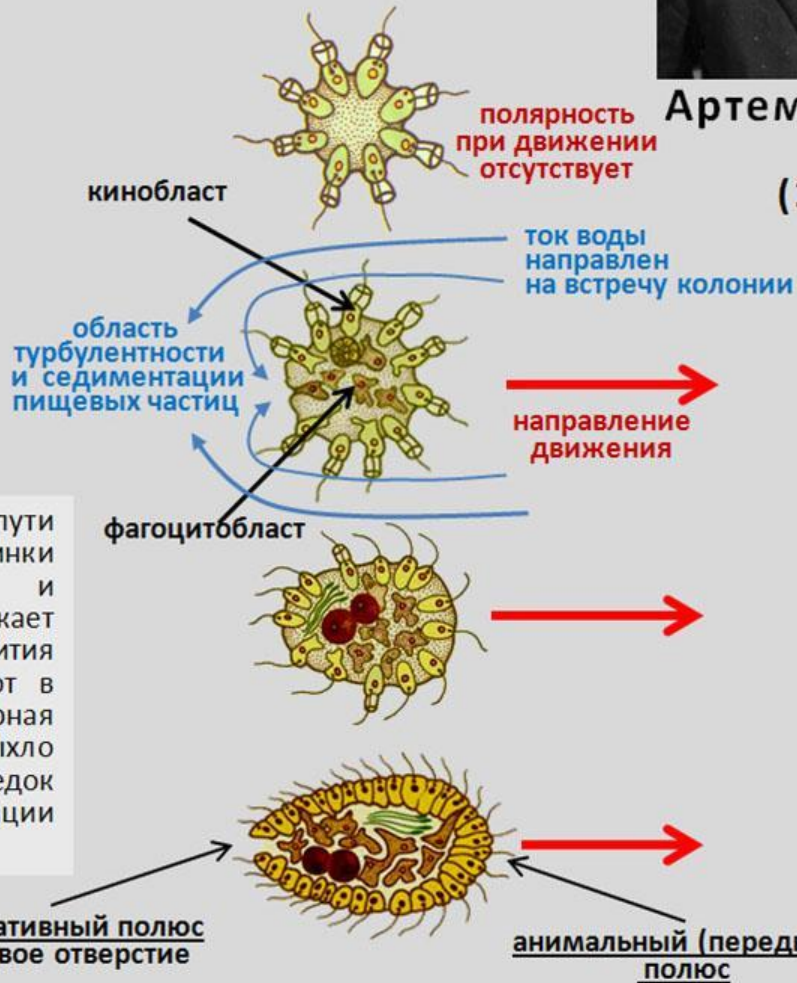


Артемий Васильевич  
Иванов  
(1906-1992)

А. В. Иванов внес существенное дополнение в гипотезу фагоцителлы И.И. Мечникова. По его мнению фагоцитела произошла не из бластулы, а из колониальных жгутиков форм.



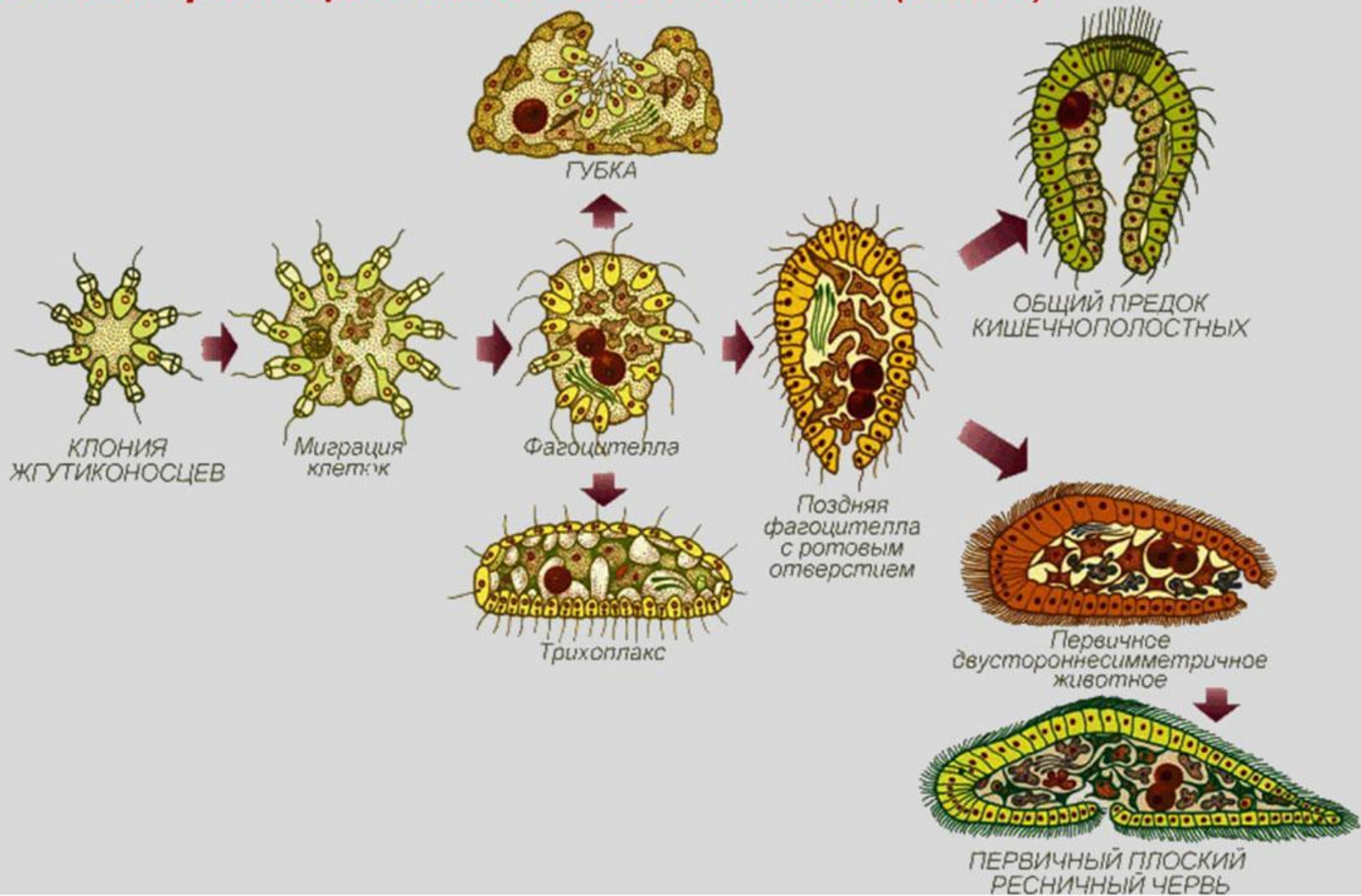
Образование  
анимального  
и вегетативного  
полюсов



Модельной группой для обоснования пути становления многоклеточности являются личинки паренхимулы, характерные для ряда губок и кишечнополостных. Паренхимула обычно возникает из бластулы. На определенном этапе развития отдельные клетки из стенки бластулы заползают в ее полость (мультиполярная или униполярная иммиграция), которая постепенно заполняется рыхло расположенными клетками. Гипотетический предок многоклеточных животных такой организации получает название "фагоцителла".

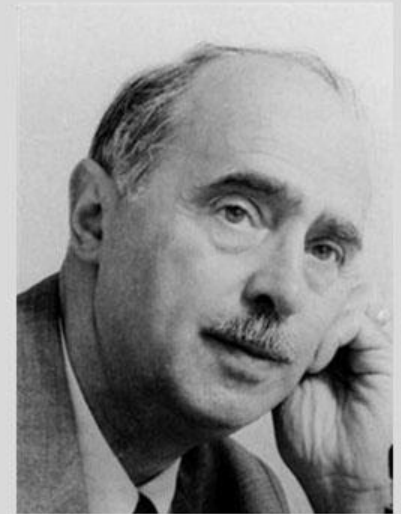
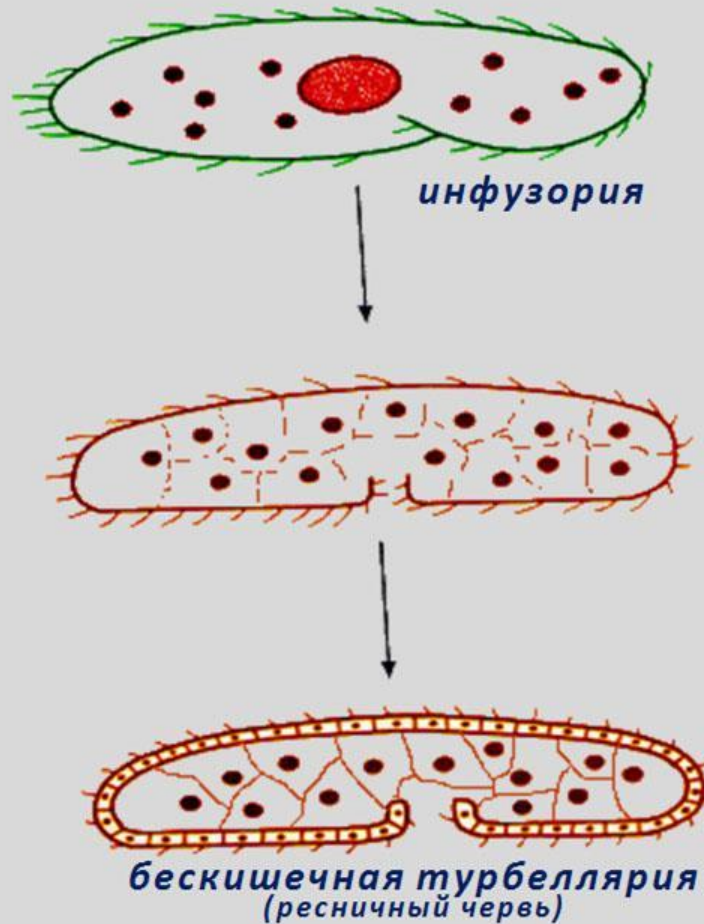


# Гипотеза фагоцителлы А.В. Иванова (1967)



Предполагается, что на раннем этапе эволюции многоклеточных фагоцителлы, не имеющие рта и питающие только за счет фагоцитоза, оседали на дно. Подчеркнем, что на этом этапе фагоцителлы имели сформированные кинобласт и фагоцитобласт. Формы, перешедшие к неподвижному образу жизни, дали начало губкам. Другие формы фагоцителл, осевшие на дно, освоили ползающий образ жизни, приобрели способность к внеорганизменному пищеварению и дали начало пластинчатым.

*Гипотеза целлюляризации (полиэнергидная гипотеза) И. Хаджи (1963)*



Иован Хаджи  
(1884-1972)

Многочелюстные животные возникли из одноклеточных полиэнергидных животных (типа инфузорий) путем образования клеточных границ вокруг ядер и прилегающих к ним участков цитоплазмы.



# Монофилетическое единство Metazoa

Все Metazoa обладают многими важными общими чертами, которые в совокупности свидетельствуют об их монофилетическом единстве

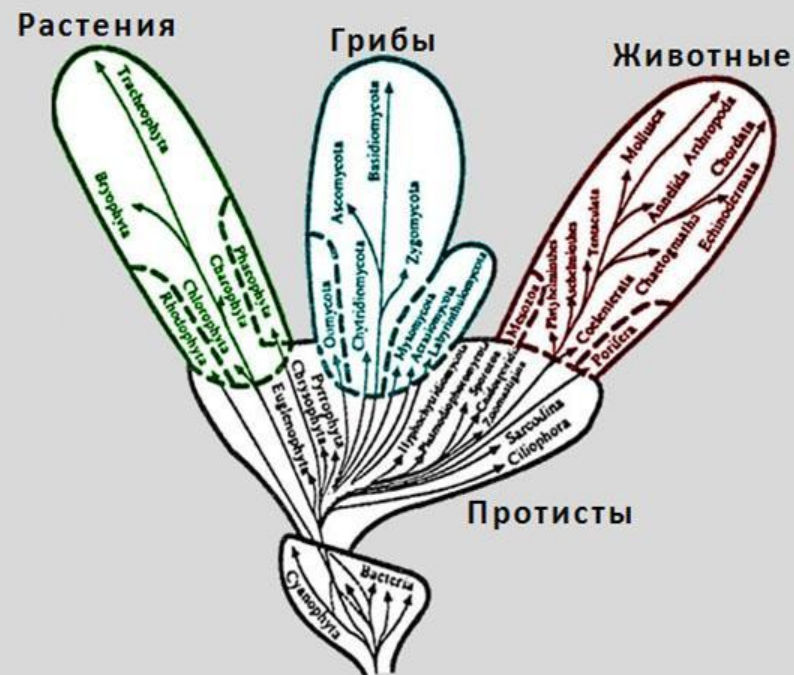
1. Однотипный жизненный цикл, состоящий из четырех периодов:
  - а) метагамного, палинтомического (период дробления),
  - б) метагамного, монотомического (период эмбриогенеза и роста),
  - в) прогамного, мейотического и
  - г) сингамного (период оплодотворения и образования зиготы). Мейоз предшествует образованию гамет; гаплоидны только гаметы, все остальные стадии жизненного цикла диплоидны.

2. Идентичность митоза.

3. Однотипность гаметогенеза и организации гамет.

4. Наличие гомологичных зародышевых листков со сходным перспективным значением.

5. Идентичность организации жгутиковых клеток там, где они известны.



Одна из схем пяти царств живого мира, допускающая полифилетическое происхождение разных групп многоклеточных

**Монофилия** – происхождение группы организмов от общего предка.

**Полифилия** - происхождение группы организмов от разных предков