

Зоол.бесп.Л.6.

Возникновение многоклеточности.

Признаки многоклеточного организма

Теории происхождения многоклеточных
ЖИВОТНЫХ.

Уровни биологической организации:

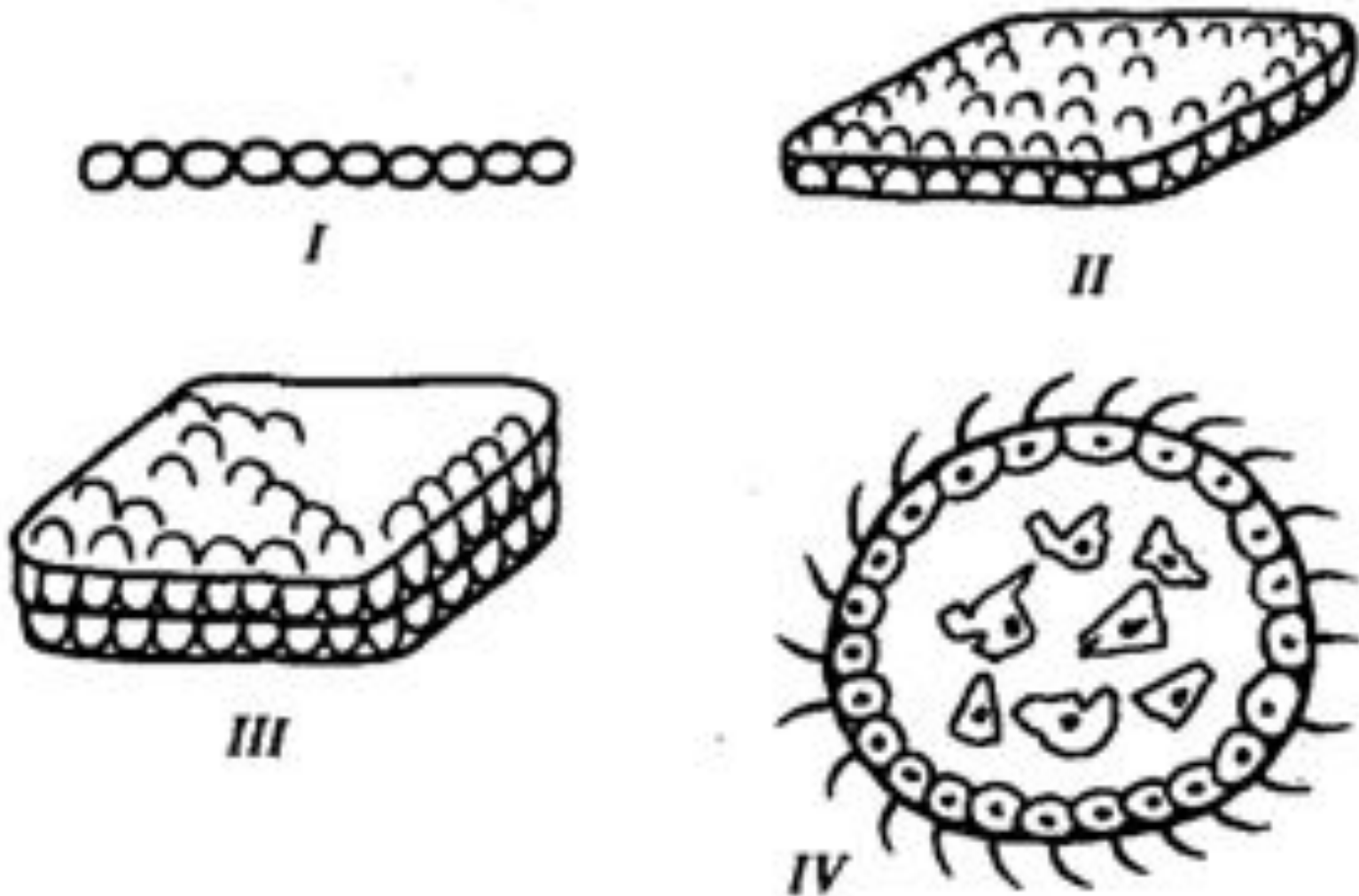
1. Доклеточный уровень:

органические соединения – объединение в коацерватные капли – сложные объединения – вирусы;

2. Клеточный уровень:

прокариоты – эукариоты – **одноклеточные (моно- и полиэнергидные) – колонии клеток (многоклеточные) – колонии одноклеточных организмов – *многоклеточные организмы: одиночные, колонии*** и популяции функционально разнокачественных особей одного вида – **разновидовые сообщества (формы симбиоза, биоценозы) – экосистемы** разного уровня.

однослойного пласта клеток, *III*—двуслойная колония клеток, *IV*—сферический многоклеточный организм с



Варианты объединения клеток в надклеточные образования:
I—нитевидная колония клеток, *II*—колония в виде однослойного пласта клеток, *III*—двуслойная колония клеток, *IV*—сферический многоклеточный организм с клетками разных типов

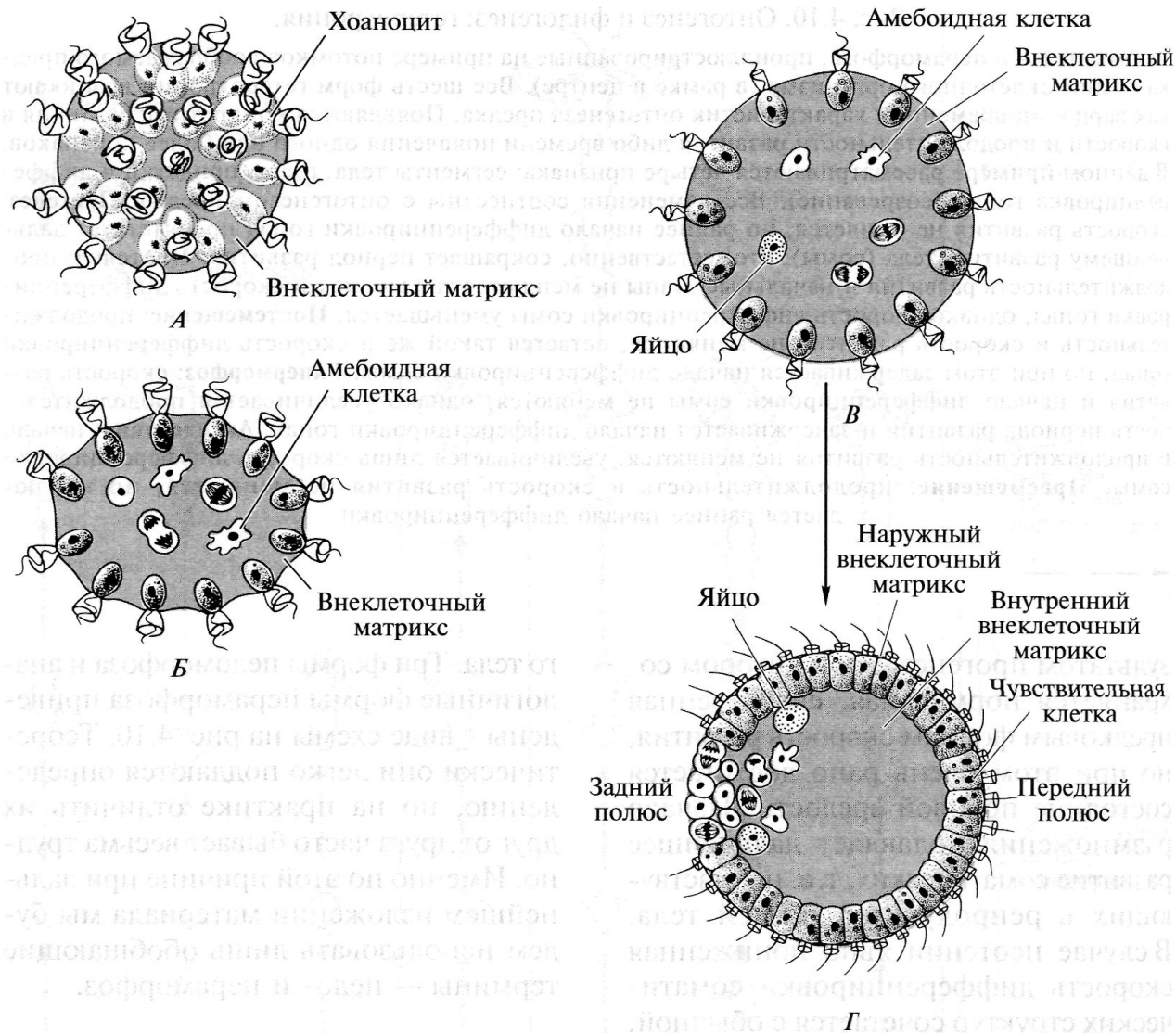
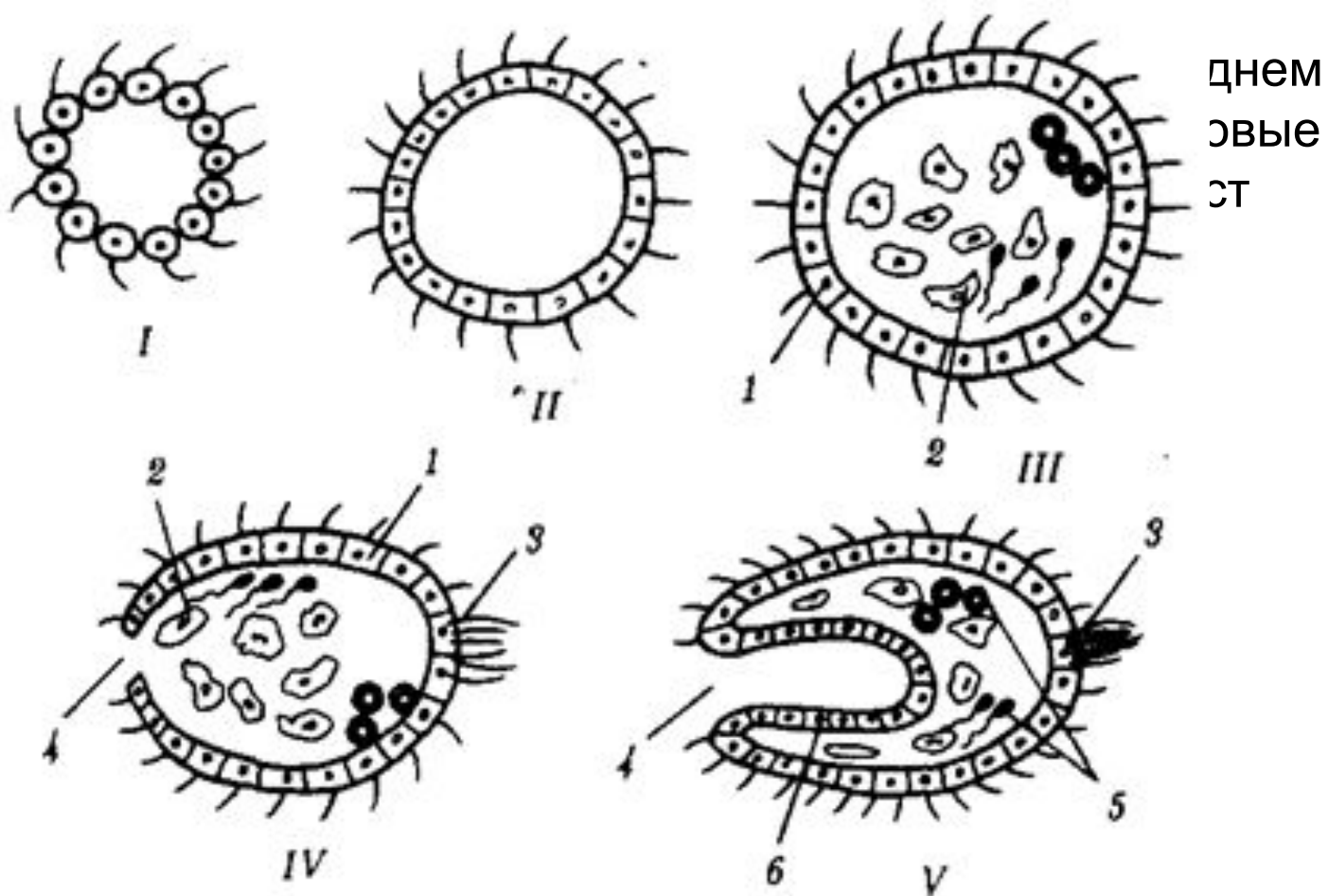


Рис. 4.11. Происхождение Metazoa, возникновение многоклеточных из колоний хоанофлагеллят:

А, Б — общий вид и срез колонии воротничкового жгутиконосца *Proterospongia haeckeli*; В — гипотетический преметазойный организм, реконструированный по образцу колоний воротничковых жгутиконосцев (А, Б); Г — гипотетический протометазойный организм, у которого уже произошла специализация клеток вдоль переднезадней оси. Клетки, расположенные на поверхности, тесно сближены и контактируют друг с другом, обеспечивая таким образом возможность физиологической регуляции* (см. примеч. ред. на с. 143) внутри тела



Этапы происхождения многоклеточности: I, II—сферические колонии жгутиковых, III—V—фагоцителлы разной степени сложности; 1—кинобласт, 2—рыхлый фагоцитобласт, 3—скопление чувствительных клеток на переднем конце тела, 4—ротовое отверстие, 5—половые клетки, 6—эпителизованный фагоцитобласт

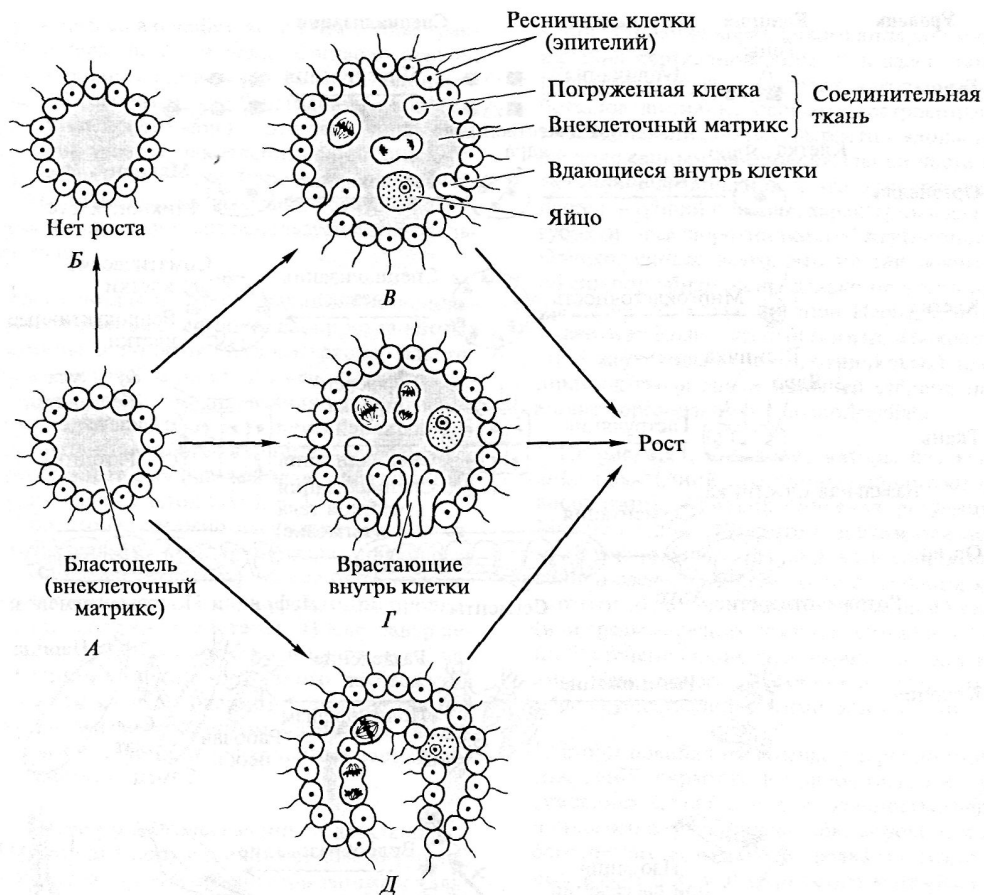


Рис. 4.13. Происхождение специализации клеток и тканей. Характер сегрегации клеток, обеспечивающих рост у гипотетических протометазойных организмов:

А — бластулуподобная стадия развития гипотетического организма; Б — гипотетический бластулуподобный организм, который не растет, так как его клетки несут функционирующие локомоторные жгутики и поэтому не могут делиться; В—Д — рост за счет погружения внутрь лишенных жгутиков митотически активных клеток у трех просто устроенных гипотетических многоклеточных. Это также отражает три основные формы гаструляции у реально существующих животных: В — мультиполярную ингрессию; Г — униполярную ингрессию; Д — инвагинацию (или эмболию). Обратите внимание, насколько бластоцель (внеклеточный матрикс) (см. примеч. 4 гл. 4) соответствует соединительной ткани взрослой особи (на основе идей Buss L. W. 1987. *The evolution of Individuality*. Princeton University Press, Princeton, NJ. 201 pp.)

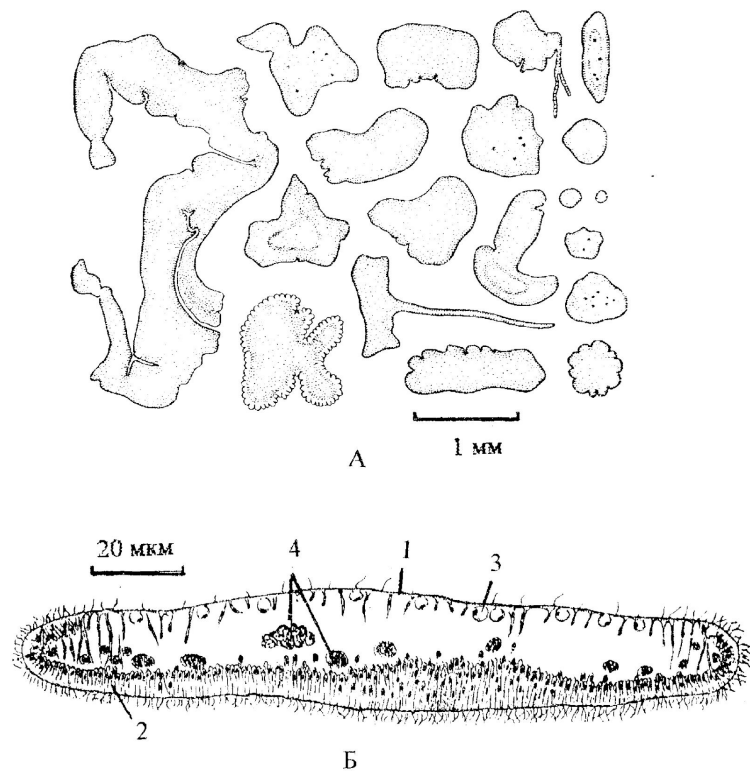


Рис.12. *Trichoplax adhaerens* Schulze, 1883 (по: Д.Л.Иванов с соавт., 1980)

А — формы тела (срисовано с живых экземпляров); Б — поперечный срез через тело трихоплакса:

1 — дорсальные клетки; 2 — вентральные клетки; 3 — клетки «блестящих шаров»; 4 — бурые тела.



Рис. 4.1. Клетки, ткани и скелеты:

А — гипотетический многоклеточный организм, тело которого построено из двух первичных тканей, свойственных многоклеточным: столбчатого ресничного эпителия, лежащего поверх соединительной ткани; *Б* — увеличенный фрагмент *А*. Эпителий — это непрерывный слой клеток, который обеспечивает физиологический барьер между внутренней средой организма и внешней средой. Эпителий прикреплен к базальной пластинке (базальной мембране), которая подстилает его снизу, а сверху прикрыт защитной кутикулой, которая им же и секретировается. Секреторные клетки распределены между одножгутиковыми клетками. Соединительная ткань состоит из геля, образованного протеогликанами и содержащего коллагеновые фибриллы, и отдельных свободно лежащих в нем соединительнотканых клеток. И кутикула, и внутренний внеклеточный матрикс выполняют опорную функцию

• Происхождение многоклеточных животных

• Относительно происхождения многоклеточных животных существует несколько гипотез. Гипотезы подразделяются на две группы: колониальные и полиэнергидные.

• **Колониальные гипотезы** базируются на признании предками многоклеточных колониальных простейших. Ими являются:

• 1. Гипотеза «гастреи» Э.Геккеля (1874 г.). В процессе эволюции происходит впячивание стенки однослойного бластулоподобного предка.

• Такой двухслойный организм плавал, питался и стал предком кишечноротовых животных.

• 2. Гипотеза «плакулы» О.Бючли (1884 г.). Согласно его представлениям предком была пластинчатая колония одноклеточных животных. Путем расщепления пластинки на два слоя возникает плакула, а гастрея образуется путем прогибания двухслойной пластинки.

• 3. Гипотеза «фагоцителлы» И.И.Мечникова (1882г.). Многоклеточные возникли из колоний жгутиконосцев, образование внутреннего пласта происходит вследствие вползания отдельных клеток стенки колонии в ее внутреннюю полость. Этот процесс связан с внутриклеточным пищеварением. Такой организм напоминает паренхимулу губок.

• 4. Гипотеза «синзооспоры» А.А.Захваткина (1949г.). Многоклеточные возникли из колониальных простейших с голозойным типом питания и имели гаметиическую редукцию хромосом. Фагоцителла И.И.Мечникова является личинкой многоклеточного – синзооспорой. Взрослые являлись сидячими колониальными животными, подобными губкам.

• 5. А.В.Иванов (1967г.) за основу принимает гипотезу фагоцителлы. Предком многоклеточных является колония воротничковых жгутиконосцев с голозойным способом питания. Моделью фагоцителлы является трихоплакс. Фагоцителла дала начало двум типам: губкам и пластинчатым животным.

• **Полиэнергидные гипотезы.**

• 1. Гипотеза «целлюляризации» И.Хаджи (1963г.). Впервые высказана Иорингом. Многоклеточные животные возникли из одноклеточных полиэнергидных животных (типа инфузорий) путем образования клеточных границ вокруг ядер и прилегающих к ним участков цитоплазмы.

Прообразом предка многоклеточного организма может служить *Volvox*, у которого есть сфера из жгутиковых клеток, есть половые клетки и процесс развития зиготы очень похож на развитие зародыша у губок, инкурвация и экскурвация. В свою очередь считается, что *Volvox* произошёл от каких-то хламидомонад, которые могли образовывать плоские и округлые колонии клеток.

Некоторые учёные считают, что предком многоклеточного могли быть воротничковые жгутиконосцы, которые тоже могут образовывать плоские однорядные, двухрядные и округлые колонии. Во всяком случае большинством учёных принимается колониальная теория происхождения многоклеточных животных.

Volvox не мог быть предком многоклеточных, т.к. он возник примерно 300 млн. лет назад, а многоклеточные уже были около 1 млрд лет назад.

Теория Гастреи

- Впервые контуры проблемы возникновения многоклеточности были сформированы **Эрнстом Геккелем** в его монографии «Известковые губки» в **1872** году. В течение следующих трех лет вышло еще несколько его работ, в которых он развивал **теорию** так называемой **Гастреи**.
- В основу этой теории легли достижения сравнительной эмбриологии того времени, в первую очередь учение о так называемых **зародышевых листках**. За сто лет до Геккеля их впервые описал российский академик Каспар-Фридрих Вольф, а вслед за ним и другие эмбриологи.
- Геккель распространил уже сложившиеся представления о зародышевых листках на отдельные стадии эмбрионального развития низших и высших животных. Это подтверждалось так называемым **биогенетическим законом, рекапитуляцией**, сформулированным незадолго до этого Францем Мюллером и самим Геккелем.

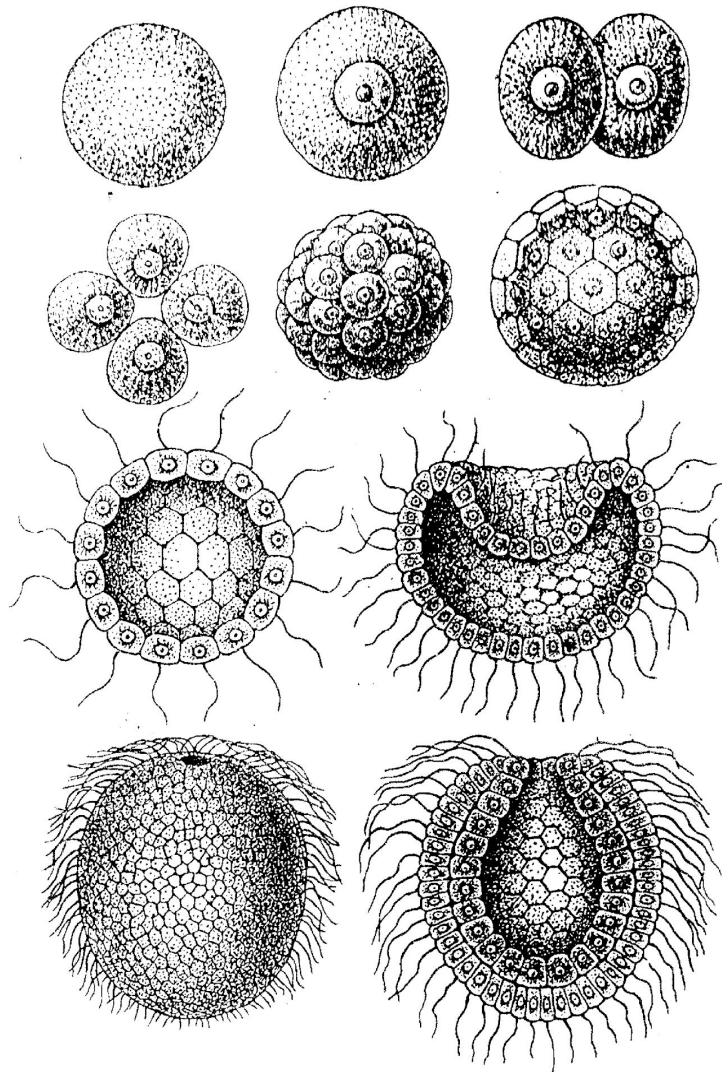
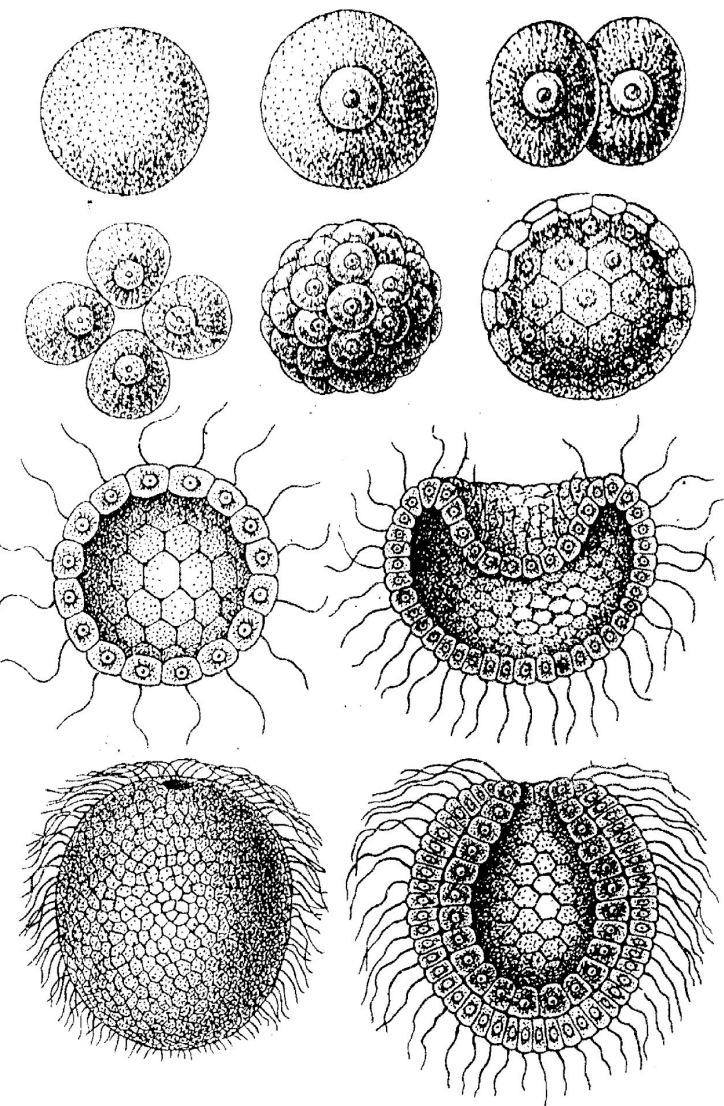


Рис. 1. Стадии эмбрионального развития кораллового полипа по Э.Геккелю, рекапитулирующие основные этапы филогенеза многоклеточных животных (Из А.В.Иванова, 1968, с изменениями).

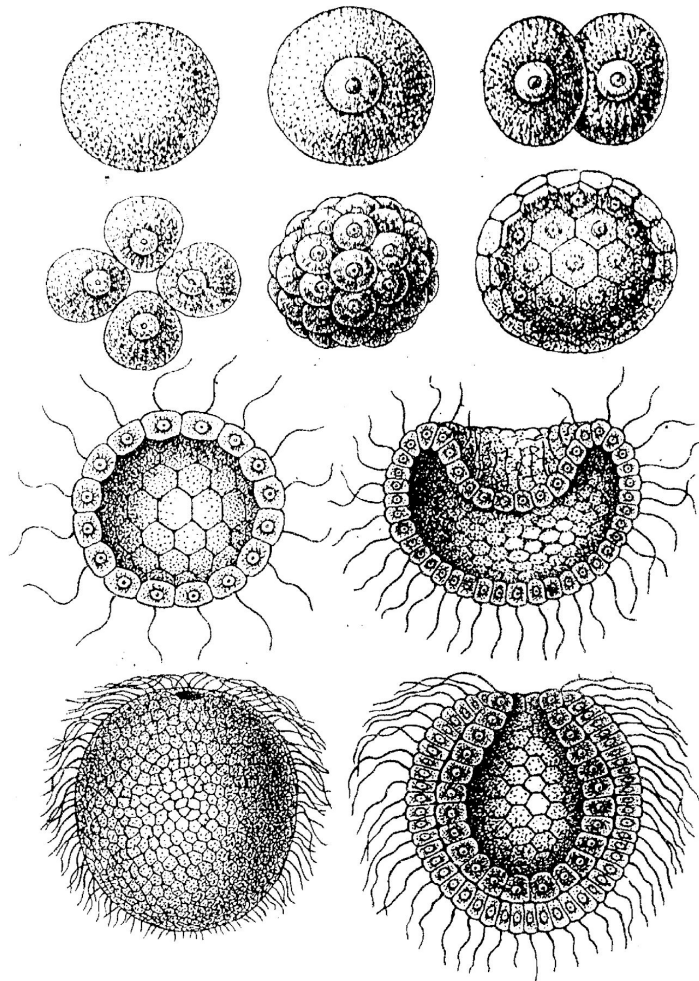
- Исходя из того, что онтогенез вкратце повторяет филогенез предков, он предположил, что каждой стадии эмбриогенеза соответствует реально существовавший предок. Так, яйцу, или **цитуле**, соответствует одноклеточный предок **Cytea**, стадии **морулы** — **Moraea** и т.п. Особенно важной и широко распространенной среди животных рекапитуляцией Геккель считал двухслойную зародышевую стадию — **гастроулу**.

- Именно по ее образу и подобию он и создал общего прародителя всех Metazoa.
- По представлениям Геккеля, первой филогенетической стадией был одноклеточный амебообразный организм, сначала безъядерный. От него произошли все животные. Колония подобных клеток рекапитулируется **морулой**. Вытеснением клеток на периферию жидкостью, накапливающейся внутри морулы, образуется свободноплавающая **Blastea** (ей соответствует в онтогенезе **бластула**), клетки Бластеи сперва покрыты псевдоподиями, которые позднее приобретают способность быстро изгибаться и превращаются в жгутики (?!).



- Следующей очень важной стадией является Гастрейя, образовавшаяся из Бластемии путем впячивания (инвагинации) стенки тела на переднем полюсе последней. Наружный клеточный слой Гастрейи был снабжен жгутиками и сохранял функцию движения, внутренний слой стал кишечником. В центральной, кишечной, полости, сообщавшейся ртом с наружной средой, происходило переваривание захваченной добычи. Два эпителиальных слоя Гастрейи — **экто-** и **энтодерма** — представляли собой первичные органы, из которых у потомков Гастрейи возникли все органы и ткани.

1. Стадии эмбрионального развития кораллового полипа по Эккелю, рекапитулирующие основные этапы филогенеза многоклеточных животных (по А.В.Иванова, 1968, с изменениями).



- Гастрея и ее ближайшие родственники были названы Геккелем Гастреадами. Современные Cnidaria и губки рассматривались им как мало изменившиеся потомки Гастреи, а гастрюла — как рекапитуляция Гастреи. Своеобразной моделью этого процесса представлялся, например, эмбриогенез кораллового полипа (рис. 1).
- Сущность своей теории Геккель видел в том, что все многоклеточные имеют монофилетическое (то есть от одного предка) происхождение и развились от одной прародительской формы — Гастреи.

Рис. 1. Стадии эмбрионального развития кораллового полипа по Э.Геккелю, рекапитулирующие основные этапы филогенеза многоклеточных животных (Из А.В.Иванова, 1968, с изменениями).

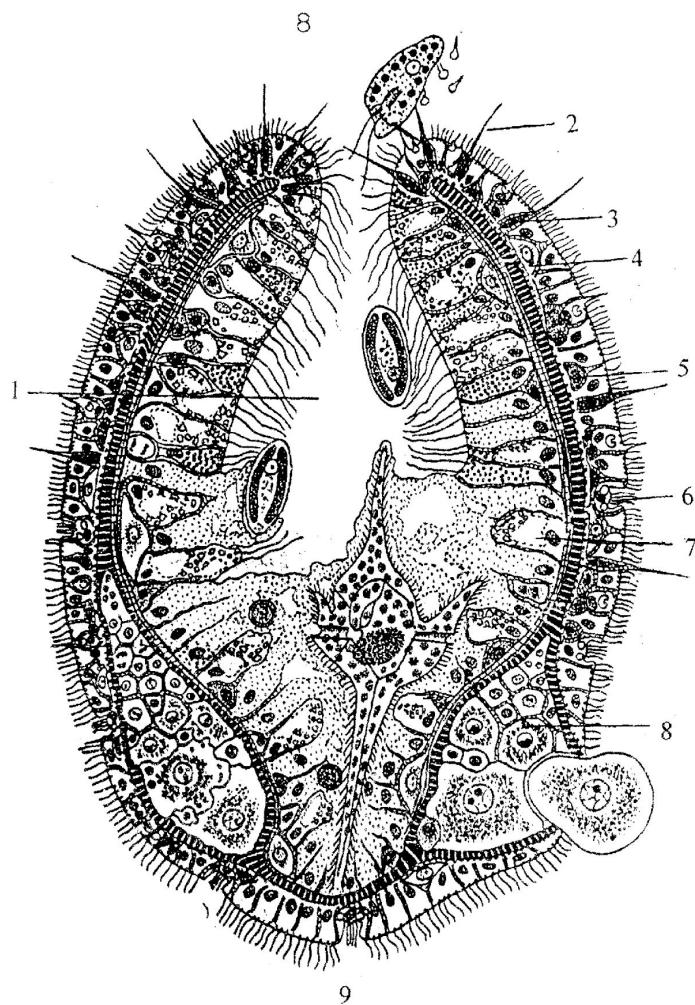


Рис. 2. Гипотетическое строение Гастреи (По А.Лангу, из Иванова, 1968):

1 — кишечная полость; 2 — книдоциль (чувствительная щетинка стрекательной клетки); 3 — стрекательная клетка с книдоцилем; 4 — интерстициальная клетка; 5 — ганглиозная клетка; 6 — экскреторная ресничная клетка; 7 — клетка гастральной полости; 8 — яичник; 9 — аборальный полюс.

Среди клеток кишечника видны фагоциты, объекты питания (в том числе *Ceratium* из *Dinoflagellata*).

- Однако уже в 1874 году русский эмбриолог В. В. Заленский подробно рассмотрел первые стадии эмбрионального развития различных животных с точки зрения соответствия их теории Гастреи и тут же отметил, что *инвагинационная гастрюла* вовсе не имеет такого широкого распространения, которое ей приписывают. Образование двухслойного зародыша путем инвагинации — явление явно вторичное. Куда распространенней такие способы гастрюляции, как *иммиграция* или *деляминация*. С его точки зрения общий предок Метазоа скорее должен был обладать признаками наиболее распространенной среди низших многоклеточных Планулы, чем Гастреи.

- Е.Коршельт и К.Хайдер, обратили внимание на то, что ротовое отверстие у личинок и взрослых представителей низших многоклеточных лежит не на переднем, как считал Геккель, а на заднем конце тела. Это объясняется образованием там мертвой зоны во время движения личинки. Там поэтому задерживаются пищевые частицы, облегчая этим их захват. Вслед за ними Н.А.Ливанов в 50-х годах привлек это явление для объяснения причин появления так называемой *униполярной иммиграции* клеток эктодермы бластулы в бластоцель и образования таким образом двухслойного зародыша. Это наблюдение, подтвержденное в последние годы экспериментами Л.Н.Серавина, сыграло позднее важную роль.

Фагоцителла Мечникова

- На таком фоне контрастно выглядела гипотеза **Фагоцителлы И.И.Мечникова**. В отличие от остальных, он исходил не из умозрительных построений, а из наблюдений над пищеварением у низших беспозвоночных — губок и ресничных червей турбеллярий. В 1877 г в статье «О пищеварительных органах пресноводных турбеллярий». Мечников пришел к выводу, что турбелляриям и губкам свойственно *внутриклеточное пищеварение*.

- Мечников обнаружил, что у личинок низших многоклеточных *первичная энтодерма* представлена сначала в виде сплошной массы внутренних клеток, как это наблюдается у многих губок и низших червей — турбеллярий и во взрослом состоянии. Позднее Мечников глубоко исследует все тогда известные примеры образования двуслойного зародыша с помощью инвагинации и доказывает, что они всегда вторичны (рис. 4).
- **По Мечникову** *первичный метазоон* был шаровидным и имел сначала однослойное строение. Поскольку у всех Metazoa полость дробления появляется очень быстро, то, вероятно, **предком Metazoa была бластулообразная колония жгутиконосцев.** Иными словами, **Бластезя** сохраняется, и в этом совпадении с гипотезой Геккеля.

Питание такого первичного метазоона на наружном слое клеток, отвечающих за передвижение — **кинобласт**, и на внутреннюю клеточную массу — **фагоцитобласт**. Данная дифференцировка закрепилась в эволюции. Так, по Мечникову, возник компактный организм — **Parenchimella**, или, как позднее он ее назвал — **Phagocitella**, общий предок всех многоклеточных. Такое явление тоже известно у жгутиконосцев, это по Мечникову послужило причиной появления первой дифференцировки и специализации клеток в колонии первичного метазоона на наружный слой клеток, отвечающих за передвижение — **кинобласт**, и на внутреннюю клеточную массу — **фагоцитобласт**. Данная дифференцировка закрепилась в эволюции. Так, по Мечникову, возник компактный организм — **Parenchimella**, или, как позднее он ее назвал — **Phagocitella**, общий предок всех многоклеточных.

Питание такого первичного метазоона на наружном слое клеток, отвечающих за передвижение — **кинобласт**, и на внутреннюю клеточную массу — **фагоцитобласт**. Данная дифференцировка закрепилась в эволюции. Так, по Мечникову, возник компактный организм — **Parenchimella**, или, как позднее он ее назвал — **Phagocitella**, общий предок всех многоклеточных.

Перегруженные пищей клетки легко теряли жгутики и уходили в полость организма. Затем они могли возвращаться обратно и формировать жгутик.

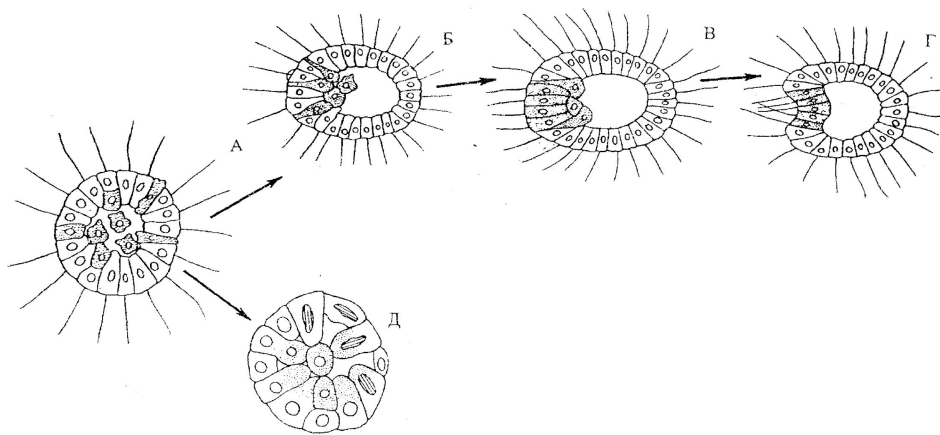


Рис.4. Типы гастрюляции, выстроенные в порядке их эволюции у Cnidaria по представлениям И.И.Мечникова (из Иванова, 1968)
 А — смешанная деляминация (Poluxenia leucostyla); Б — униполярная иммиграция; В — концентрированная униполярная иммиграция (Laodice cruciata); Г — инвагинация (цифойная медуза Nausithoe marginata); Д — деляминация (Liriopneustes marginata).

- В дальнейшем, по Мечникову, **одни** потомки Фагоцителлы перешли к **сидячему образу жизни, дав начало губкам, другие — к ползанию по субстрату, приобретя билатеральную симметрию и ротовое отверстие.** От них произошли плоские черви. Наконец, **третьи, сохранив плавающий образ жизни, превратились в первичных кишечнополостных.**

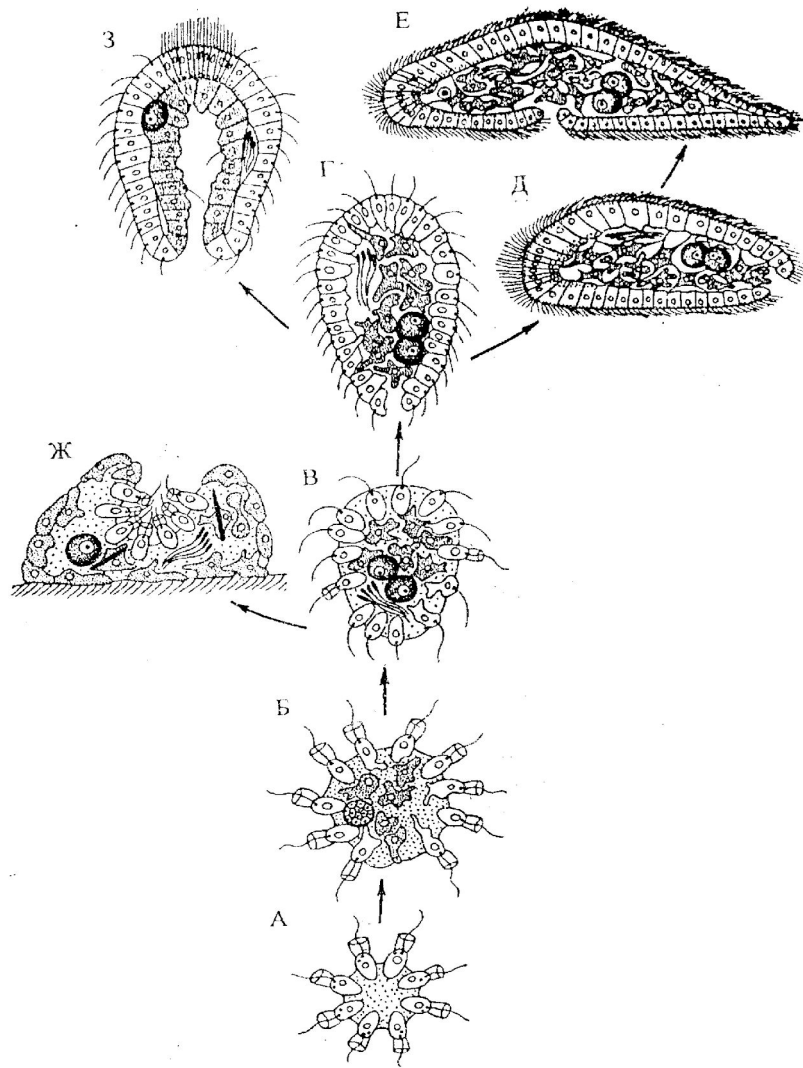


Рис. 9. Главнейшие предполагаемые стадии филогенеза Metazoa по А.В.Иванову (из Иванова, 1968)
 А — колония Craspedomanadina типа Sphaeroeca; Б — колония Craspedomanadina типа Proterospongia; В — ранняя Фагоцителла; Г — поздняя Фагоцителла; Д — первичная турбеллярия — появление рта и билатеральной симметрии; Е — примитивная бескишечная турбеллярия — усиление дифференциации клеток, смещение рта на брюшную сторону; Ж — примитивная губка — переход к сидячему образу жизни, замена локомоторной функции киноцитов гидрокинетической; З — первичное кишечнополостное типа Гастреи — образование, эпителизация фагоцитобласта.

- Гипотеза Мечникова выгодно отличалась от других опорой на существующие и сейчас формы простейших и личинок низших многоклеточных, на сохранившиеся и сейчас примитивные формы добывания и усвоения пищи, что позволило ему физиологически обосновать начало клеточной дифференцировки и возникновение первичных органов многоклеточных — киновласта и фагоцитовласта как прообраза первых зародышевых листков. **В обиход науки было введено представление о колониальном предке многоклеточных.** В результате удалось объяснить большое количество филогенетических и сравнительно-анатомических фактов, необъяснимых с позиций других гипотез.

- Серьезнейший шаг к теории колониальности в возникновению метазойности сделал А.А. Захваткин, который занимался исследованием жизненных циклов колониальных простейших и низших Metazoa и на этом основании сформулировал свою **гипотезу Синзооспоры**. Захваткин первым вышел за пределы организменного подхода, установив: **эволюционируют не особи, а жизненные циклы целиком**. Он пришел к выводу, что жизненный цикл простейших, от которых взяли начало многоклеточные, должен был состоять из следующих четырех периодов:

- 1. Метагамного периода, когда происходит *палинтомическое* образование жгутиковых клеток-расселительниц (зооспор).
- 2. Вегетативного периода, представленного питающимися жгутиконосцами, размножающимися *монотомически* (трофозоитов).
- 3. *Прогамного* периода, в течение которого проходит мейоз и формируются гаметы,
- 4. *Сингамного* периода, т.е. процесса оплодотворения и образования зиготы.

- Оказалось, что жгутиконосцы с подобным типом жизненного цикла не так уж и редки. Процесс перехода к многоклеточности Захваткин представлял себе по аналогии с формированием колоний у жгутиконосцев-вольвоцид. Такой переход осуществился в результате объединения отдельных зооспор в единую «синзооспору», вследствие чего и все последующие монотомические поколения перестали существовать как самостоятельные индивидуумы. Соответственно *метагамный* и *сингамный* периоды стали частью онтогенеза многоклеточного организма.
- Он обнаружил также важнейшее эволюционное значение *палинтомического* дробления, естественным следствием которого является *эффект эмбрионизации*.

- Все теории Геккеля, Мечникова и Захваткина сходны в том, что принимают за отдаленных предков многоклеточных животных колонии простейших. Существует, однако, гипотеза, предполагающая, что в процессе эволюции одиночные простейшие целиком превращались в многоклеточные существа.
- Переход от одноклеточного состояния к многоклеточному, якобы, совершился в теле инфузории сразу путем образования клеточных границ вокруг отдельных ядер и прилегающих к ним участков цитоплазмы. Этот предполагаемый процесс называется целлюляризацией (от лат. cellula - клетка), а сама гипотеза - теорией целлюляризации.

Теории целлюляризации (выведение многоклеточных из инфузорий)

- В 1877 Г.Ихеринг заявил о возможности происхождения плоских червей турбеллярий непосредственно от инфузорий. В течение 80-х годов прошлого века эта гипотеза, названная гипотезой целлюляризации, была довольно популярной. Ихеринг возражал против идеи Геккеля о происхождении Metazoa от колониальных простейших. Он считал, например, что цитостом инфузорий гомологичен рту метазоа, а их система сократительной вакуоли — выделительной системе последних. Параллельно с Ихерингом или вслед за ним появились аналогичные гипотезы англичанина Сэвила Кента, москвича А.А.Тихомирова и, наконец, упомянутая выше гипотеза француза Шадфо.

- В 1936 г. появилась своеобразная гипотеза М. Шадфо. По его мнению, предками Metazoa были представители большой группы простейших, названных им “*Protistes Trichocistiferes*”, для которых характерно наличие специальных экструзивных органелл — трихоцист и особой вестибулярной ямки, из которой у многоклеточных сформировался инвагинационный (т. е. образовавшийся путем впячивания — инвагинации) кишечник (рис. 6). Шадфо считает гомологами внутриклеточную органеллу многих простейших и их цитостом соответственно стрекательным капсулам и гастральной полости кишдарий.
- Гипотезу Шадфо можно отнести к разряду многочисленных оригинальных гипотез, которые могут быть объединены под общим названием гипотез целлюляризации.

- Эта идея, высказанная впервые Ихерингом, пропагандируется югославским зоологом Иованом Хаджи (1944). По его мнению, многоклеточные произошли от многоядерных [инфузорий](#) Эта идея, высказанная впервые Ихерингом, пропагандируется югославским зоологом Иованом Хаджи (1944). По его мнению, многоклеточные произошли от многоядерных инфузорий , которые обладают довольно сложным строением. Их цитоплазма представлена двумя слоями - периферической эктоплазмой и центральной эндоплазмой, в которой совершается внутриклеточное пищеварение. В эктоплазме залегают [трихоцисты](#) Эта идея, высказанная впервые Ихерингом, пропагандируется югославским зоологом Иованом Хаджи (1944). По его мнению, многоклеточные произошли от многоядерных инфузорий , которые обладают довольно сложным строением. Их цитоплазма представлена двумя слоями - периферической эктоплазмой и центральной эндоплазмой, в которой совершается внутриклеточное пищеварение. В эктоплазме залегают трихоцисты , мионемы и другие характерные клеточные органеллы. Инфузории имеют клеточный рот, глотку, а также пульсирующие вакуоли с их приводящими канальцами. Все эти различно дифференцированные части одноклеточного организма - органеллы - Хаджи считает гомологичными органам многоклеточного животного, несущим сходные с ними функции. Так, он думает, что кожные покровы Metazoa произошли из эктоплазмы, их кишечник - из эндоплазмы, мышцы - из мионем, органы выделения - из пульсирующих вакуолей, наконец, их половые железы - из [микронуклеуса](#) Эта идея, высказанная впервые Ихерингом, пропагандируется югославским зоологом Иованом Хаджи (1944). По его мнению, многоклеточные произошли от многоядерных инфузорий .

- Хаджи много лет занимался изучением стрекающих — *Cnidaria* — и верно подметил у всех представителей этого типа те или иные признаки двусторонней симметрии. Это обстоятельство послужило для него основанием считать предками *Cnidaria* плоских червей *Convoluta*, от которых произошли коралловые полипы, а наиболее примитивными многоклеточными — бескишечных плоских червей *Acoela*, которые в свою очередь, по Хаджи, есть видоизмененные потомки каких-то инфузорий. Однако вывести организацию многоклеточных *Acoela* из строения одиночного простейшего можно, только допустив процесс так называемой целлюляризации.

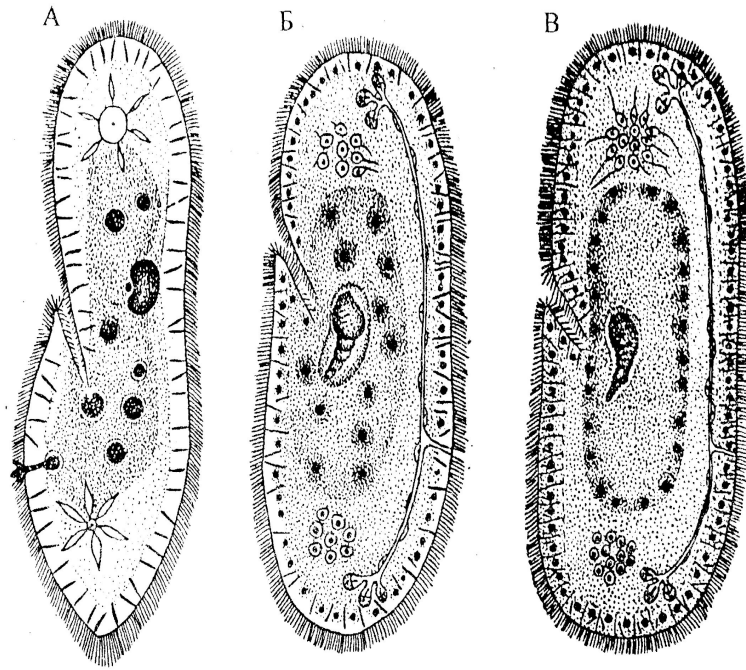


Рис. 7. Гипотетическое превращение ресничной инфузории в примитивную турбеллярию (по Хаджи, из Иванова, 1968)
 А-В — три последовательные стадии эволюции.

- Он считал полностью гомологичными ряд структур и аппаратов инфузорий и многоклеточных. Например, сократительные вакуоли инфузорий и выделительную систему турбеллярий, стрекательные элементы тех и других (трихоцисты инфузорий и рабдиты турбеллярий) (рис. 7).
- Тело бескишечных турбеллярий целиком или отчасти состоит из плазмодия, т. е. лишено внутриклеточных границ. Это дало основание Хаджи утверждать, что целлюляризация их по сравнению с другими многоклеточными еще не закончена.

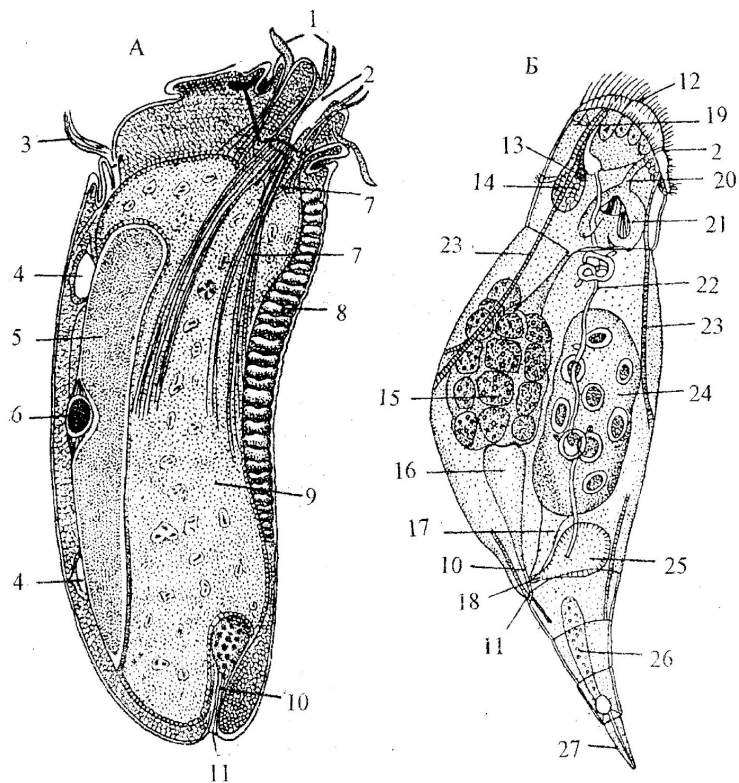


Рис. 5. Сравнение элементов анатомии инфузории и коловратки (из Иванова, 1968).

А – продольный разрез инфузории *Diplodinium escaudatum*; Б – схема строения коловратки, вид сбоку:

1 – околоротовые цирри; 2 – цитостом и ротовое отверстие коловратки; 3 – спинные цирри; 4 – сократительная вакуоль; 5 – макронуклеус; 6 – микронуклеус; 7 – микрофиламенты глотки; 8 – скелетная пластинка; 9 – эндоплазма; 10 – задняя кишка и ее клеточный аналог у инфузории; 11 – анальное отверстие коловратки и цитопрокт инфузории; 12 – коловращательный аппарат; 13 – мозг; 14 – ретроцеребральный орган; 15 – желудок; 16 – кишечник; 17 – яйцевод; 18 – клоака; 19 – проток ретроцеребрального органа; 20 – пищевод; 21 – глотка (мастакс); 22 – протонефридий; 23 – мышца-ретрактор; 24 – яичник; 25 – мочевой пузырь; 26 – цементные железы; 27 – пальцы.

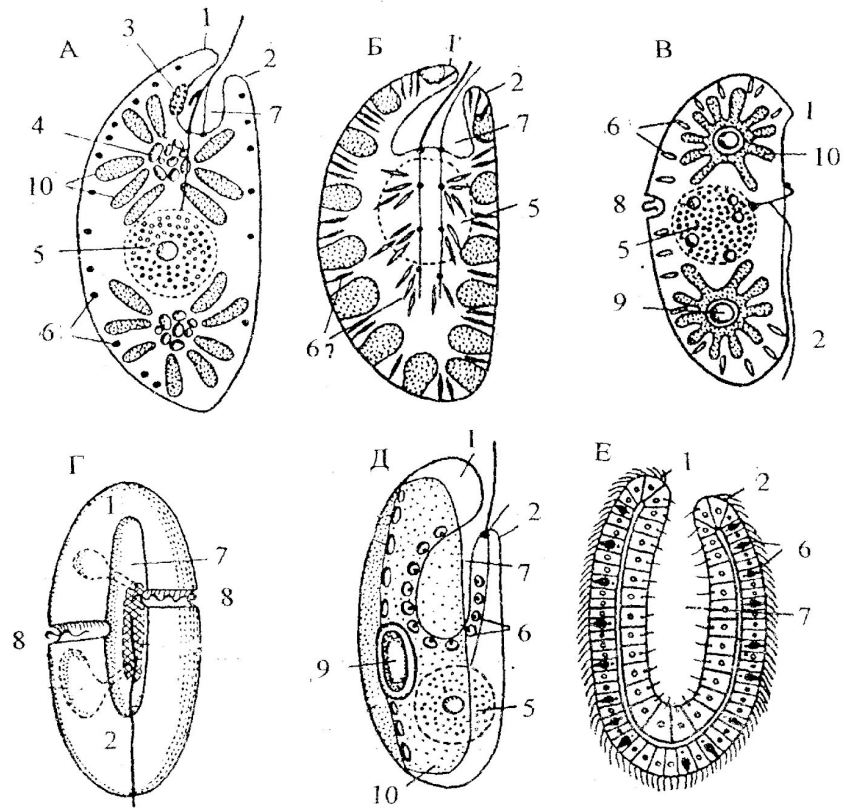


Рис. 6. Выведение гастреад из жгутиконосцев, по М.Шадфо (из Иванова, 1968).

А — схема организации Euglenoida; Б — то же Chloromonadida; В и Г — то же Dinoflagellata; Д — то же Cryptomonadida; Е — гастрея: 1 и 2 — края вестибулярного отверстия (бластопор у Гастреи); 3 — стигма; 4 — зерна парамиллона; 5 — ядро; 6 — книдоциты; 7 — вестибулярная впадина (архэнтерон у Гастреи); 8 — жгутиковый желобок; 9 — пиреноид; 10 — пластида;

- Эта концепция не выдерживает критики прежде всего потому, что принцип, лежащий в ее основе, не согласуется с основными положениями клеточной теории. Теория целлюляризации приравнивает части отдельной клетки тканям и органам Metazoa, т.е. многоклеточным образованиям. Теория целлюляризации Хаджи не имеет никакой опоры и в эмбриологии низших многоклеточных.

- Сегодня для любой гипотезы, кроме признания происхождения многоклеточных животных от каких-то простейших, никем уже не ставящегося под сомнение, требуется ответ на следующие вопросы.
- Во-первых, почему все-таки возникла многоклеточность? Простейшие до сих пор представляют собой процветающую в наших водоемах группу.
- Во-вторых, о какой многоклеточности идет речь?
- В третьих, какие условия были необходимы для возникновения настоящих многоклеточных животных?
- В четвертых, где, среди каких простейших нужно искать возможных предков и какими свойствами должны были обладать эти гипотетические предки Metazoa?
- Наконец, в-пятых, как же возникла та форма индивидуальности, что характерна для настоящих Metazoa?
- Ответ на первый вопрос лежит в одном из свойств материи как таковой. Его можно назвать тенденцией к самоорганизации, к возникновению порядка из хаоса, тенденцией к возникновению все более сложных систем, т.е. все более сложных связей между организмом и средой обитания.