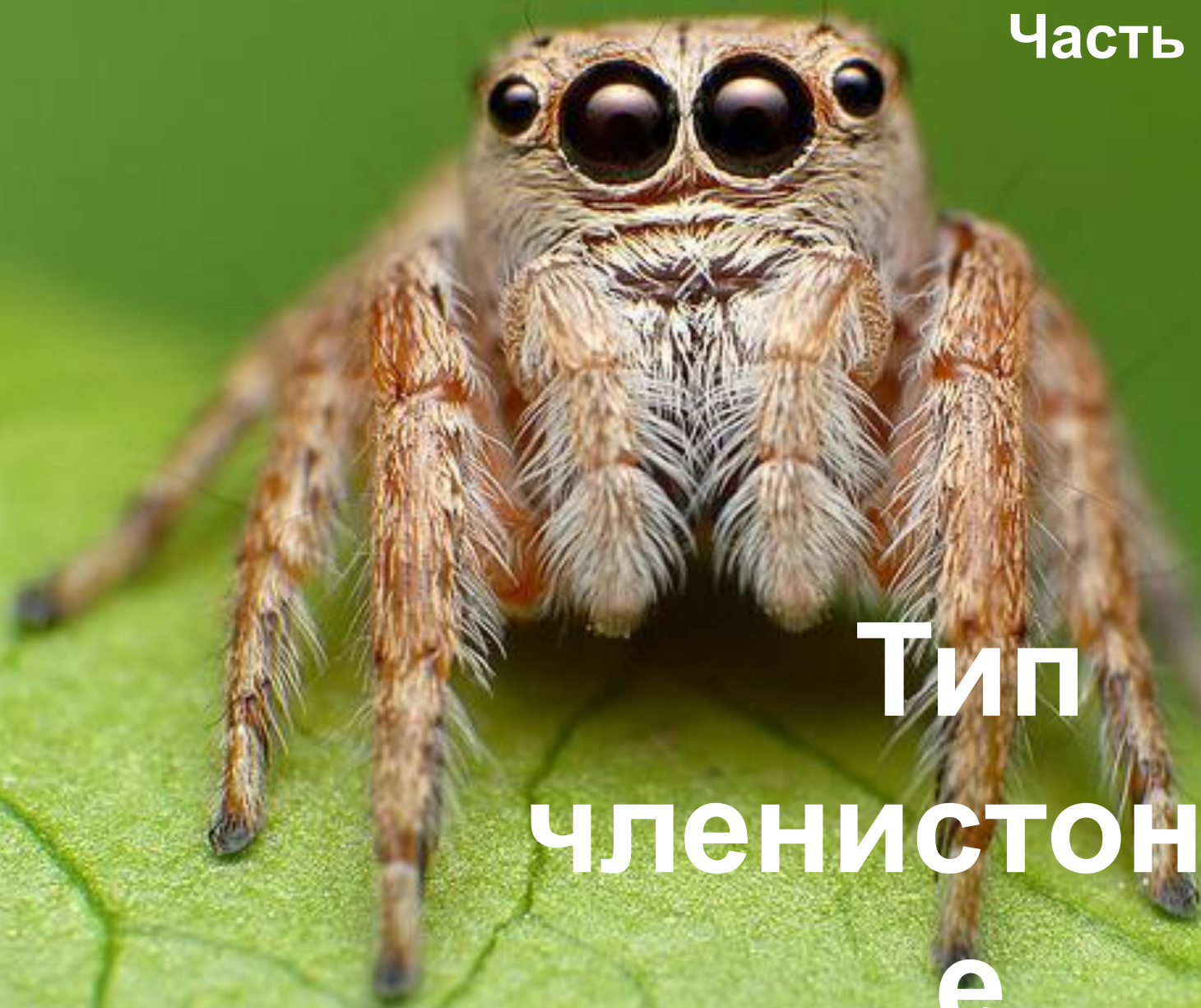


ЯрГУ, 2016,  
Русинова Н.В.

# ARTHROPODA

Часть 1



Тип  
членистоноги  
е

# ТИП ЧЛЕНИСТОНОГИЕ (ARTHROPODA)

- Самый богатый видами тип - свыше 1 500 000 видов. Включает водные и сухопутные формы, обладающие **членистыми конечностями и сегментированным телом**.
- Вторичнополостные двустороннесимметричные многоклеточные животные с выраженной метамерией. Также этот тип относят к первичноротым животным.
- Присуща **гетерономность сегментации** - сегменты Arthropoda обладают различным строением в разных участках тела. Группы сходных сегментов выделяются в особые отделы тела, или **тагмы**. Количество сегментов, составляющих тело членистоногих, сильно варьирует. Заканчивается тело анальной лопастью – **тельсоном**.
- **Конечности** членистоногих подвижно соединяются с телом при помощи суставов и состоят из нескольких члеников, представляют собой многоколенный рычаг, способный к сложным движениям. Конечности могут выполнять разные функции - захвата и измельчения пищи, движения, дыхания

- Тип членистоногих делится на 4 подтипа:
- **ПОДТИП ЖАБРОДЫШАЩИЕ (BRANCHIATA)**
- Жабродышащие - первичноводные членистоногие (редко 0 на суше, во влажных местах. Есть паразиты. Число видов - 85 000. К этому подтипу принадлежит всего один **НАДКЛАСС РАКООБРАЗНЫЕ (CRUSTACEA) (10 КЛАССОВ)**
- **ПОДТИП ХЕЛИЦЕРОВЫЕ (CHELICERATA) - 3 КЛАССА – мечехвосты, -морские (5 видов) ракоскорпионы - и паукообразные) -сухопутные**
- **ПОДТИП ТРАХЕЙНЫЕ (TRACHEATA) - первичноназемные животные, включает 4 класса многоножек и класс НАСЕКОМЫЕ INSECTA**

- **ПОДТИП ТРИЛОБИТООБРАЗНЫЕ (TRILOBITOMORPHA)**  
- примитивная вымершая группа морских членистоногих.

**Тагмы тела:** **Ракообразные** – голова (акрон + 4 сегмента), грудь, брюшко, часто голова и грудь частично сливаются, покрыты панцирем из разросшихся щитков последнего головного сегмента – карапаксом

**Хелицеровые** – головогрудь и брюшко. Иногда нет деления, все тагмы слиты.

**Насекомые** – голова, грудь, брюшко

## **Конечности головных сегментов**

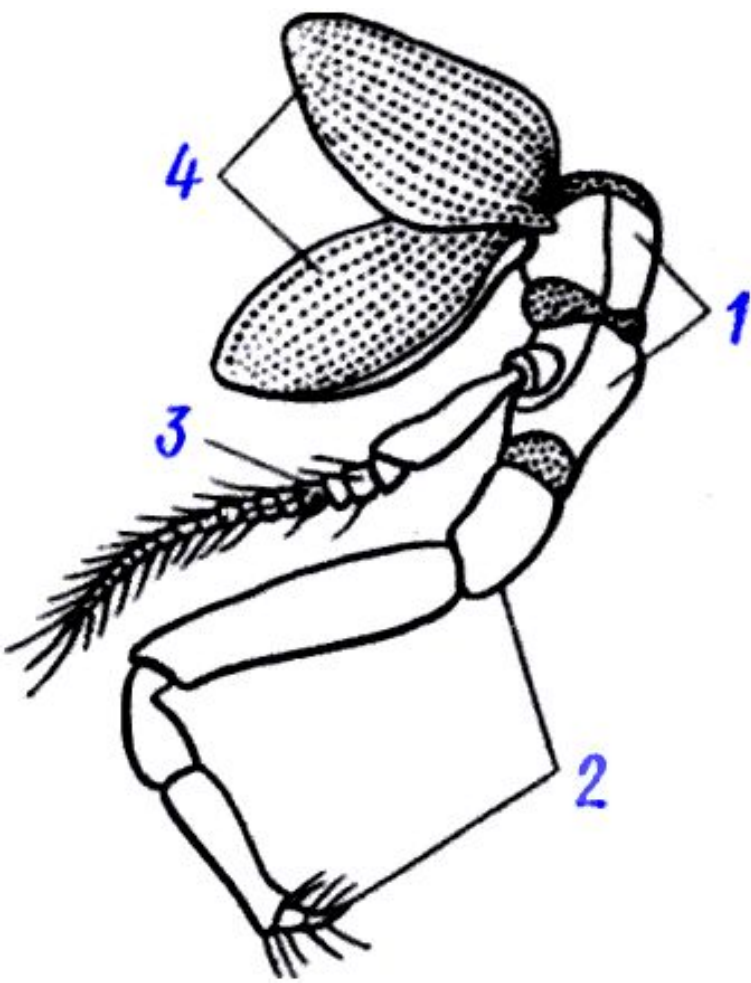
**Ракообразные** – антенны I (антенулы), антенны II, верхние челюсти – мандибулы, нижние челюсти – максиллы – 2 пары, ногочелюсти – максиллоподы – 3 пары. Конечности двуветвистые, состоят из базоподита, акзоподита, эндоподита.

**Хелицеровые** – педипальпы – 1 пара, хелицеры – 1 пара

**Насекомые** – антенны 1 пара, непарная верхняя губа, верхние челюсти – мандибулы, нижние челюсти – максиллы, непарная нижняя губа. Исходный тип ротового аппарата грызущий, могут быть изменения в связи с

# Конечности членистоногих,

филогенетически развившиеся из параподий полихет, подвижно соединяются с телом при помощи суставов и состоят из нескольких члеников. Конечности представляют собой многоколенный рычаг, способный к сложным движениям в отличие от параподий кольцецов, совершающих однообразные взмахи в одной плоскости. Конечности, расположенные на разных тагмах, зачастую специализируются для выполнения несхожих функций - захвата и измельчения пищи, движения, дыхания и т. п. Конечности брюшных сегментов у многих Arthropoda исчезают.



Конечности сегментов, образовавших голову преобразованы в **ротовой аппарат** и органы чувств – **антенны**. Их строение различно в разных классах

Схема строения примитивной конечности ракообразных (по Снодграссу): 1 - протоподит, 2 - эндоподит, 3 - экзоподит, 4 - эпиподиты - дыхательные придатки

# Конечности грудных и брюшных сегментов

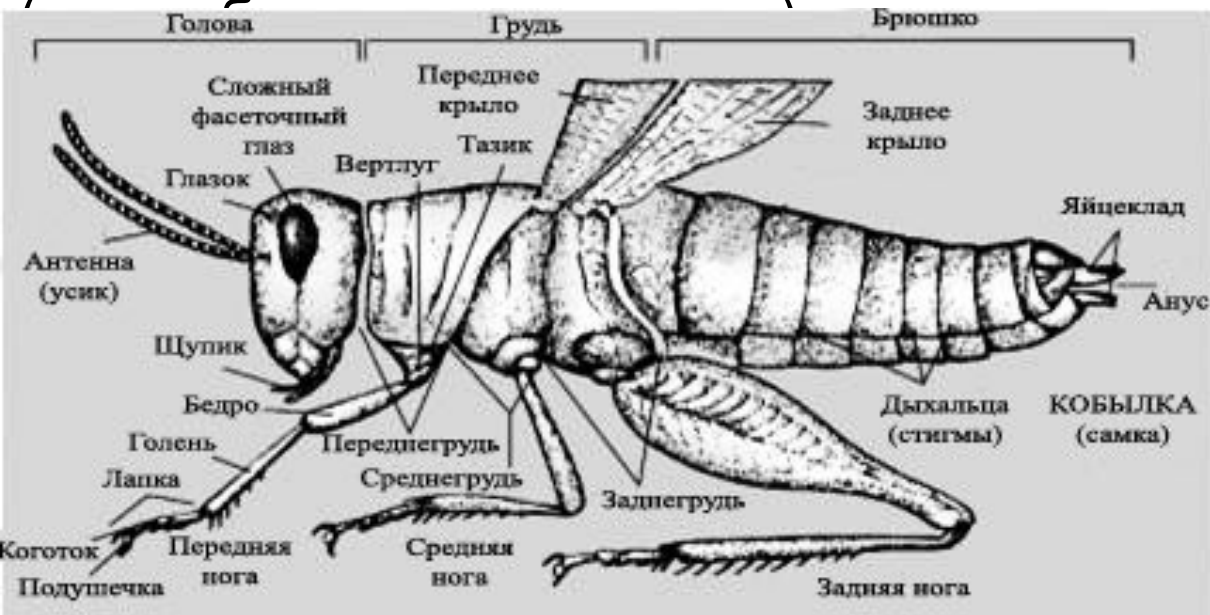
**Ракообразные** – ходильные или плавательные ноги на грудных сегментах, количество варьирует до 19 пар у примитивных. У высших десятиногих раков – 5 пар, первая из них – клешня. Конечности двуветвистые на брюшных сегментах – имеется несколько пар, могут выполнять роль жабр, участвовать в процессе размножения, использоваться при передвижении.

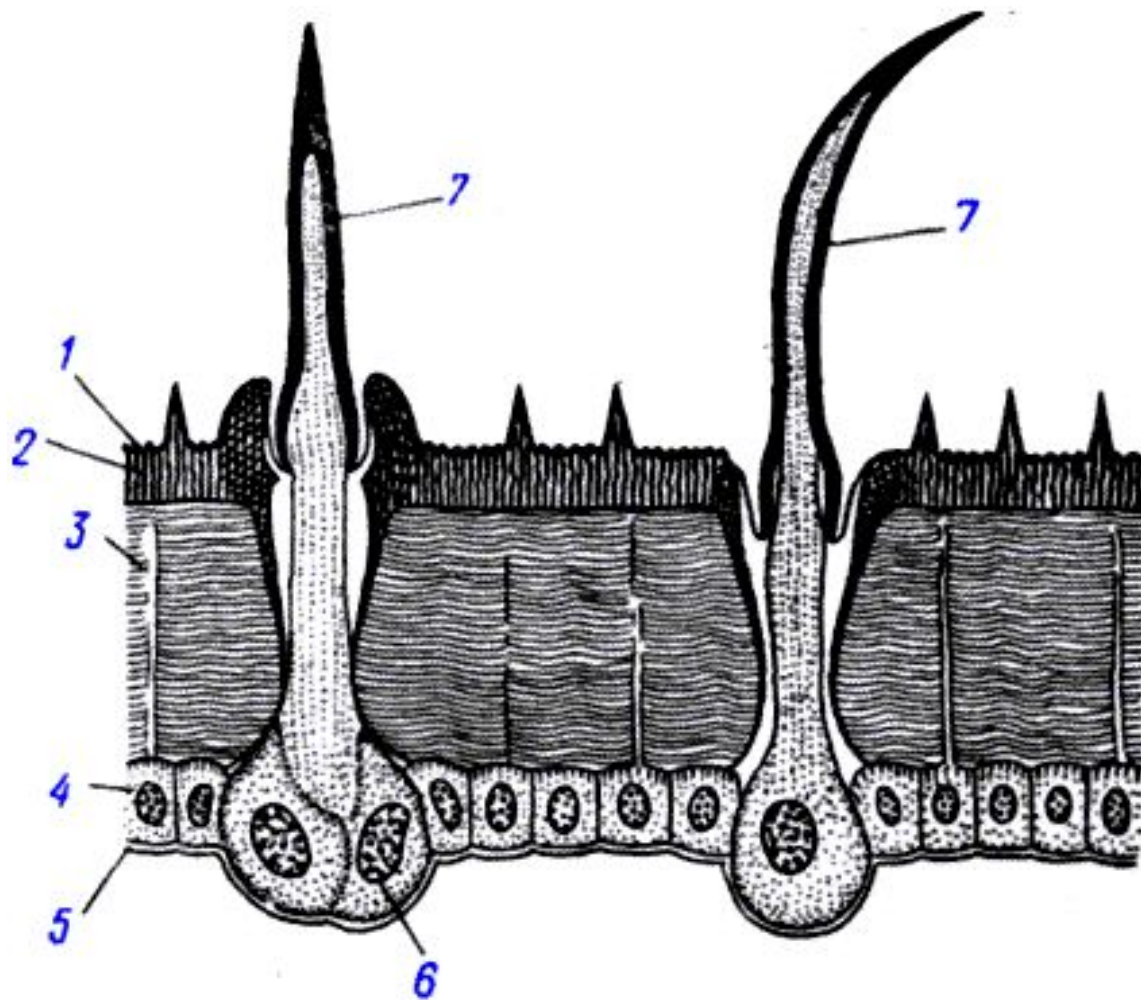
**Хелицеровые** - на груди (головогрудь) 4 пары ходильных ног, состоящих из нескольких (до 8) члеников на брюшке – конечностей нет, могут быть произошедшие от них паутинные бородавки, легкие.

**Насекомые** – 3 пары ходильных ног на груди (по паре на каждом из сегментов) На брюшке – нет, могут быть церки (грифельки) на последнем сегменте. Также на средн-е и заднеспинке развиваются 2 пары крыльев.

# Покровы Членистоногих (Arthropoda )

- состоят из трех элементов - **кутикулы, гиподермы и базальной мембраны**.
- Тело членистоногих покрыто **хитиновой кутикулой**, образующей **наружный скелет**, в котором различают твердые пластинки - **склериты** и мягкие **сочленовные мембраны**. Каждый сегмент тела, как правило, покрыт 4 склеритами: дорзально располагается спинная пластинка - **тергит**, вентрально - брюшная пластинка, или **стернит**, и по бокам между ними - боковые пластинки.
- Химический состав кутикулы сложен. Она включает липоиды, протеины и хитин, азотистое органическое эластичное вещество, стойкое химически. Затверждение кутикулы связано с тем, что хитин бывает пропитан углекислой известью (у ракообразных и многоножек) или инкрустирован задубленными белками





Строение покровов насекомого (из Бей-Биенко): 1 - наружный слой кутикулы, 2 - средний слой кутикулы, 3 - внутренний слой кутикулы, 4 - гиподерма, 5 - базальная мембрана, 6 - клетка, образующая волосок, 7 - волосок

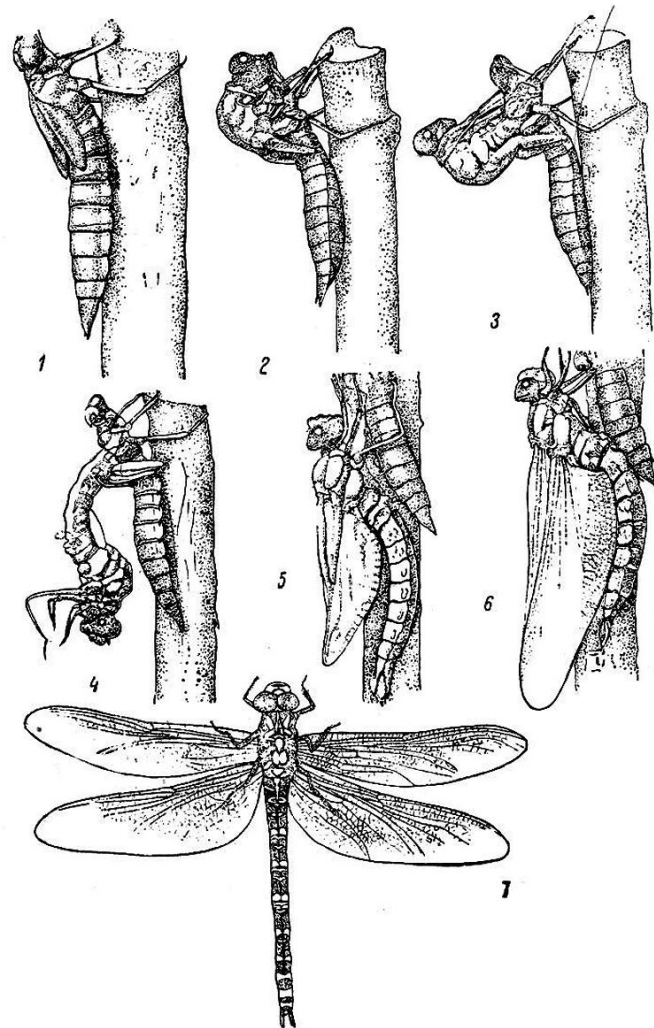


•В теле Arthropoda **отсутствует мерцательный эпителий** - особенность, определяемая отчасти сильной кутикуляризацией членистоногих, у которых не только покровы, но и часть кишечника, половых протоков и других органов выстлана кутикулой, исключаяющей возможность развития ресничек.

•Мускулатура Arthropoda представлена **отдельными мышечными пучками** - мышцами, не образующими сплошного кожно-мускульного мешка. Мышцы имеют **поперечнополосатую структуру**.

Крепятся мышцы к склеритам. Для этого склериты имеют специальные внутренние гребни, выросты.

Ввиду того что тело животного одето неподатливым наружным скелетом, рост членистоногих сопровождается **линьками**. Старая кутикула периодически отстает от тела, а кожным эпителием выделяется новая очень мягкая кутикула; при этом старая кутикула лопается, и животное вылезает из нее, оставляя пустой чехол. В тот короткий период, пока новая кутикула мягка, и происходит увеличение размеров тела. После затвердения кутикулы, на что уходит от нескольких часов до нескольких дней, животное сохраняет приобретенные им размеры до следующей линьки.



## **Полость тела**

- всех Arthropoda имеет **двойственное происхождение**. Во время эмбрионального развития у них в большинстве случаев закладывается сегментированный целом . Впоследствии стенки целомических мешков разрушаются, и целомические полости сливаются как друг с другом, так и с остатками первичной полости тела, формируя смешанную полость тела, - **миксоцель**.
- полость тела делится на три отдела двумя **диафрагмами** (перегородками). Со спинной стороны – **перикарлиальный синус**. С брюшной стороны – **периневральный синус**

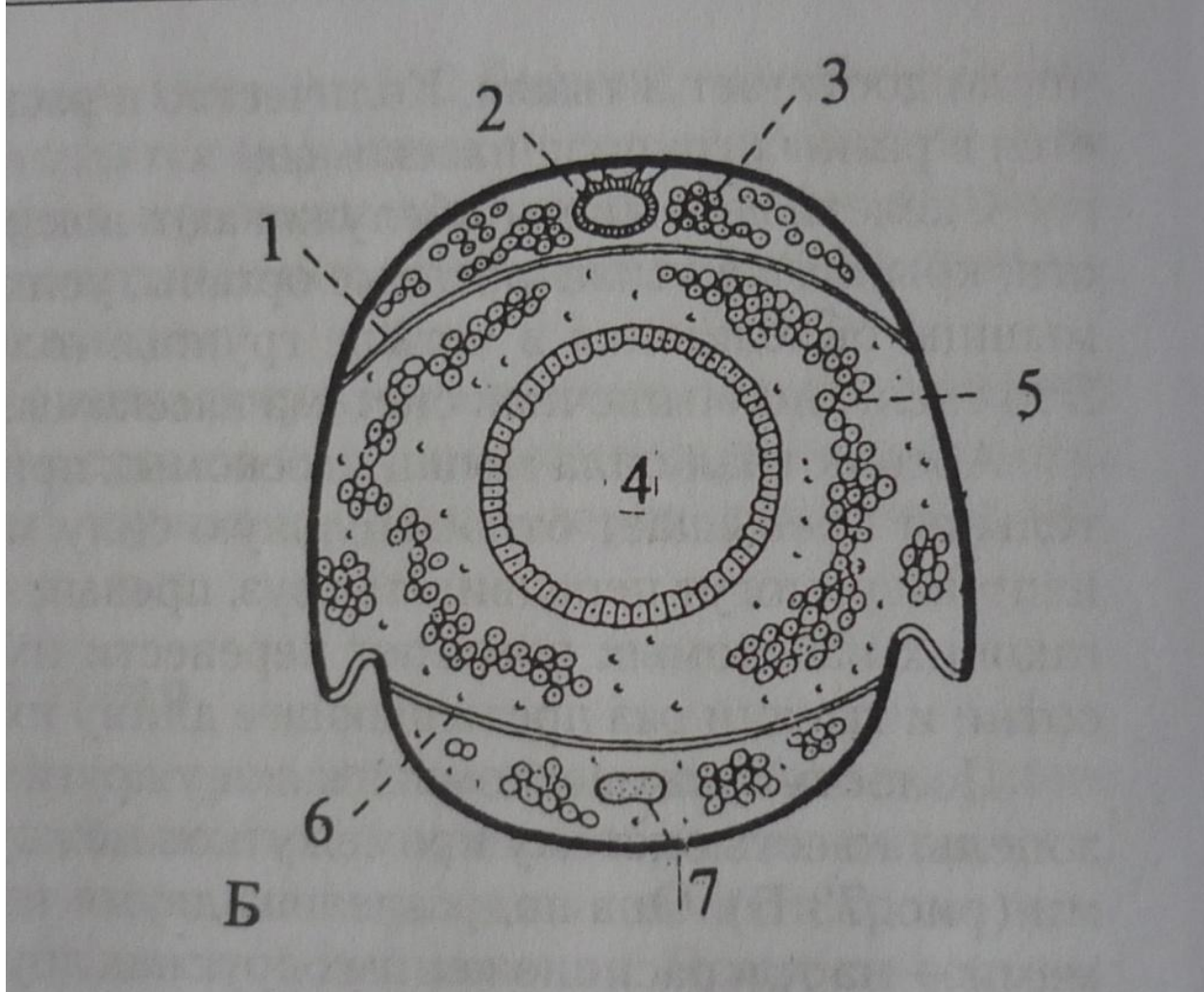


Схема поперечного разреза тела насекомого . 1 – верхняя диафрагма, 2- спинной сосуд (сердце), 3- перикардимальные клетки,  
4 – кишечник, 5- клетки жирового тела,  
6- нижняя диафрагма, 7 - брюшная нервная цепочка..

# • Пищеварительная система членистоногих

- Сквозная, состоит из переднего среднего и заднего отделов, заканчивается анальным отверстием.
- Эктодермальные отделы (передняя и задняя кишка) имеют кутикулярную **хитиновую выстилку**
- Имметя **ротовой аппарат**, сформированный из видоизменённых конечностей, служащий для захвата и первичного измельчения пищи.
- С разными отделами кишечного тракта связаны железы, секретирующие пищеварительные ферменты: **слюнные, печень, пилорические придатки.**

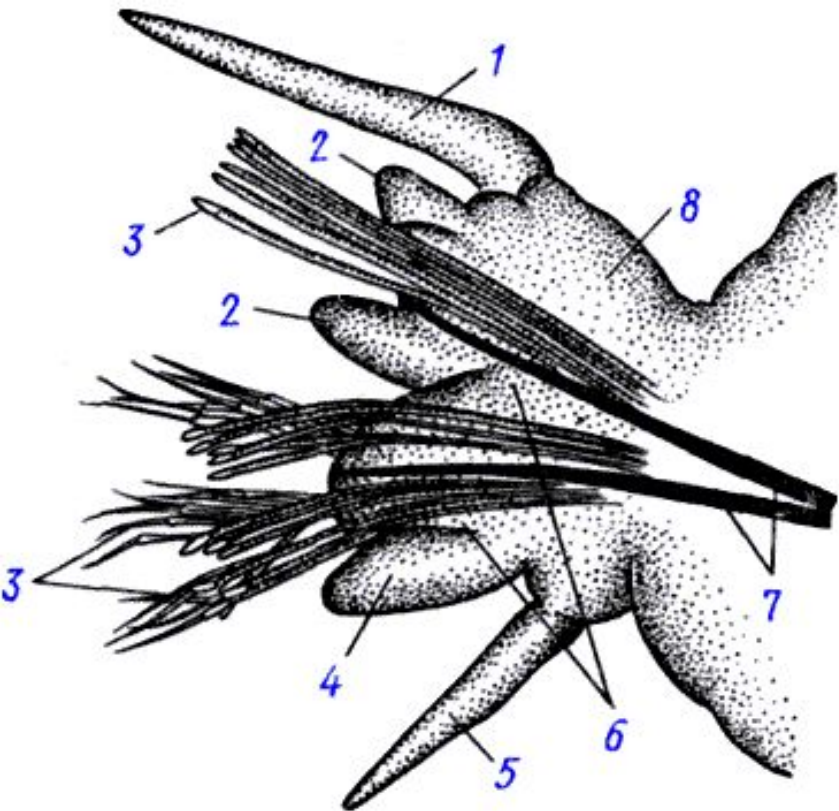
**Печень** образуется как выпячивания среднего кишечника, в ней вырабатываются ферменты, а также происходит внутриклеточное пищеварение, её клетки способны к фагоцитозу.

- В зависимости от образа жизни и питания изменяется длина кишечника и соотношение его отделов. Обрато пропорционально связаны размер печени и среднего кишечника. У растительноядных длина кишечника относительно больше, чем у плотоядных.
- Желудок может делиться на несколько отделов (жевательный – механическое измельчение и пилорический – ферментативная обработка)

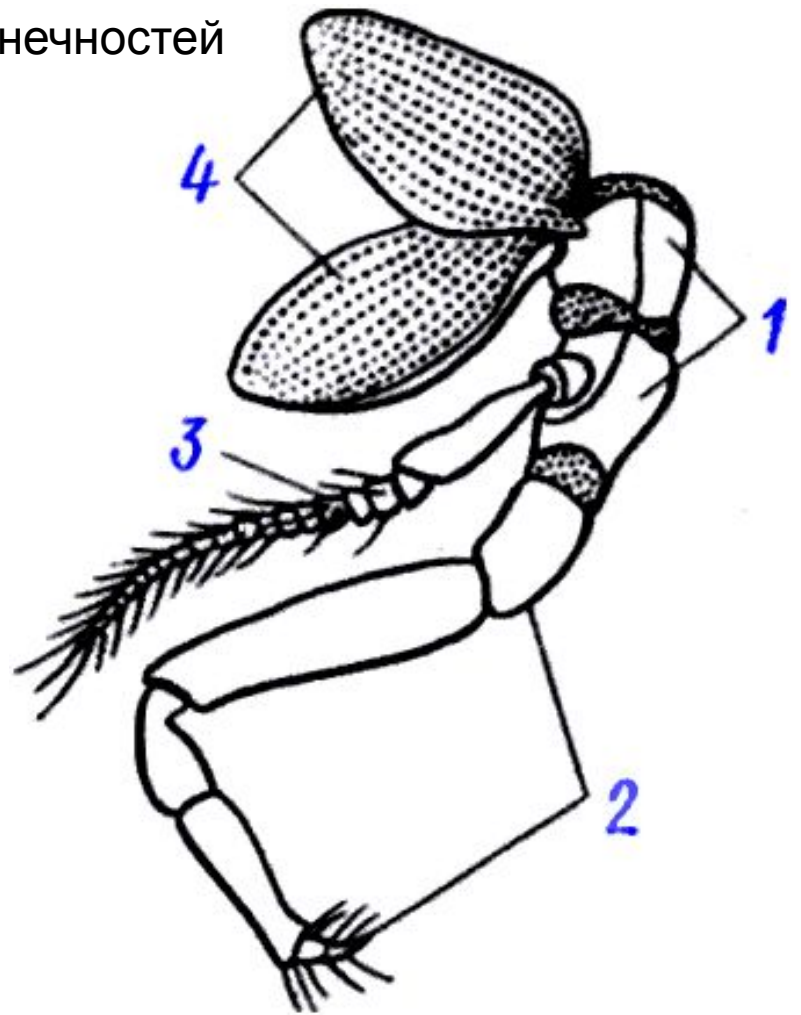
# Дыхательная система членистоногих

- Органы дыхания **разнообразны** в разных подтипах и классах.
- Они могут быть представлены **жабрами, трахеями или лёгкими**. У некоторых представителей, имеющих мелкие размеры (планктонные рачки, некоторые клещи) специализированные органы дыхания могут отсутствовать и газообмен осуществляется через всю поверхность тела.
- **Жабры** ракообразных возникают как производное образование эпиподита конечностей или как кожные выросты непосредственно над эпиподитами.
- **Лёгкие** хелицерных также происходят от видоизменённых брюшных конечностей.
- **Трахеи** являются эволюционно новыми образованиями и представляют собой систему полых трубок внутри тела, открывающиеся наружу отверстиями – стигмами. Свойственны всем трахейным и части хелицерных членистоногих.

Гомология строения параподий полихет и конечностей Ракообразных.



**параподия nereis pelagica (по Иванову):** 1-спинной усик, 2-лопасти нотоподия, 3-щетинки, 4-лопасти невроподия, 5-брюшной усик, 6-невроподий, 7-ацикула, 8-нотоподий



**Схема строения примитивной конечности ракообразных (по Снодграссу):** 1 - протоподит, 2 - эндоподит, 3 - экзоподит, 4 - эпиподиты - дыхательные придатки

# • Кровеносная система членистоногих

- характеризуется появлением центрального пульсирующего органа - **сердца**,. Вместе с тем кровеносная система становится **незамкнутой**: имеются лишь главные кровеносные сосуды - **аорта** и **артерии**, из которых **гемолимфа** изливается в полость тела и омывает внутренние органы.
- Сердце лежит на спинной стороне тела и представляет собой членистую трубку разной длины. У высших представителей может значительно укорачиваться до нескольких сегментов. Остии - отверстия ведущие в камеры сердца.
- У членистоногих имеется **перикардий**, представляющий собой обособленный участок полости тела, окружающий сердце.
- **Гемолимфа** - жидкость двойственной природы, она частично соответствует настоящей крови, заполняющей кровеносную систему большинства кольчатых червей, а частично - целомической жидкости. Функции гемолимфы в основном соответствуют функциям крови.
- Гемолимфа из сердца по аорте движется вперёд, затем делится на артерии, несущие кровь к голове и другим органам. Там гемолимфа изливается в полость тела и омывает различные органы. Затем гемолимфа поступает в перикардий и через остии

# Органы выделения членистоногих

У **ракообразных** имеются экскреторные органы **метанефридиального типа** а головных сегментах, связанных с антеннами и максиллами. Обе пары сохраняются лишь у низших ракообразных, у большинства остаётся только одна из пар – ( **антеннальные** у личинок, **максиллярные** – у взрослых особей).

У **паукообразных** имеются аналогичные по происхождению **коксовые** железы, открывающиеся в предротовую полость. В подтипе Трахейные выделительные органы нефридиального строения полностью исчезают. Это связано с необходимостью экономить влагу при жизни в наземной среде. Их заменяют мальпигиевы сосуды.

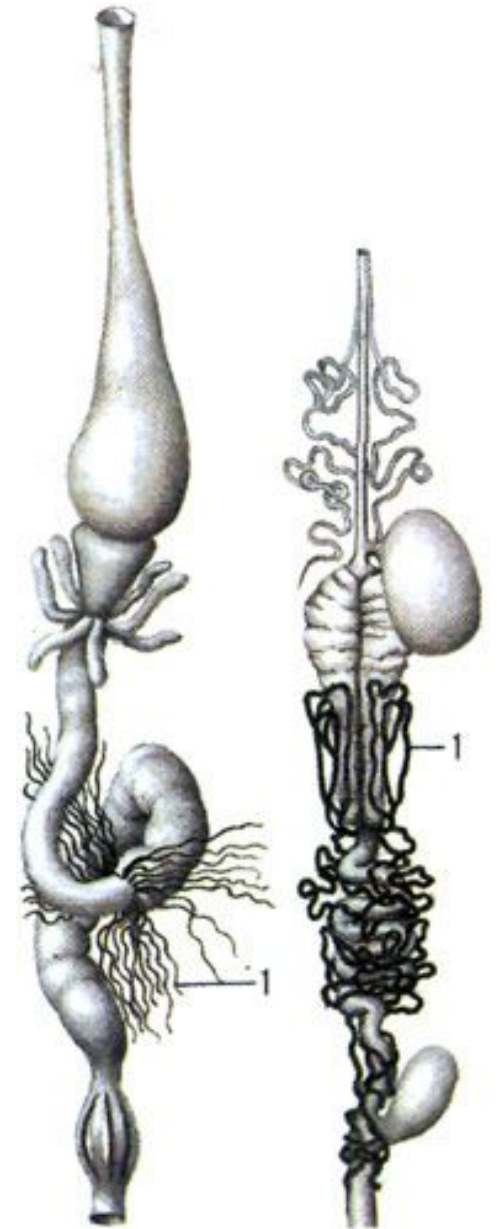




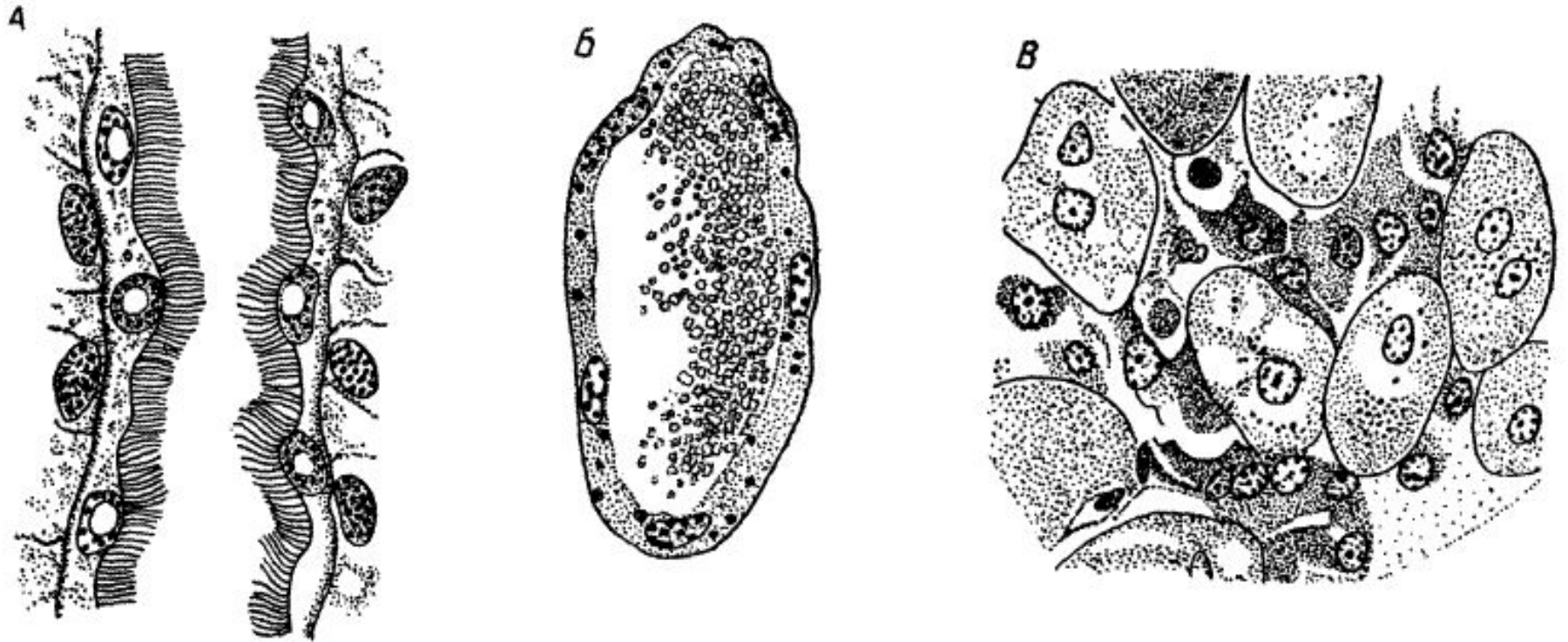
Во всех классах типа большую роль играют другие экскреторные механизмы, не связанные с нефродиальной системой.

у **Ракообразных** продукты обмена (аммиак) активно удаляются через всю поверхность тела или через жабры.

У **Хелицеровых и Трахейных** развиваются **мальпигиевы сосуды (1)** – выросты среднего кишечника, тонкие трубочки, слепо замкнутые с одного конца, другим открываются в просвет кишечника. У хелицеровых мальпигиевых сосудов пара, у насекомых – от 2 до 200. В Мальпигиевых сосудах происходит фильтрация целомической жидкости и выведение продуктов азотного обмена (гуанин, мочевая кислота)



Также для всех членистоногих характерно наличия «**почек накопления**». Обычно это клетки **нефроциты**, которые лежат в лакунах полости тела, в перикардальном синусе, в жировом теле у насекомых. Часть продуктов обмена может накапливаться в кутикуле и удаляться при линьке.



Р и с. 69. Выделительные органы пауков (по Милло).

А — продольный разрез мальпигиева сосуда *Araneus diadematus*; Б — поперечный разрез через мальпигиев сосуда *Micrommata virescens*; В — нефроциты и одноклеточные эндокринные железы (более темные, мелкие клетки) *Loxosceles rufescens*.

## **Нервная система Членистоногих**

У Прimitивных представителей сохраняется НС Лестничного типа. У большинства представителей – НС типа брюшная нервная цепочка.

**НС лестничного типа** - сохраняются только двух нервных стволов, обычно на брюшной стороне тела.. Кроме того, у арthropод происходит опускание НС из эктодермы в мезодерму, что ведёт к её большей защищённости

**Брюшная нервная цепочка** – образуется при сближении с двух брюшных нервных стволов на центральной оси тела и практически полном их слиянии.

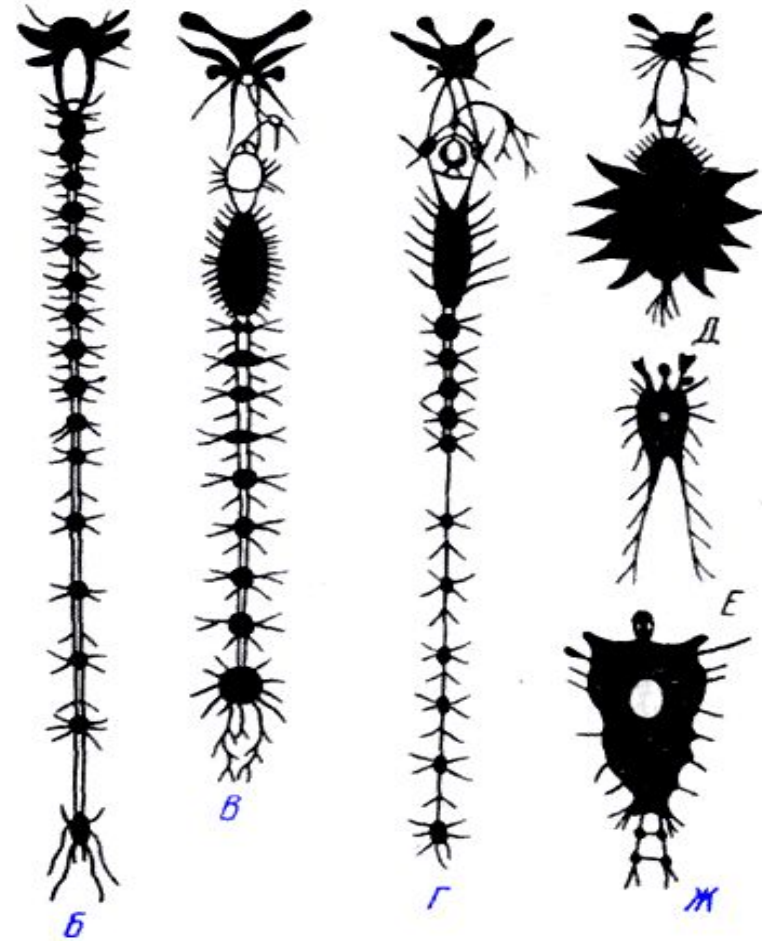


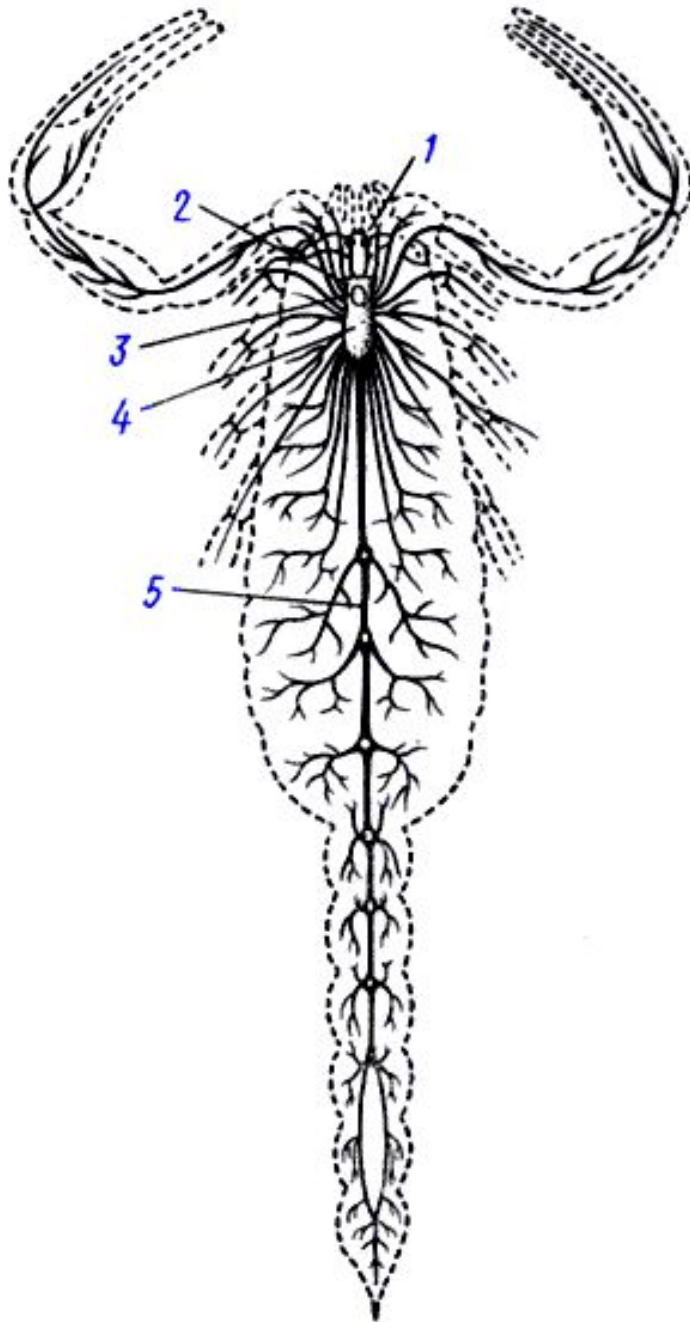
строение  
центрального  
нервного аппарата  
ракообразных отр.  
Anostraca;

# Брюшная нервная цепочка

является естественным продолжением и развитием лестничной НС, когда два ствола совершенно сближаются и практически сливаются в один. Наблюдается у всех классов **членистоногих**. От брюшной нервной цепочки отходит система периферических нервов. Сохраняется окологлоточное нервное кольцо и мозговой ганглий. Он часто крупный, имеет сложное строение.

Типы строения  
центрального  
нервного аппарата  
ракообразных  
Б - отр. Euphausiacea;  
В - отр. Stomatopoda;  
Г - отр. Decapoda -  
длиннохвостые  
Macrura; Д - отр.  
Decapoda - крабы;  
Е - отр. Sorapoda;  
Ж -  
подкл. Ostracoda





Нервная система  
скорпиона  
*Androctonus* (из  
Ганштрома): 1 -  
глаза, 2 - мозг, 3 -  
окологлоточные  
коннективы, 4 -  
подглоточная  
ганглиозная масса,  
5 - брюшная  
нервная цепочка

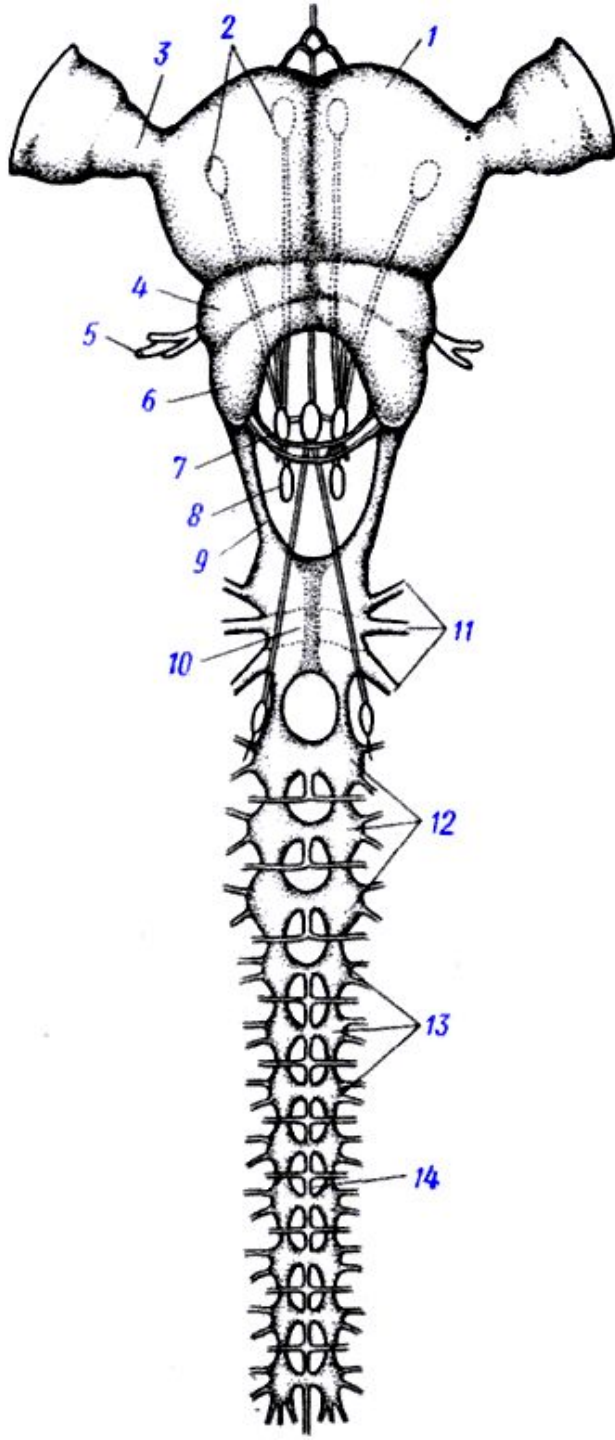
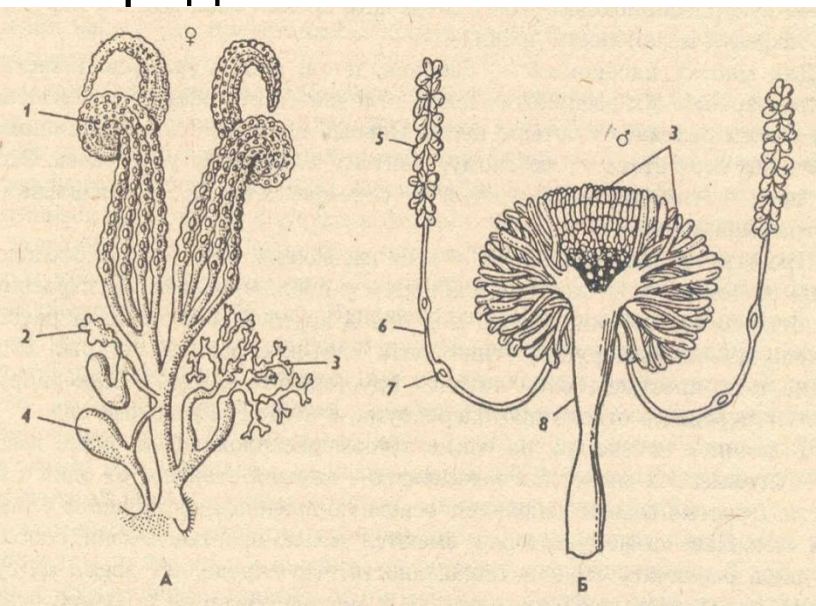


Схема строения нервной системы **насекомого** (из Вюрмбах):  
1 - **протоцеребрум**, 2 - нейросекреторные клетки, 3 - оптическая область мозга, 4 - **дейтоцеребрум**, 5 - антеннальный нерв, 6 - **тритоцеребрум**, 7 - кардиальные тела, 8 - прилежащие тела, 9 - окологлоточные коннективы, 10 - подглоточный ганглий, 11 - нервы, идущие к ротовым конечностям, 12 - ганглии грудных сегментов, 13 - ганглии брюшных сегментов, 14 - непарный нерв симпатической системы

- **Органы чувств членистоногих** хорошо развиты.
- Чувство осязания - часьи волосков и щетинок на поверхности антеннул, антенн и других конечностей
- волоски на антеннах являются органами химического чувства.
- у большинства десятиногих раков в основном членике антеннул имеетсястатоцист
- Глаза встречаются в двух формах. Во-первых, нередко имеется непарный лобный глаз, называемый часто науплиальным глазом.
- Во-вторых, большинство обладает парой сложных, или фасетированных, глаз, очень характерных для большинства членистоногих. Каждый такой глаз содержит множество мелких глазков, или омматидиев (у речного рака их больше 3000), тесно сближенных и отделенных друг от друга лишь тонкими прослойками пигмента.
- У насекомых появляются органы слуха, например, тимпаральный орган кузнечика.

- Членистоногие обладают только **половым способом размножения**, причем они, как правило, **раздельнополы**. Нередко имеется явственный наружный **половой диморфизм**.
- **Женская половая система:** пара яичников, яйцеводы с железистыми стенками для выработки питательных веществ яйца и оболочки. Половое отверстие обычно непарное. У многих возникают семяприёмники
- **Мужская половая система:** парные семенники, семяпроводы, часто тоже с железистыми стенками. Могут иметься расширения – семенные пузырьки., а также различные придаточные железы.



Половая система таракана.

А – самка, Б – самец.

1 – яичники, 2,3 – придаточные железы,  
4- семяприёмник.

6– семяпровод, 5 – семенник, 7 –  
семенной пузырёк, 8 –  
семяизвергательный канал



## **Оплодотворение:**

**Наружное** встречается у некоторых ракообразных

**Внутреннее и наружно-внутреннее** (сперматофорное) встречается во всех классах.

В качестве совокупительных органов могут выступать брюшные конечности -уроподы (ракообразные), или возникают специальные - эдеагус насекомых. Для введения сперматофора могут использоваться ходильные ноги, педипальпы.

## **Развитие членистоногих**

Обычно происходит **с метаморфозом**. Личинки различные в разных классах. Редко ( в классе паукообразных) встречается прямое развитие. Рост и развитие личинок сопровождается линьками.

Редко встречается сложный жизненный цикл **с чередованием партеногенетического и полового поколений**. У большинства **жизненный цикл простой**.

# Подтип жабродышащие BRANCHIATA

## Надкласс ракообразные Crustacea

- Морские и пресноводные членистоногие. Около 42 тысяч видов. Обычно донные или планктонные организмы активно передвигающиеся, реже прикреплённые. Есть паразитические виды. Редко встречаются наземные представители, но обитают они во влажных местах.
- Размеры от 0,1 мм до 60 см. Одиночные животные.
- В настоящее время ракообразных разделяют на 10 самостоятельных классов: Remipedia, Cephalocarida, Branchiopoda (жаброногие), Ostracoda (ракушковые рачки), Mystacocarida, Copepoda (веслоногие рачки), Tantulocarida, Branchiura, Cirripedia (усоногие раки), Malacostraca (высшие раки).



*Ракообразные. Верхний ряд, слева направо: спелеонектес (ремипедии), дафния (ветвиусые), триопс (щитни), артемия (жабронोगи). Нижний ряд, слева направо: морской жёлудь (усоногие), морская уточка (усоногие), циприс (ракушковые), диаптомус (веслоногие)*



*Высшие раки. Верхний ряд, слева направо: обыкновенная мокрица (равноногие), норвежский криль (эуфазиевые), морская козочка (разноногие), погребная мокрица (равноногие). Нижний ряд – десятиногие высшие раки, слева направо: широкопалый речной рак, пальмовый вор, голубой краб-плавунец, тропический наземный рак-отшельник*

# Внешнее строение ракообразных

- Тело состоит из 3 тагм: головы (или цефалон), груди (торакс) и брюшка (абдомен)
- **Цефалон** (голова) – состоит из головной лопасти- **акрона** и 4 слившихся сегментов тела. Каждый из этих сегментов несёт свои придатки. На акроне находятся **глаза и антеннулы**, на 1 сегменте - **антенны**, на 2 – **мандибулы** (верхние челюсти), на 3 – **максиллы I (или максиллулы)**, на 4 – **максиллы II**. Также выделяется маленький щиток – верхняя губа, лежащий спереди на акроне.
- Все придатки головы кроме антеннул - **двуветвистые**.
- Антенны и антеннулы являются органами осязания и обоняния. Мандибулы и максиллы – **ротовые органы**, служащие для захвата и измельчения пищи.
- Сегменты головы слиты между собой и внешне границы между ними незаметны.
- **Карапакс** – разросшийся щиток заднего края головы. У разных групп раков его размеры различны, от небольших, не выходящих за пределы головных сегментов, до крупных, прикрывающих всю голову, голову и грудь или даже всё тело целиком ( у Остракод). Спереди его вырост, прикрывающих сверху переднюю часть головы называется **ростром**.
- У многих раков голова сливается с частью грудных сегментов, образуя **гнатоторакс**.

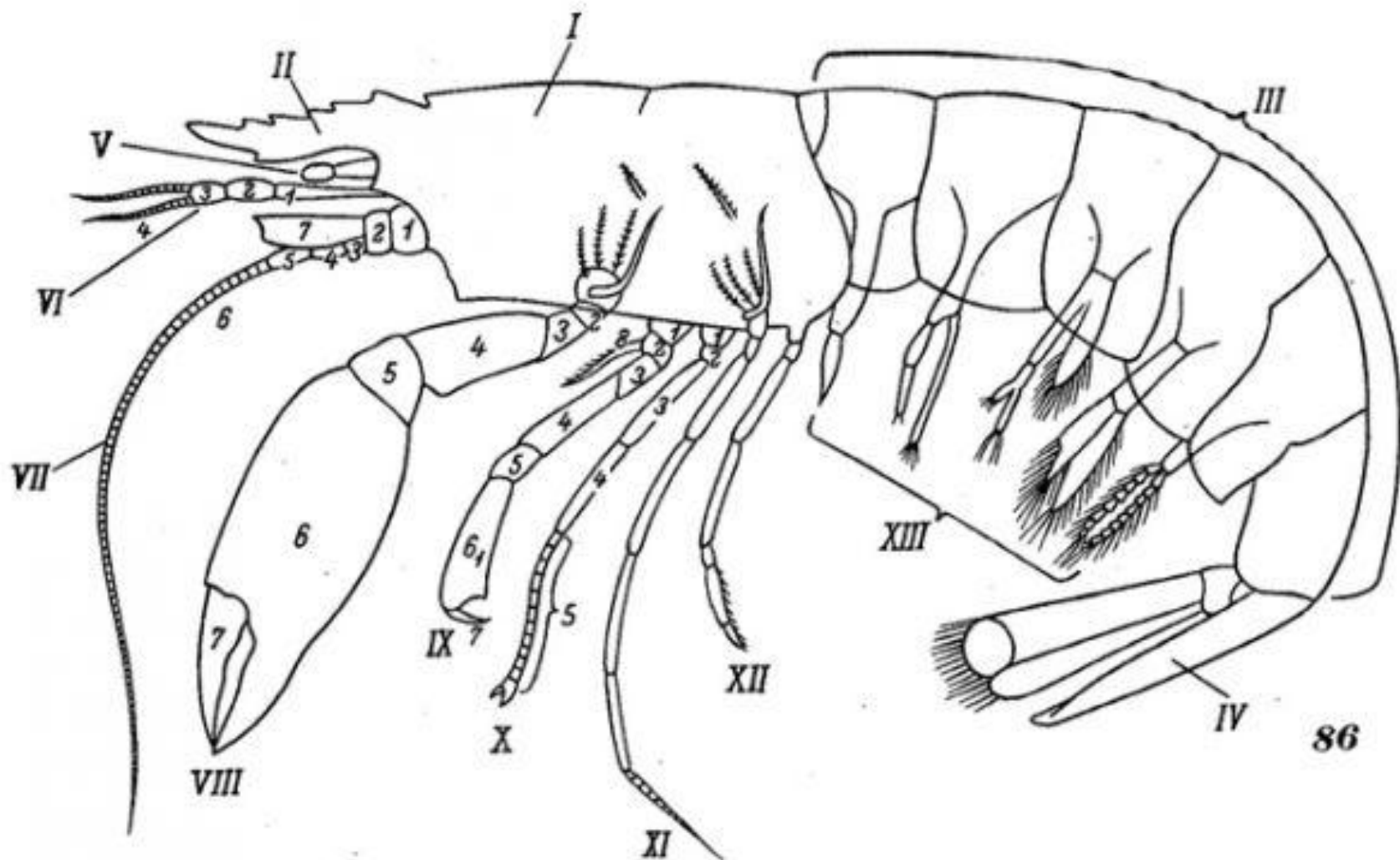
## **Торакс** – грудь.

- Количество сегментов может различаться от 3-4 до нескольких десятков, у высших раков – всегда 8.
- Все сегменты торакса несут двуветвистые конечности. Общее основание конечности называется **протоподит**. От него отходит две ветви – **экзоподит** (наружная или верхняя) и **эндоподит** (внутренняя или нижняя). Каждая из них состоит из нескольких члеников, подвижно соединённых между собой.
- Часто развивается ещё наружный придаток конечности – **эпиподит**, выполняющий дыхательную функцию, то есть является жаброй.
- В целом конечности груди могут выполнять плавательную, дыхательную, опорную функции, участвовать в сборе и удержании пищи.
- У высших раков из 8 пар конечностей груди первые три захватывают и удерживают пищу, относятся к ротовым органам и называются **максиллоподы (ногочелюсти)**. Сегменты груди, несущие максиллоподы, часто слиты с головой – **гнатоторакс**.
- Остальные пять пар грудных конечностей высших раков называют ходильными ногами (**переподами**). Часто первая из них заметно укрупнена и несёт хватательную **клевню**.

## **Абдомен** – брюшко

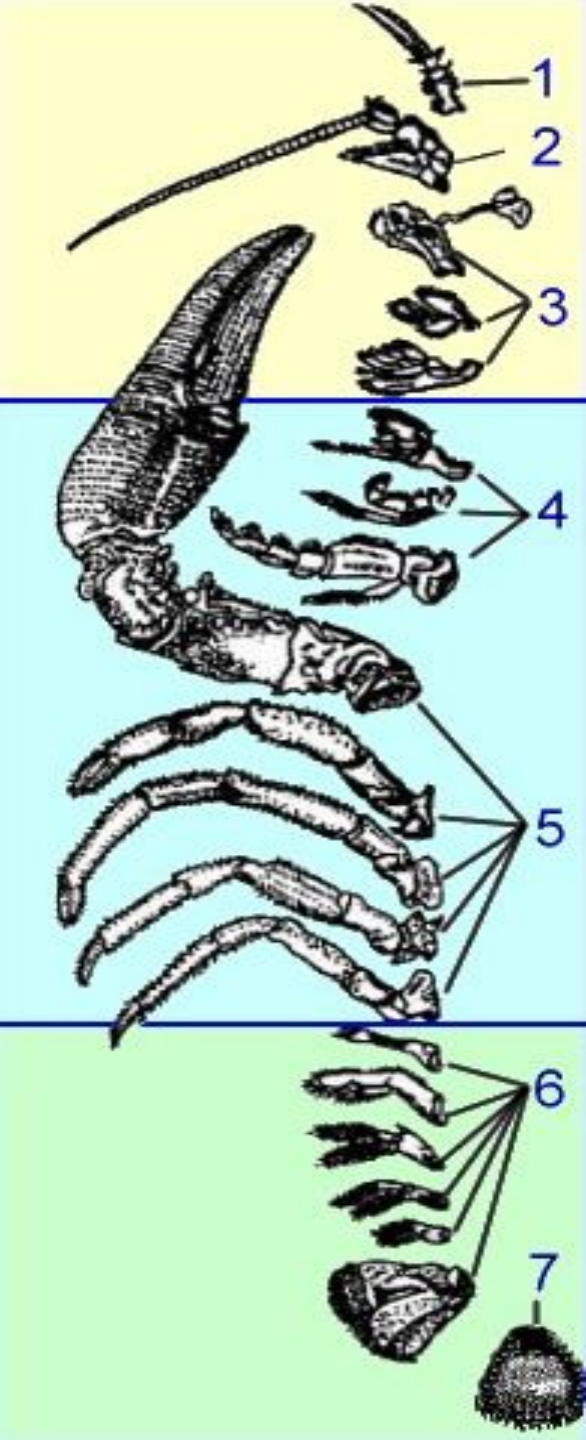
Число сегментов различно, у высших раков – 6-7. Конечности могут отсутствовать или выполняют различные функции (совокупительных органов, удержания икры, плавания т.д.)

**Тельсон** – последний сегмент брюшка, его придатки **уроподы** образуют хвостовой плавник.



86

Схема строения десятиногого ракообразного: *I* — головогрудный панцирь, или карапакс; *II* — рострум; *III* — брюшные сегменты; *IV* — хвостовая пластинка — тельсон; *V* — глаз; *VI* — I антенна: 1—3 — членики стебля, 4 — бичики; *VII* — II антенна: 1—5 — членики стебля, 6 — бичик, 7 — чешуйка; *VIII*—*XII* — ходильные ноги: 1—5 — членики ноги, 6 — ладонь настоящей клешни, 6<sub>1</sub> — ладонь ложной клешни, 7 — палец, 8 — наружная ветвь ноги — экзоподит; *XIII* — брюшные ноги.



## Конечности речного рака

Голова:

1 – антенулы

2 – антенны

3 – мандибулы + 2 пары максилл

Грудь

4 – максиллоподы

5 – ходильные ноги ( 1 пара хватательная клешня)

Брюшко

6 – брюшные конечности

7 – хвостовая лопасть

## ракообразных.

В целом соответствует описанию ПС в типе (см. выше).

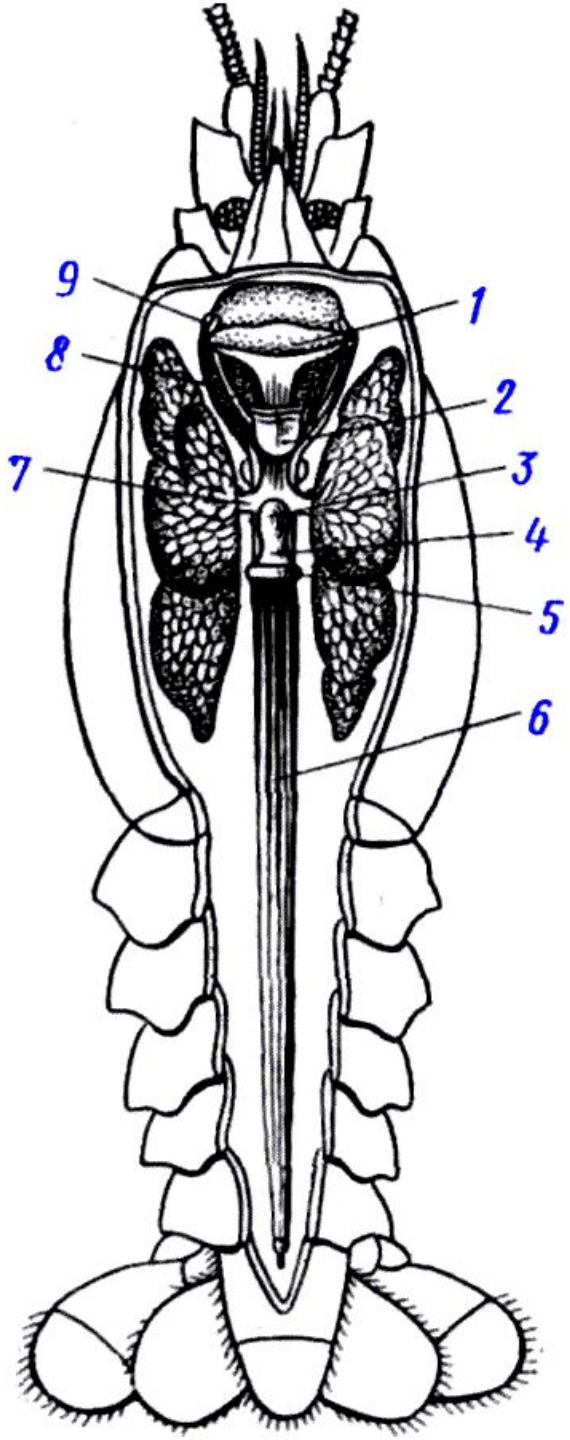
Для захвата и измельчения пищи используются видоизменённые конечности – максиллы 2 пары, мандибулы и максиллоподы – 3 пары.

Желудок состоит из эктопермального жевательного отдела, содержащего жесткие хитиновые гребни для перетирания пищи и энтопермального пилорического отдела.

Средняя кишка очень короткая, пищеварение идёт большей частью в печени. Она крупная, из нескольких лопастей.

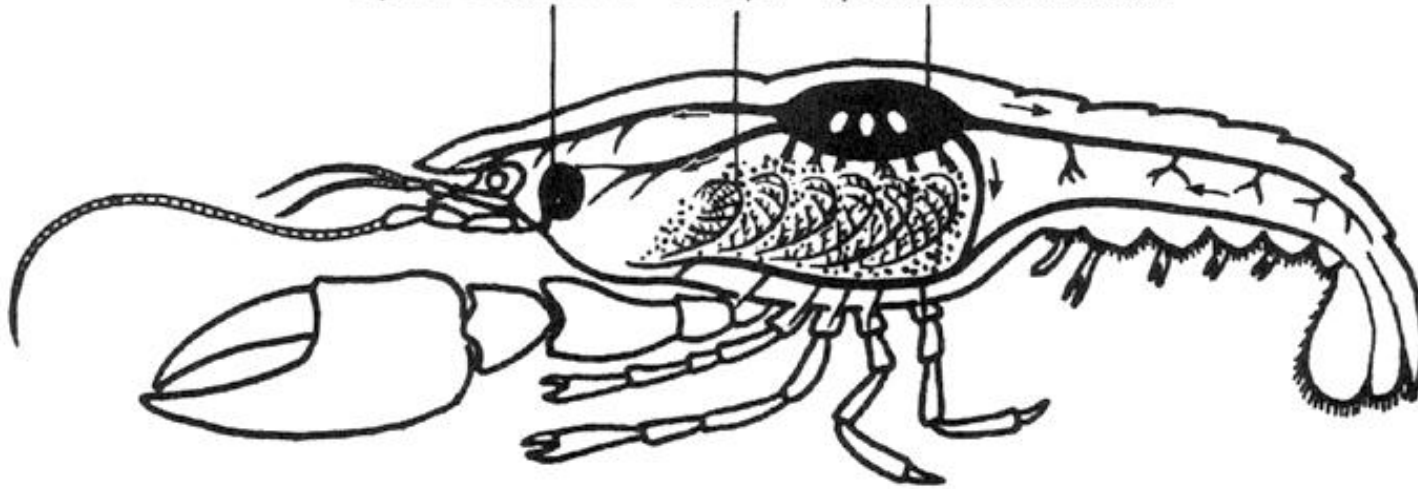
### **Рис. Пищеварительный канал речного рака (по Гексли):**

1 - желудок, 2 - пилорическая часть желудка, 3 - слепой дорзальный вырост средней кишки, 4 - средняя кишка, 5 - валик, отделяющий среднюю кишку от задней, 6 - задняя кишка, 7 - проток печени, 8 и 9 - гребни на стенке желудка





Орган выделения Жабры Кровеносная система



## Дыхательная система ракообразных

У раков для дыхания служат кожные **жабры**. Это **эпиподиты**, пластинчатые или ветвистые тонкостенные выросты, отходящие от протоподитов ног. Чаще всего они развиты на грудных конечностях. У представителей отряда Decapoda жабры сидят под боковыми краями головного щита карапакса внутри особой жаберной полости; развиваясь сначала на протоподитах грудных ног, они впоследствии частью переходят и на боковую стенку самого тела. При этом жабры Decapoda располагаются продольными рядами. Жабры одного ряда сохраняют первичное положение на протоподитах ног, жабры другого помещаются на местах соединения протоподитов с телом, тогда как в третьем ряду они сидят уже на боковой стенке тела.

Мелкие ракообразные могут не иметь специальных органов дыхания.

- **Кровеносная система ракообразных**

находится в зависимости от степени развития органов дыхания. Там, где дыхание совершается через всю поверхность тела, от нее сохраняется только сердце или же кровеносная система исчезает целиком. У более примитивных форм сердце имеет метамерное строение: оно образует трубку, идущую по спинной стороне вдоль всего тела и снабженную в каждом сегменте парой

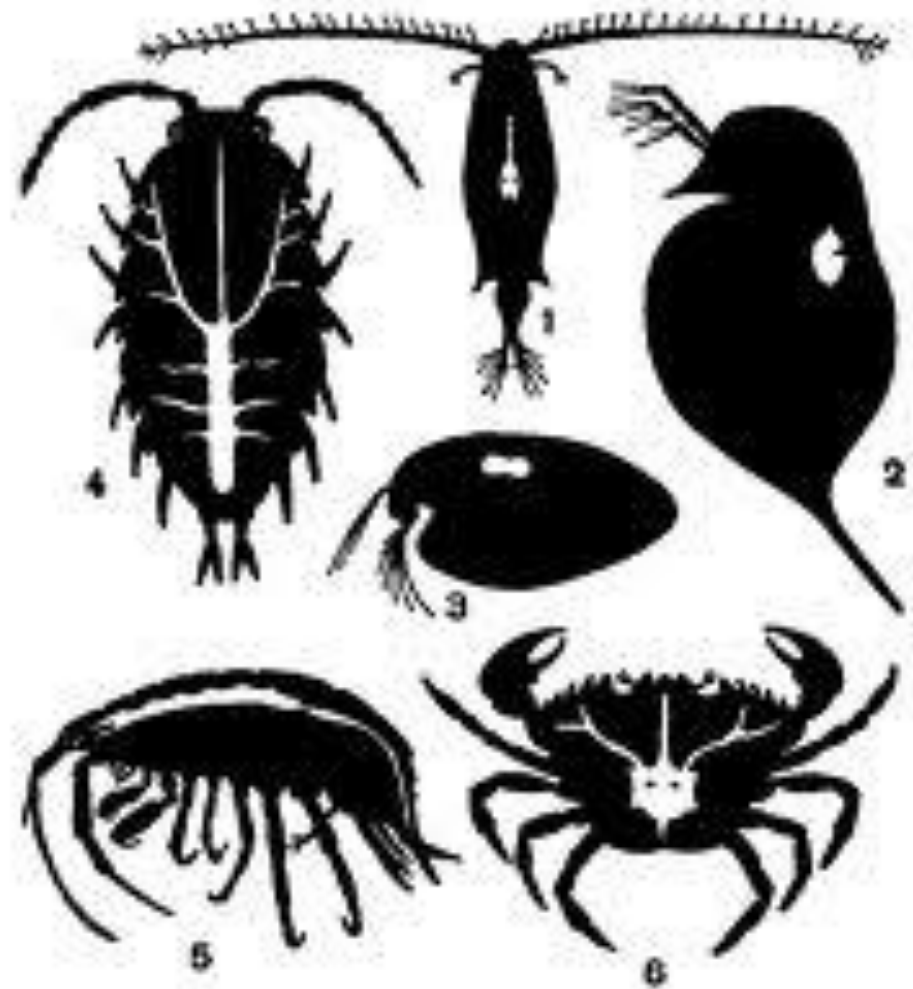


Рис. 189. Кровеносная система разных ракообразных:

1 — веслоногих; 2 — ветвистоусых; 3 — ракушковых;  
4 — равноногих; 5 — бокоплавов; 6 — десятиногих.

У речного рака **сердце** небольшой мешочек с тремя парами **остий**. От переднего, а нередко и от заднего конца сердца отходит по крупному сосуду - передняя и задняя аорты. У речного рака от сердца, лежащего в перикардии, отходят **несколько крупных сосудов**. Сосуды сначала ветвятся, потом обрываются, гемолимфа изливается прямо в полость тела. Из полости тела гемолимфа по хорошо развитой системе **венозных синусов** течет в жабры. Оттуда по особым **жаберно-сердечным каналам** она направляется в **перикардий**. Из перикардия гемолимфа через остии поступает в сердце.

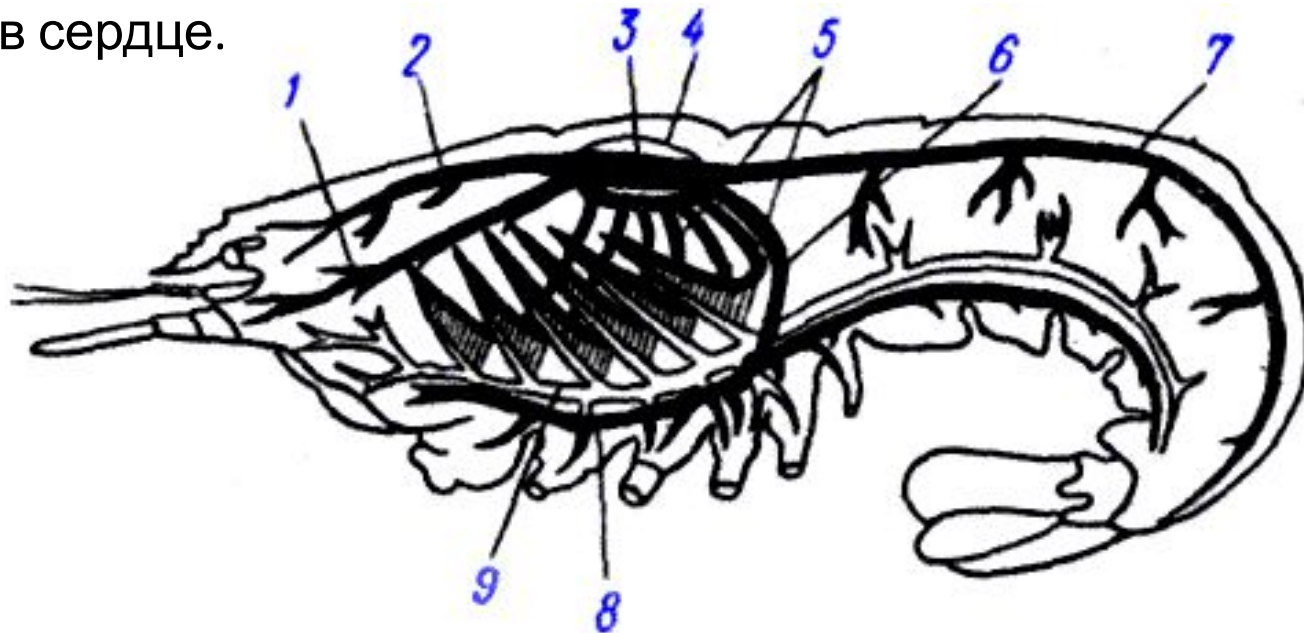
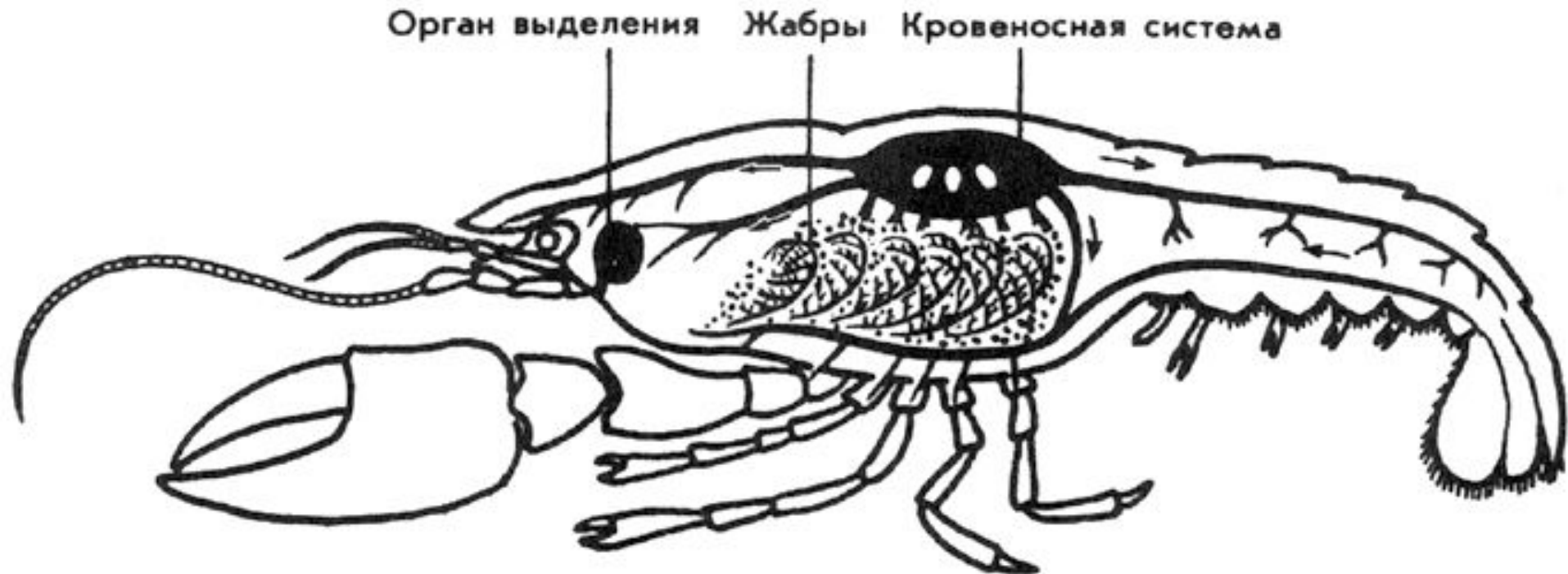


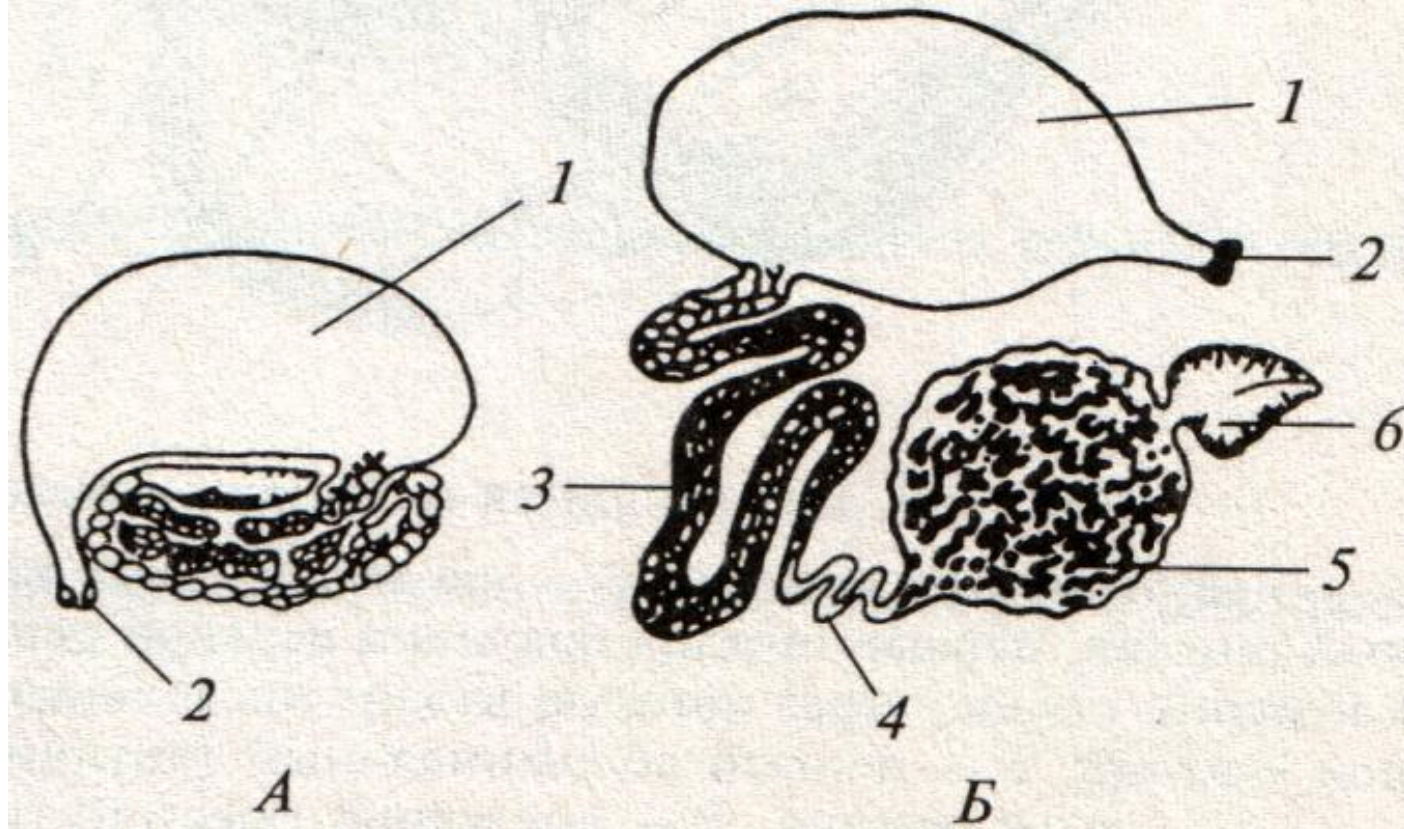
Схема кровеносной системы речного рака (по Гегенбауэру): 1 - антеннальная, сяжковая артерия, 2 - передняя аорта (глазная артерия), 3 - сердце, 4 - перикардий, 5 - жаберносердечные каналы, 6 - нисходящая артерия, 7 - задняя (верхняя брюшная) артерия, 8 - поднервная артерия, 9 - брюшной венозный синус

# Органы выделения членистоногих

У **ракообразных** имеются экскреторные органы **метанефридиального типа** в головных сегментах, связанных с антеннами и максиллами. Обе пары сохраняются лишь у низших ракообразных, у большинства остаётся только одна из пар – (**антенальные** у личинок, **максиллярные** – у взрослых особей).

Также продукты обмена у рака выделяются через жабры. Часть нерастворимых продуктов может откладываться в кутикуле с удаляться во время линьки.





Антеннальная железа речного рака:

А – в естественном состоянии; Б - в расправленном виде:

1 – мочевой пузырь, 2 – выделительная пора, 3 – белый канал, 4 прозрачный канал, 5 – зелёный канал, 6 – целомический мешочек.

## **Нервная система ракообразных**

Состоит из **парных надглоточных (мозговых) ганглиев, окологлоточного нервного кольца и брюшной нервной цепочки.**

У ряда примитивных представителей (класс жаброногие) нервные стволы широко разнесены и соединены между собой комиссурами, то есть сохраняется **НС лестничного типа.**

У высших раков наблюдается тенденция к **объединению ганглиев** брюшной цепочки и её укорочению (**олигомеризация**). А у некоторых (крабы) вся цепочка сливается в один узел.

Мозговые ганглии крупные и состоят из 2-3 отделов. **Протоцеребрум** – иннервирует акрон и глаза, **Дейтоцеребрум** – антеннулы, **Тритоцеребрум** – антенны, но он развит не у всех, у большинства нервы к антеннам отходят от окологлоточного кольца.

## **Органы чувств**

**Глаза** – простые или сложные фасеточные. **Фасеточный глаз** состоит из отдельных простых глазков – **омматидиев**, каждый воспринимает часть изображения, поэтому зрение называется мозаичным.

**Статоцисты** – органы равновесия

**Органы осязания и обоняния** – волоски (сенсиллы), сосредоточенные на антеннах и антеннулах, и ногах.

# Половая система и размножение ракообразных

Большинство **раздельнополы**, редко **встречаются гермафродиты**, в основном только сидячие неподвижные виды.

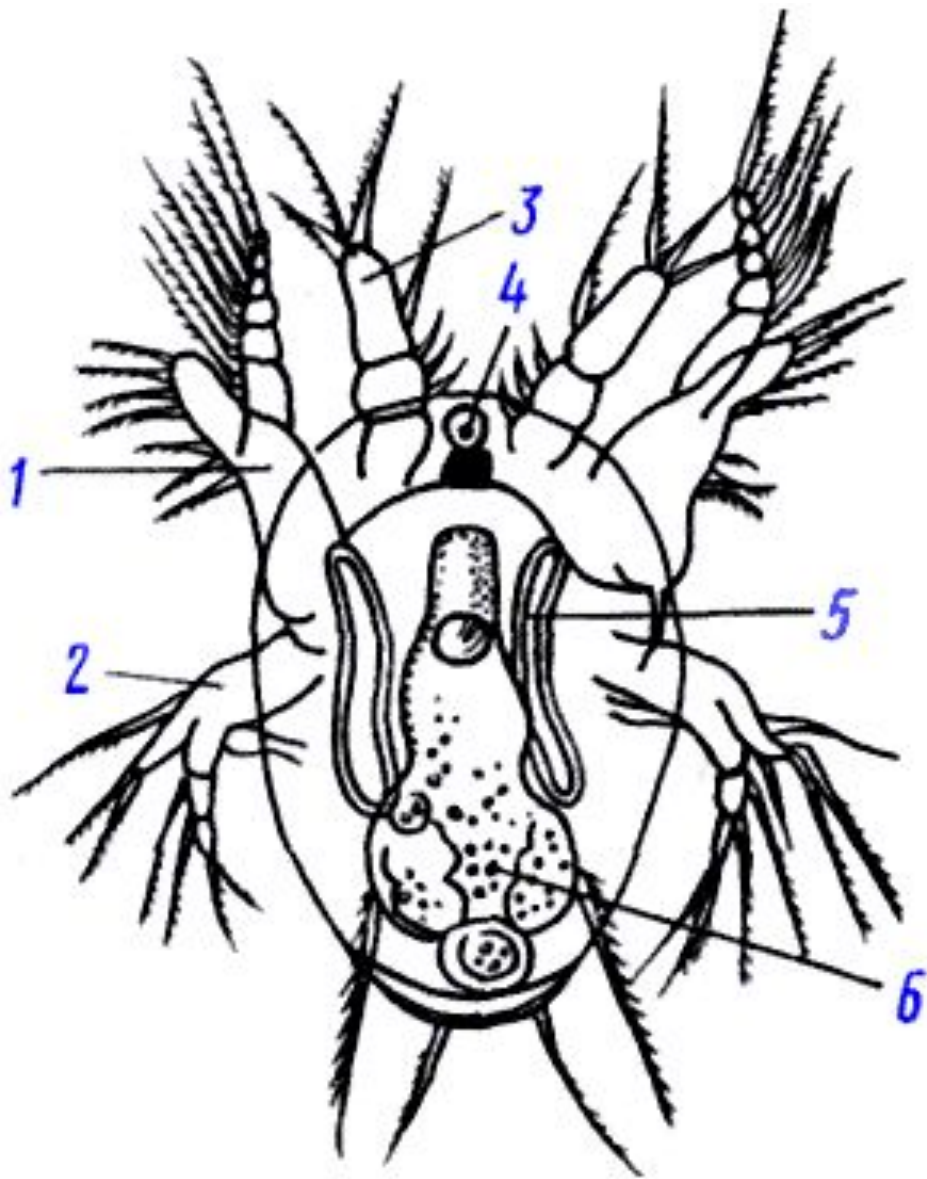
Встречается половой диморфизм. Например, у некоторых видов самцы очень малы и паразитируют на самках.

Половые железы (**яичники или семенники**) парные, иногда частично срастаются. Выводные протоки – **семяпроводы или яйцеводы** парные и открываются наружу обычно парными **половыми отверстиями**. Нижняя часть семяпроводов часто имеет железистые стенки, которые выделяют оболочку, склеивающую сперматозоиды в сперматофоры.

**Оплодотворение** встречается как **наружное**, так и **внутреннее** или **сперматофорное**. Совокупительными органами у самцов служат видоизменённые брюшное конечности (гоноподы).

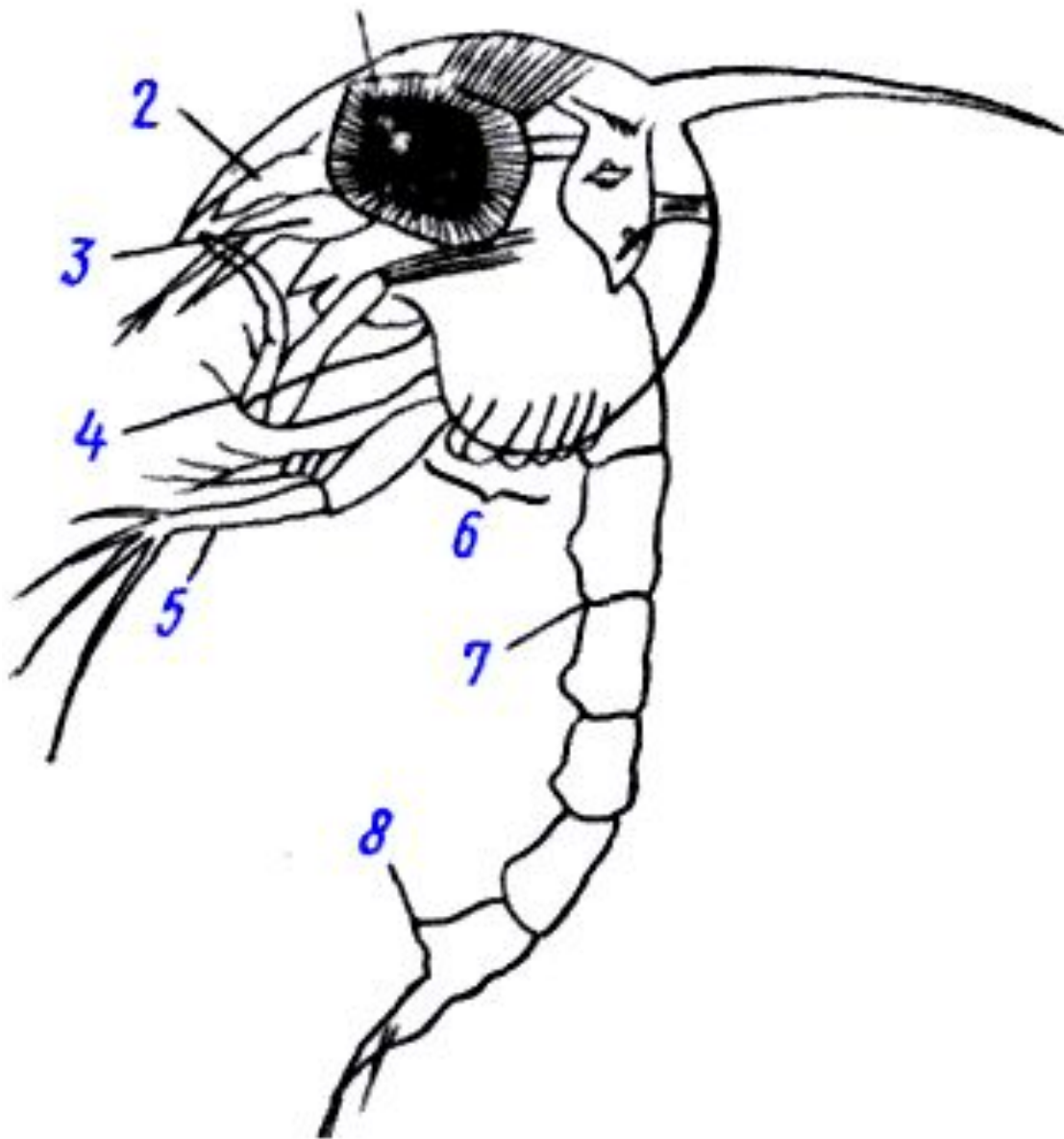
Развитие обычно с **метаморфозом**. Ряд личинок, постепенно усложняющегося строения сменяет друг друга. 1 стадия – **науплиус**, 2 стадия – **метанауплиус**, 3- **зоэа**, 4 – **мизида**.

Часть стадий может проходить в яйце и из яйца выходит уже зоэа ( у крабов). Наконец, у речных раков развитие идёт вообще без метаморфоза, **прямое**, из яйца появляется сразу молодой полностью сформированный рачок.

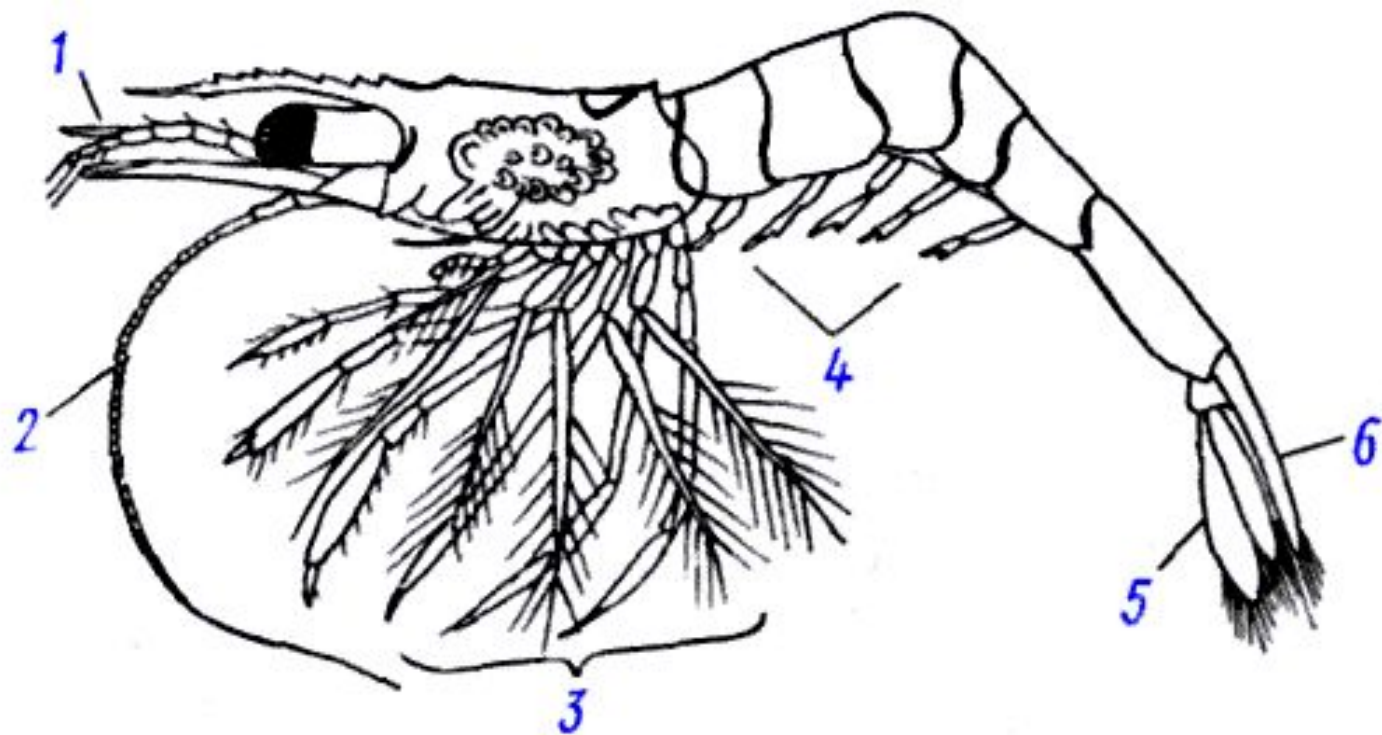


Личинка науплиус циклопа *Cyclops* (отр. Соперода) (по Клаусу): 1 - антенна, 2 - мандибула, 3 - антеннула, 4 - науплиальный глаз, 5 - антеннальная выделительная железа, 6 - кишечник





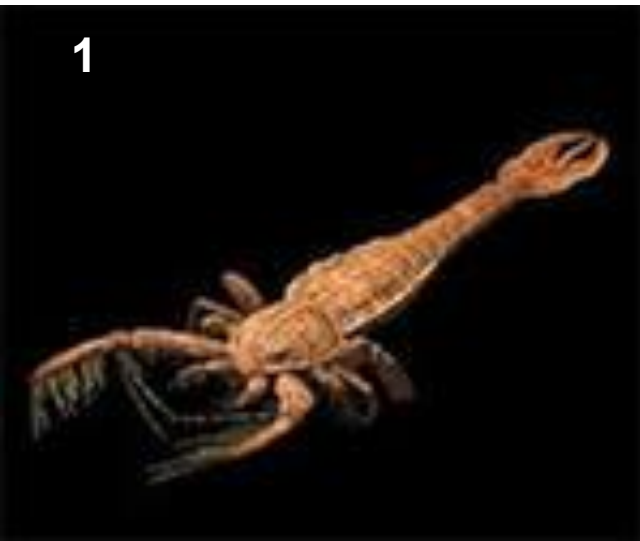
Личинка зоеа краба  
Mala (по Клаусу): 1 -  
сложный глаз, 2 -  
антеннула, 3 -  
антенна, 4, 5 -  
ногочелюсти, 6 -  
зачатки грудных ног, 7  
- брюшко, 8 -  
последняя пара  
брюшных ножек



Мизидная личинка креветки *Pandalus* (по Сарсу): 1 - антеннула, 2 - антенна, 3 - грудные конечности, 4 - брюшные ножки, 5 - хвостовая плавательная ножка, 6 - тельсон

## ПОДТИП ХЕЛИЦЕРОВЫЕ (CHELICERATA)

- Подтип членистоногих, объединяющий как первичноводные формы с жаберным дыханием (мечехвосты и ракоскорпионы), так и наземные, с легочным и трахейным дыханием (паукообразные). В качестве ротовых придатков развиваются хелицеры. Около 85 тыс. видов.
- Включает три класса:
  - **КЛАСС МЕЧЕХВОСТЫ (XIPHOSURA)** (5 современных видов) – рис 2
  - **КЛАСС РАКОСКОРПИОНЫ (GIGANTOSTRACA)** (вымершая группа) – рис 1
  - **КЛАСС ПАУКООБРАЗНЫЕ (ARACHNIDA)**





*Пауки. Верхний ряд, слева направо: домашней паук, обыкновенный паук-птицеед, зелёная певцетия, кругопряд-нефрила. Нижний ряд, слева направо: каролинский тарантул, чёрная вдова, паук-бокоход, рыбный паук*



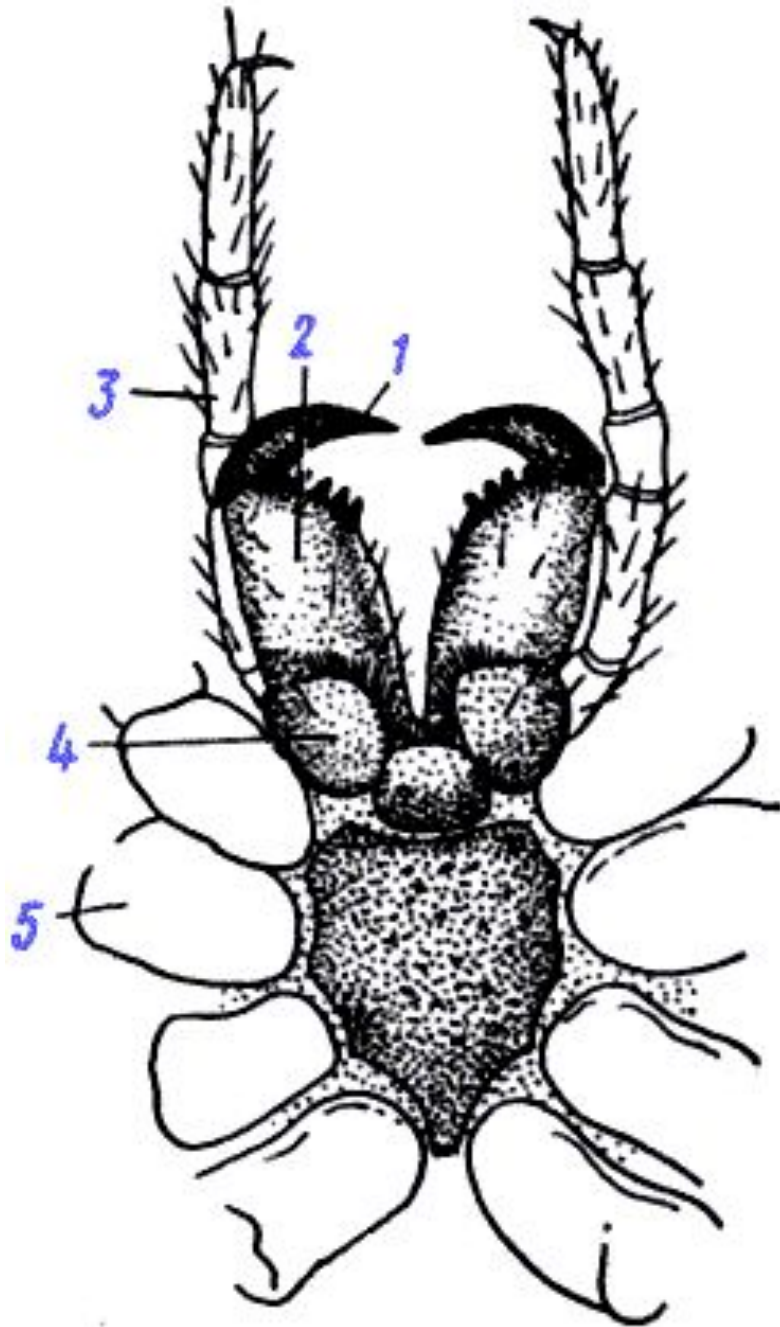
*Клещи. Верхний ряд – акариевые клещи, слева направо: чесоточный клещ, почвенный клещ, двупятнистый паутинный клещ, водяной клещ. Нижний ряд, слева направо: акариевые клещи (зерновой клещ), паразитические клещи (таёжный клещ, отобиус, клещ-краснотелка)*



*Паукообразные. Верхний ряд, слева направо: сольпуга эремобатес, обыкновенный сенокосец, гигантский телифон-мастигопроктус, мексиканский парафрин. Нижний ряд – скорпионы, слева направо: африканский скорпион, саблевидный скорпион, суперститиония, смерщевик*

## Внешнее строение хелицеровых.

- **Тагмы тела:** Тело состоит из головогруды и брюшка. **Головогрудь (просома)** возникает в результате объединения 7 сегментов: акрон +6 головных и грудных сегментов. На головогруды находится 6 пар одноветвистых конечностей.
- **Редуцированы у них антеннулы**, придатки головной лопасти (акрона). Усики или антенны отсутствуют, первая пара головогрудных конечностей превращена в **хелицеры**, которые служат для размельчения и раздавливания пищи. Вторая пара - **педипальпы** - меньше отличается от следующих за ней ходильных ног и несет чувствительную и нередко хватательную функцию. Хелицеры и педипальпы составляют ротовой аппарат.
- Далее имеется **4 пары ходильных ног**.
- Все конечности просомы одноветвистые
- **Брюшко (опистосома)** у низших представителей расчленено, имеет до 12 сегментов и тельсон, у паукообразных сегменты брюшка слиты.
- У некоторых представителей (отр. клещи) наблюдается полное слияние сегментов тела. Граница между просомой и опистосомой незаметна, тело мешковидное.
- Брюшко не имеет конечностей или они сильно видоизменены. Рудименты конечностей могут быть представлены **паутиными бородавками или лёгкими**.



### **Конечности паукообразных:**

Ротовые органы паука крестовика *Araneus diadematus* (по Иванову): 1 - конечный когтевидный членик хелицеры, 2 - основной членик хелицеры, 3 - педипальпа, 4 - жевательный вырост основного членика педипальпы, 5 - основной членик ходильной ноги .

• **Покровы** типичны для членистоногих. Состоят из **гиподермы**, лежащей на **базальной мембране** и сложной **кутикулы**. Основным её веществом является **хитин**, твёрдость которому придают **дубильные белки**. Кутикула пронизана многочисленными порами.

### • **Полость тела паукообразных**

• Как у всех членистоногих представлена **миксоцелью**, в которой выделяются отдельно участки **перикардия и периневрального синуса**.

### • **Пищеварительная система**

• Состоит из 3-х отделов. (см. хар-ку типа). Обладает рядом особенностей.

• **Ротовое отверстие очень узкое**, в которое проходит лишь жидкая пища.

• У **паукообразных** существует **внешнее пищеварение**. С помощью хелицер яд и ферменты впрыскиваются в тело жертвы, после чего пища поглощается в жидком переваренном виде. Протоки желёз, вырабатывающих ферменты открываются в хелицерах или вблизи их основания. Их базальные части часто срастаются, образуя предротовую полость.

• Передняя часть **пищевода** действует как насос, заменяя глотку (тж. называют сосательный желудок).

• **Средняя** кишка разделена на два отдела. Передний имеет многочисленные **выросты – дивертикулы**, они могут заполнять все пространство в полости тела и даже заходить в конечности. Там и осуществляется процесс переваривания и всасывания пищи.

• Задняя часть средней кишки- прямая, в неё впадают **мальпигиевы сосуды**.

• **Задняя кишка** формирует непереваренные остатки и заканчивается **анальным отверстием**.

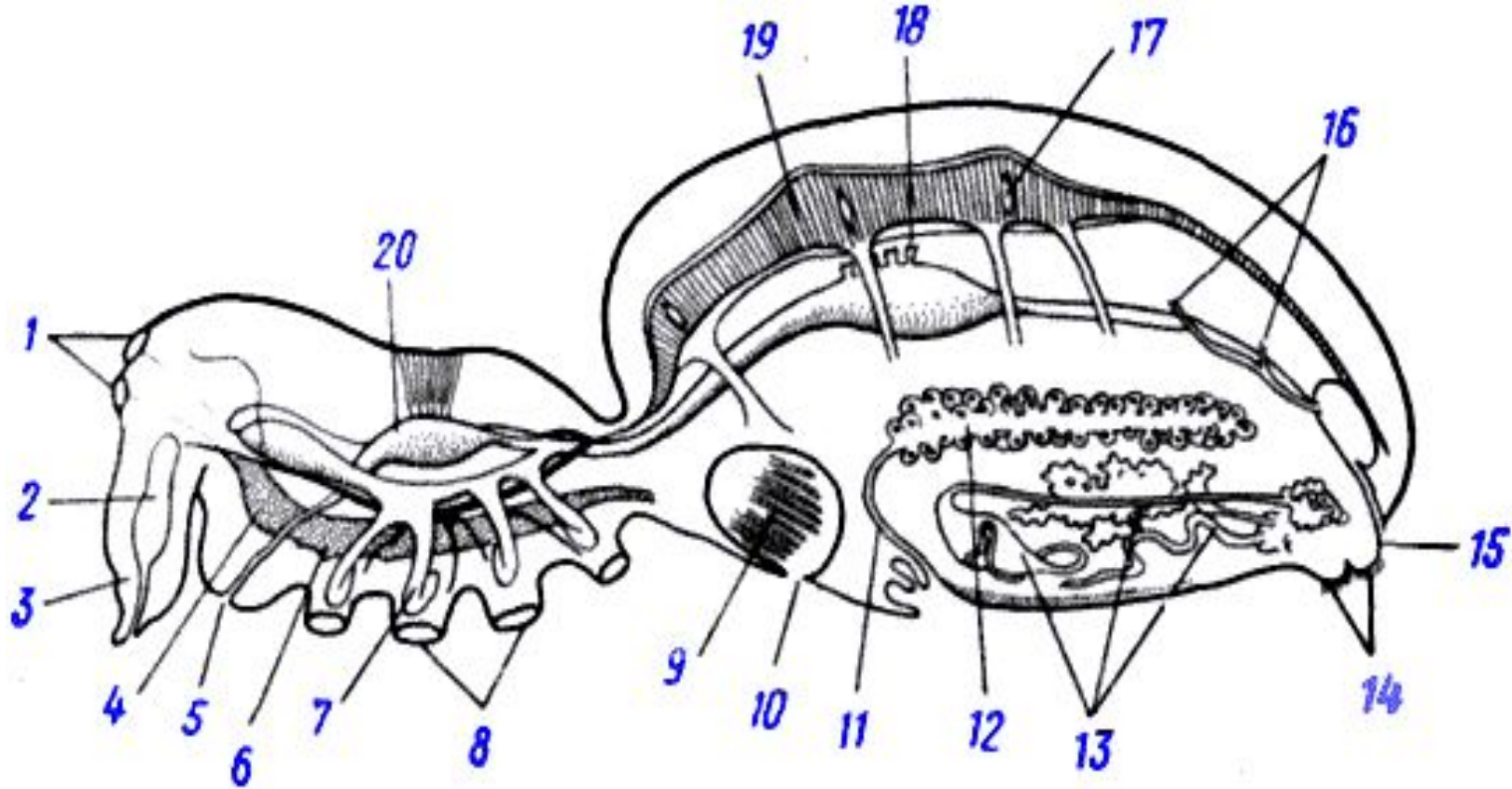
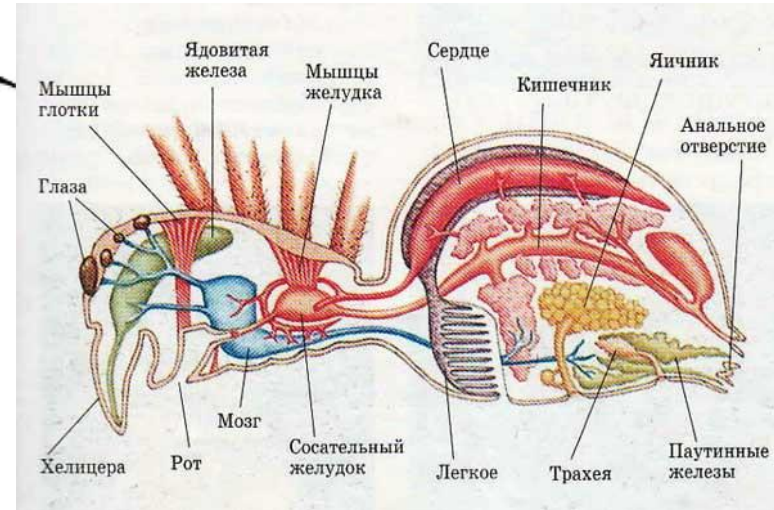
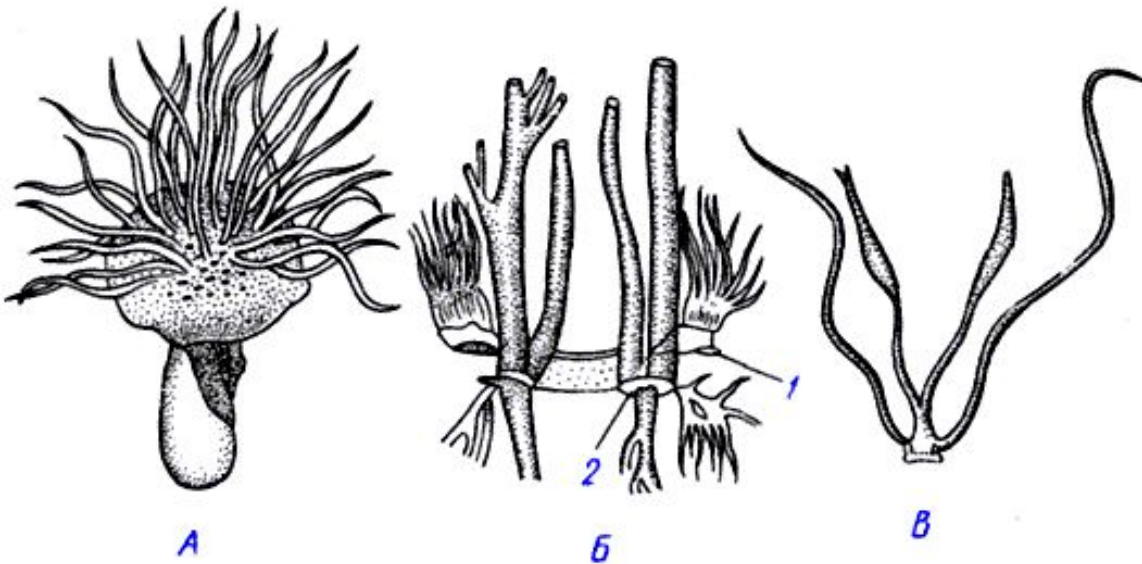


Схема организации паука (отр. Aranei) (из Аверинцева): 2 - ядовитая железа, 3 - хелицера, 5 - рот, 7 - железистый вырост кишечника, 15 - анус, 16 - мальпигиевы сосуды, 17 - остии, 18 - протоки печени, 19 - сердце, 20 - глотка, связанная со стенкой тела мускулатурой



**Органы дыхания Паукообразных** разнообразны. У одних - это **легочные мешки**, у других - **трахеи**, у третьих - и те и другие одновременно. Только легочные мешки имеются у скорпионов, жгутоногих и у примитивных пауков. В полость мешка вдаются многочисленные параллельные друг другу листовидные складки, между которыми остаются узкие щелевидные пространства, в последние проникает через дыхательную щель воздух, У других паукообразных органы дыхания представлены трахеями. На 1 - 2 - м сегментах брюшка имеются парные стигмы. От каждой стигмы внутрь тела отходит пучок трахей эктодермального происхождения. В отряде пауков оба рода дыхательных органов встречаются совместно. У мелких видов клещей дыхание идёт через покровы.

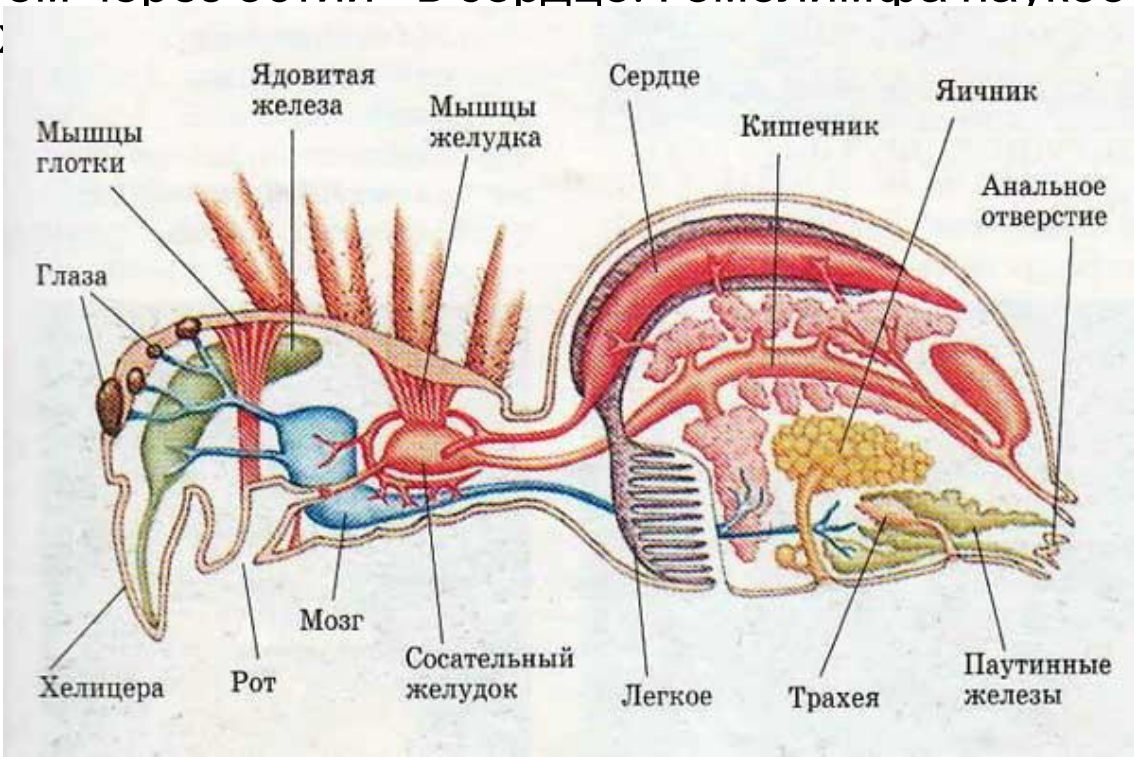


Трахеи паукообразных (из Догеля). А - трахеи второй пары *Chelifer cancrivorus* (отр. Pseudoscorpiones); Б - трахеи паука *Nops sossineus* - две пары трахейных пучков с соответствующими стигмами (1 к 2); В - трахеи паука *Araneus diadematus*

- **Кровеносная система**

- У паукообразных с ясно выраженной метамерией сердце представляет длинную трубку, залегающую в переднебрюшии над кишечником в перикардии, и снабженную по бокам 1-7 парами щелевидных остий. У клещей сердце в лучшем случае превращается в короткий мешочек с одной парой остий или, в связи с малыми размерами, сердце совершенно исчезает.

- От переднего и заднего концов сердца (скорпионы) или только от переднего (пауки) отходит по сосуду - передняя и задняя аорты. Кроме того, у ряда форм от каждой камеры сердца отходит по паре боковых артерий. Концевые веточки артерий изливают гемолимфу в систему лакун, откуда она поступает в перикардиальный участок полости тела, а затем через остии - в сердце. Гемолимфа паукообразных содержит ды...



## **Органы выделения паукообразных**

– **коксальные железы** – экскреторные органы метанефридиального типа. Они парные, их просветы открываются в предротовую полость или у основания хелицер, или 3-5 пары конечностей. По строению похоже на антеннальные железы ракообразных.

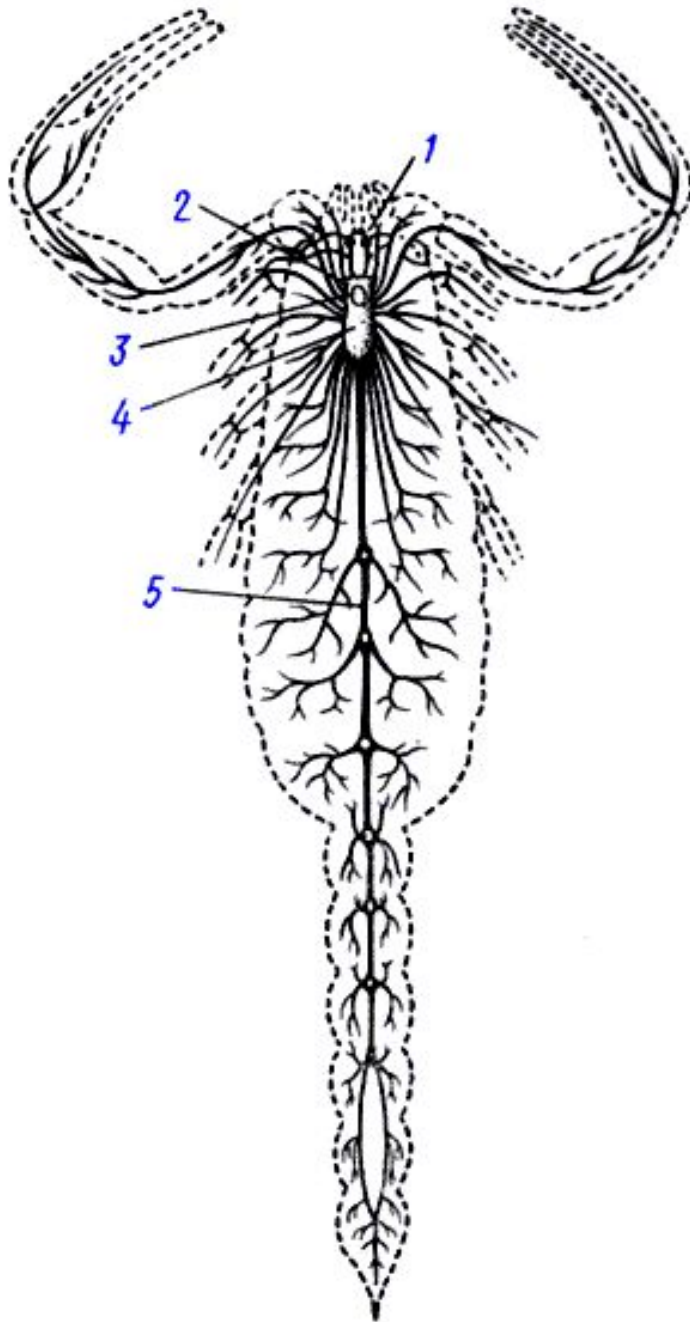
Также в выделении участвуют **мальпигиевы сосуды**. Их 1 пара, они впадают в заднюю часть средней кишки. В качестве продуктов белкового обмена выделяют гуанин и мочевую кислоту.

Роль почек накопления выполняют многочисленные **нефроциты**, лежащие к лакунам полости тела. Это крупные клетки мезодермального происхождения, накапливающие продукты обмена.

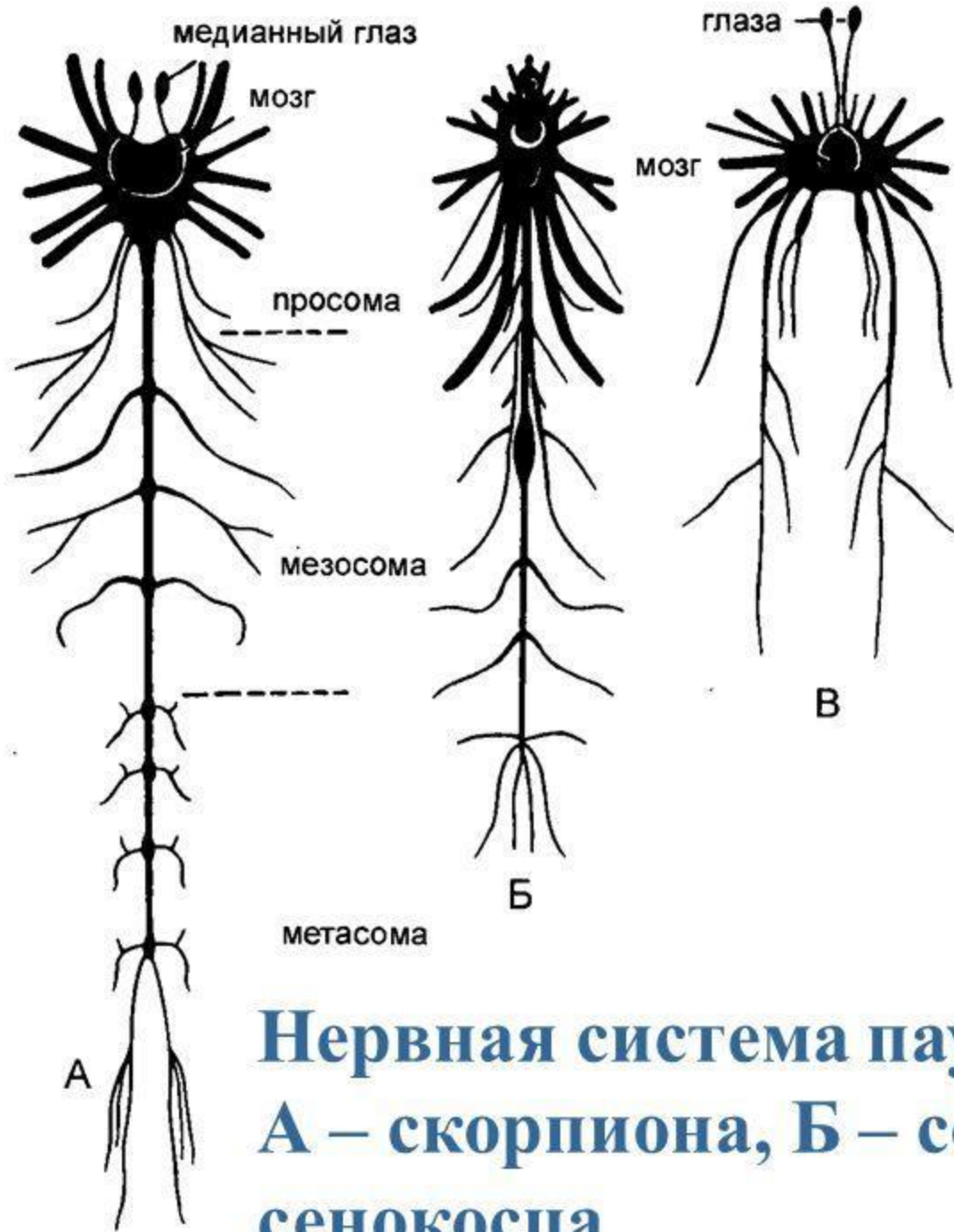
## **Нервная система**

Тип НС – **брюшная нервная цепочка**. Мозговой ганглий крупный, состоит из 2 отделов – **протоцеребрума и тритоцеребрума**. Средний отдел – дейтоцеребрум, иннервирующий антеннулы у насекомых и ракообразных, у хелицерных не развит.

Брюшная нервная цепочка у всех хелицерных более или менее укорочена, **узлы сливаются и концентрируются** в передней части тела. Более или менее длинная цепочка сохраняется лишь у скорпионов. У паукообразных все ганглии концентрируются в протосоме.



Нервная система  
скорпиона  
*Androctonus* (из  
Ганштрома): 1 -  
глаза, 2 - мозг, 3 -  
окологлоточные  
коннективы, 4 -  
подглоточная  
ганглиозная масса,  
5 - брюшная  
нервная цепочка



**Нервная система паукообразных:  
А – скорпиона, Б – сольпуги, В -  
сенокосца**

## Органы чувств хелицеровых

Важнейшие органы чувств – осязательные. Представлены чувствительными волосками – **трохоботриями**. Они сосредоточены на педипальпах и других конечностях.

**Щелевидные (лировидные) органы** – находятся в сочленовных мембранах между склеритами тела и конечностей. Представляют щелевидное отверстие в кутикуле и рецепторы. В них расположены хеморецепторы (обонятельные) и проприорецепторы (определяют положение тела, скорость движения)

**Глаза** - имеются несколько простых глаз (медиальных) и пара боковых (латеральных). Боковые более сложного строения, но не фасеточные, как у других артропод. Их элементы частично объединены, имеют общую наружную линзу - оболочку.

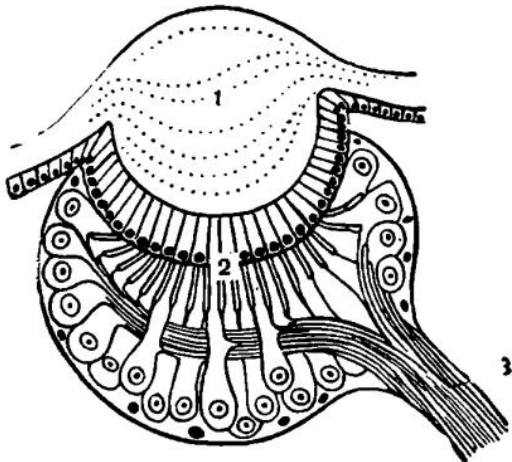


Рис. 14. Строение медиального глаза арахнид:

1 — светопреломляющий аппарат; 2 — сетчатка; 3 — зрительный нерв.

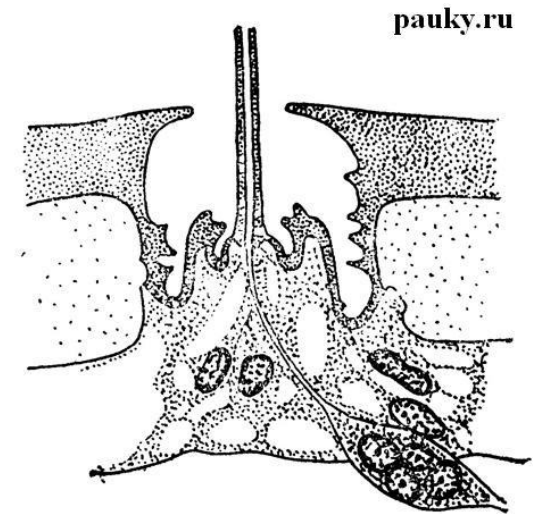
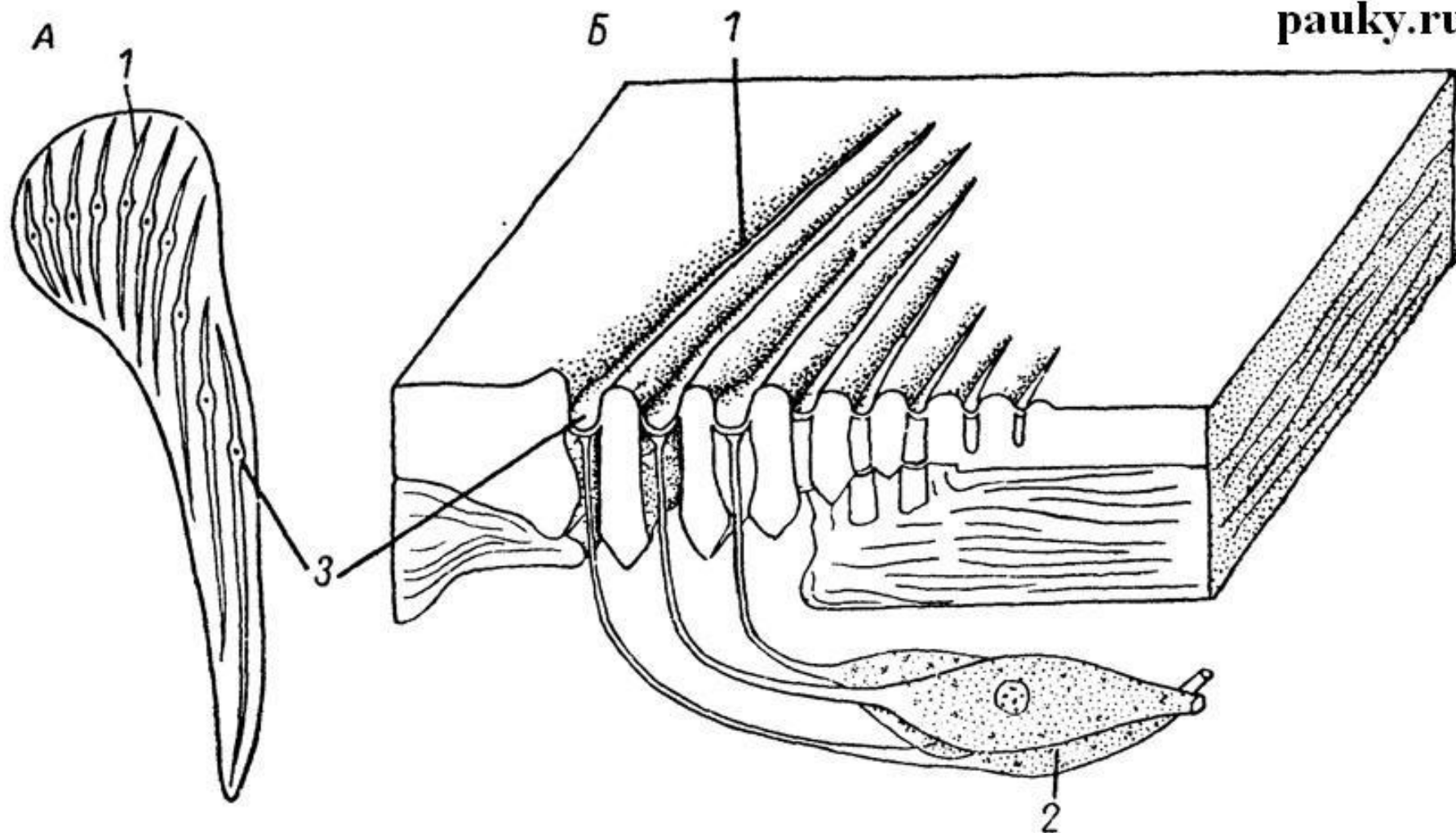


Рис. 74. Трихоботрий *Meta menardi*. Разрез через основание (по Госселю).



Р и с. 76. Лировидные органы *Araneus undatus* (по Фогелю).

А — лировидный орган на бедре второй пары ног; Б — схема строения лировидного органа. 1 — чувствительные щели органа; 2 — чувствительные клетки; 3 — место прикрепления отростка чувствительной клетки.

## Половая система и размножение хелицеровых

### Раздельнополы.

Гонады лежат в брюшке. **Яичники и семенники** изначально парные, но могут сливаться в единую гонаду.

Выводящие каналы гонад – **семяпроводы или яйцеводы** всегда парные, только на конце сливаются и открываются наружу одним **непарным половым отверстием** всегда на первом сегменте брюшка.

Также у самцов могут развиваться различные придаточные железы, а у самок - семяприёмники.

**Оплодотворение** у водных форм (мечехвосты) **наружное**. У наземных паукообразных оплодотворение **внутреннее или сперматофорное**.

Сперматофор – мешочек с семенной жидкостью внутри. Он может оставаться самцами на земле, а потом самка захватывает его наружными половыми органами. Либо сперматофор вводится в половое отверстие самки с помощью хелицер самца. При внутреннем оплодотворении могут развиваться совокупительные органы, часто они также преобразуются из хелицер.

**Развитие** чаще **прямое**, из яиц выходят сформированные животные, лишь у клещей есть личиночная стадия – **нимфа**. У некоторых видов скорпионов, лжескорпионов и клещей наблюдается **яйцеживорождение**.