

# ЭВОЛЮЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ

## БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ

2024

# ОБЩИЙ ОБЗОР СИСТЕМ ОРГАНОВ

# СИСТЕМЫ ОРГАНОВ

ЦЕЛОМИЧЕСКИЙ  
АППАРАТ

ДВИГАТЕЛЬНАЯ

ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ

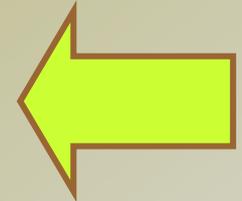
ПОЛОВАЯ

НЕРВНО-СЕНСОРНАЯ

ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ

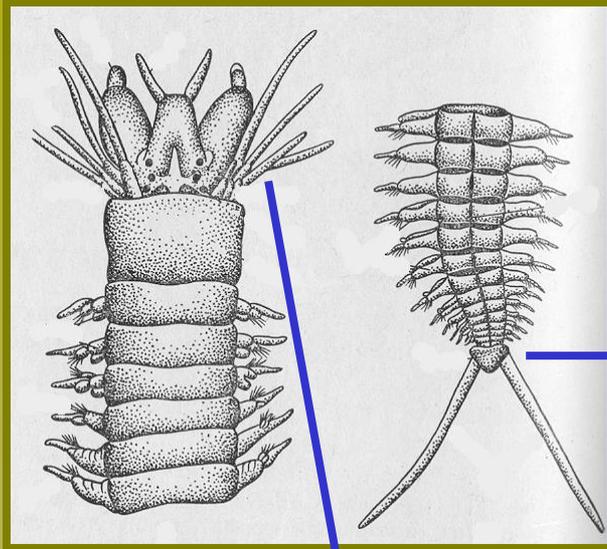
КРОВЕНОСНАЯ

ДЫХАТЕЛЬНАЯ



*ПСЕВДОПОДИИ, ЖГУТИК, РЕСНИЧНЫЙ АППАРАТ, ЭПИТЕЛИАЛЬНО-МЫШЕ-ЧНЫЕ КЛЕТКИ, КОЖНО-МУСКУЛЬНЫЙ МЕШОК, ПАРАПОДИИ, ЧЛЕНИСТАЯ КОНЕЧНОСТЬ, АМБУЛАКРАЛЬНЫЕ НОЖКИ, МУСКУЛИСТАЯ НОГА*

# ГОМОНОМНАЯ СЕГМЕНТАЦИЯ ТЕЛА ЭРРАНТНЫХ (БРОДЯЧИХ) ПОЛИХЕТ



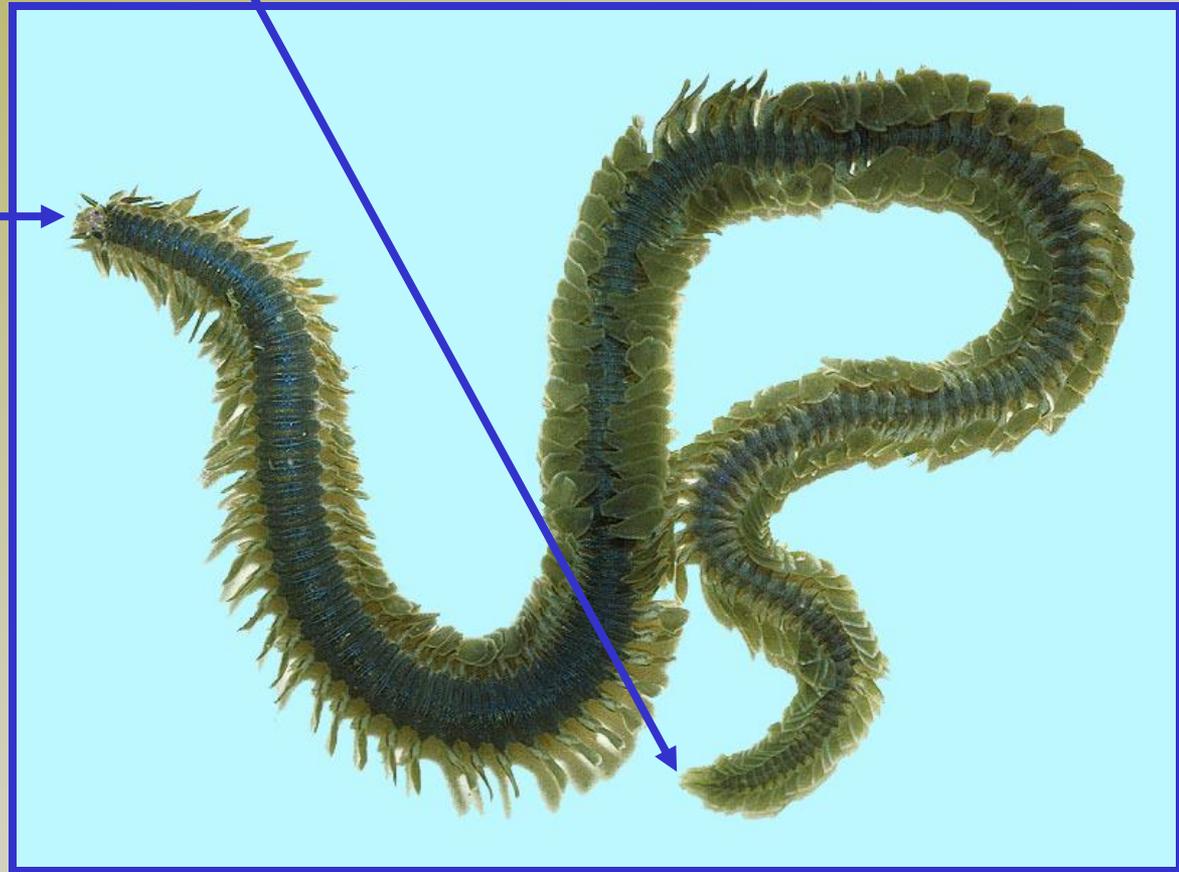
**ПИГИДИЙ**

**ПРОСТОМИУМ**  
**ПЕРИСТОМИУМ**

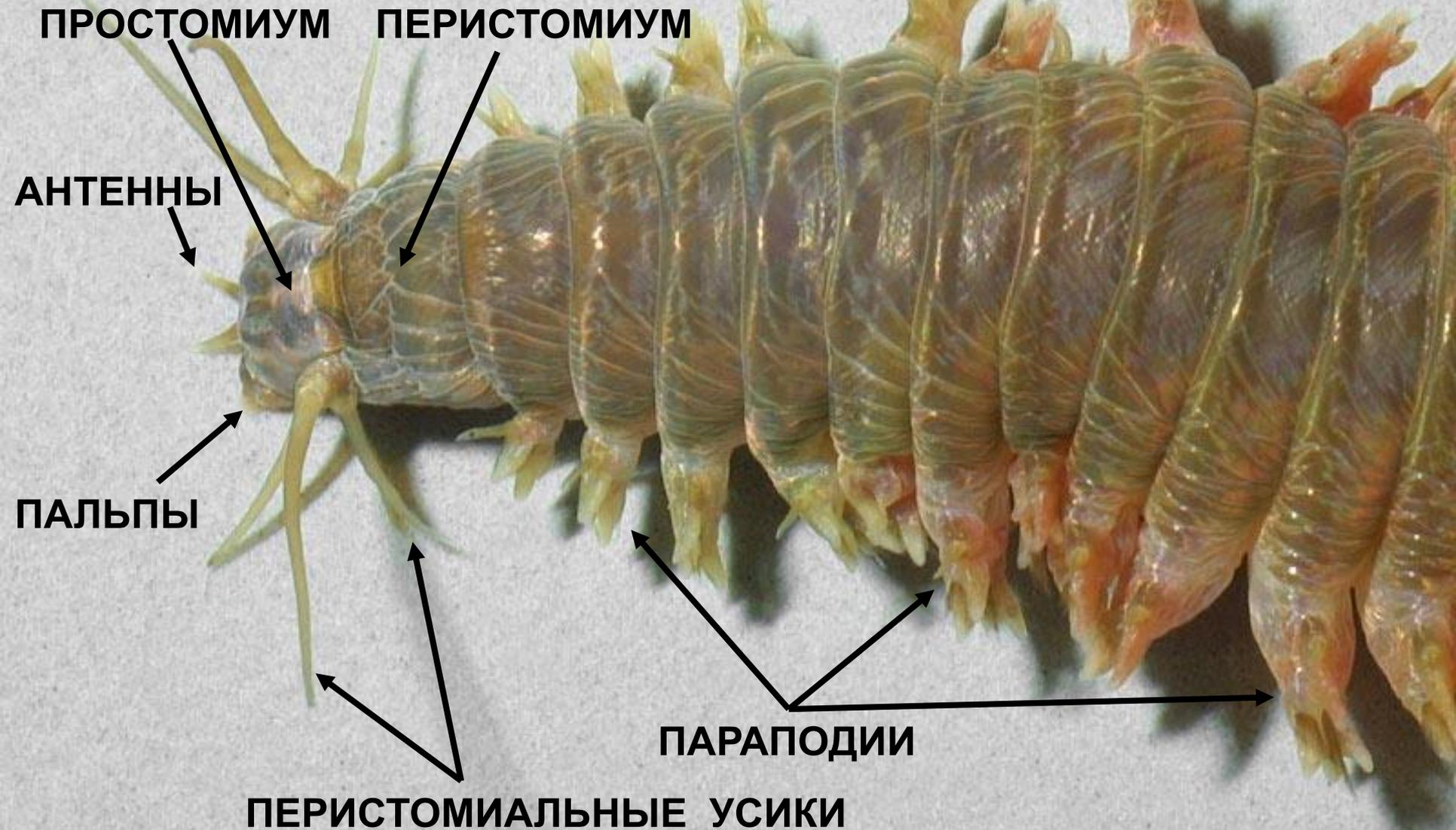
**ЯВЛЕНИЕ**  
**ЦЕФАЛИЗАЦИИ**

**МЕТАМЕРЫ**

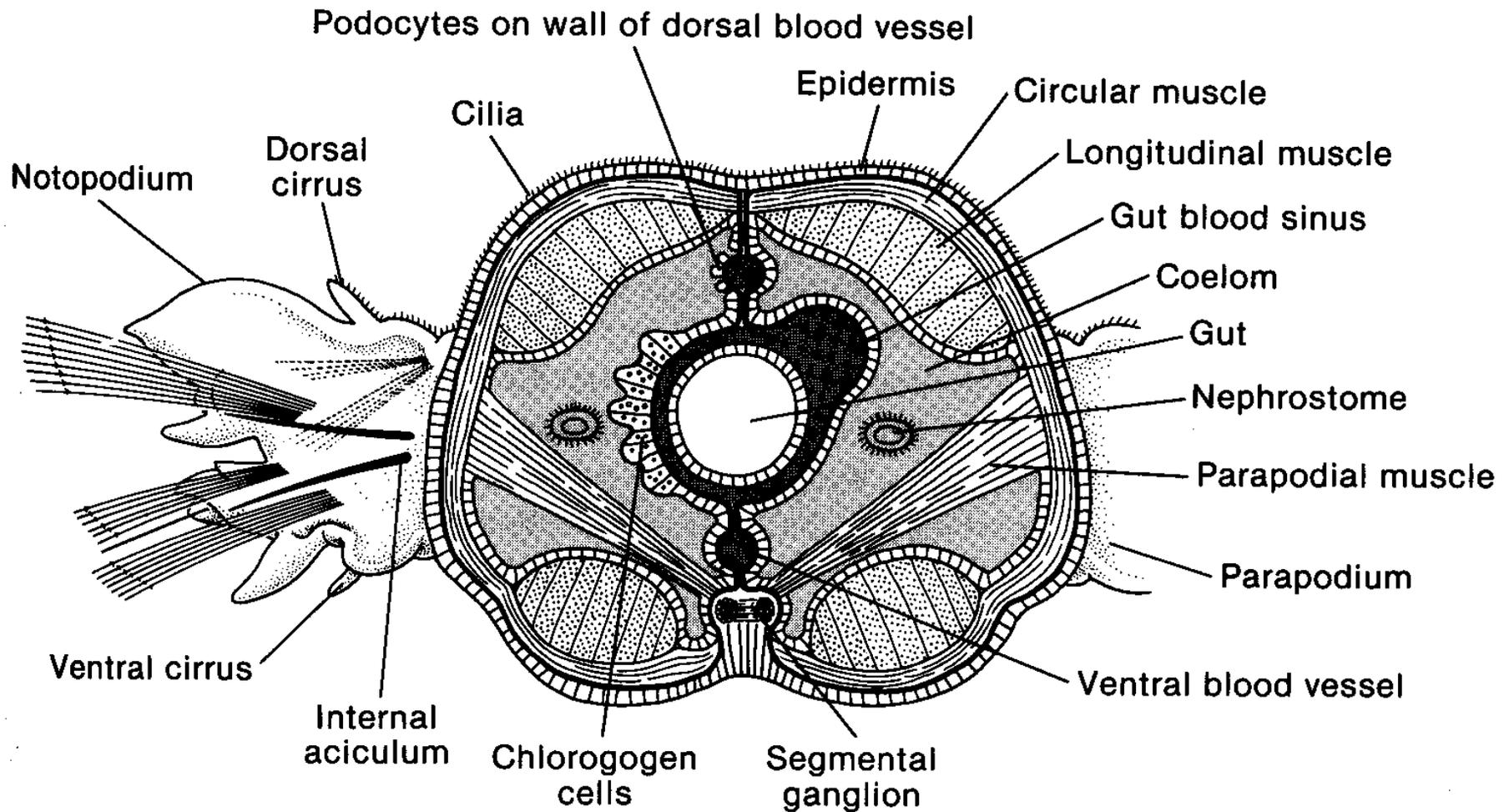
**ЗОНА**  
**НОВООБРАЗОВАНИЙ**  
**МЕТАМЕР**



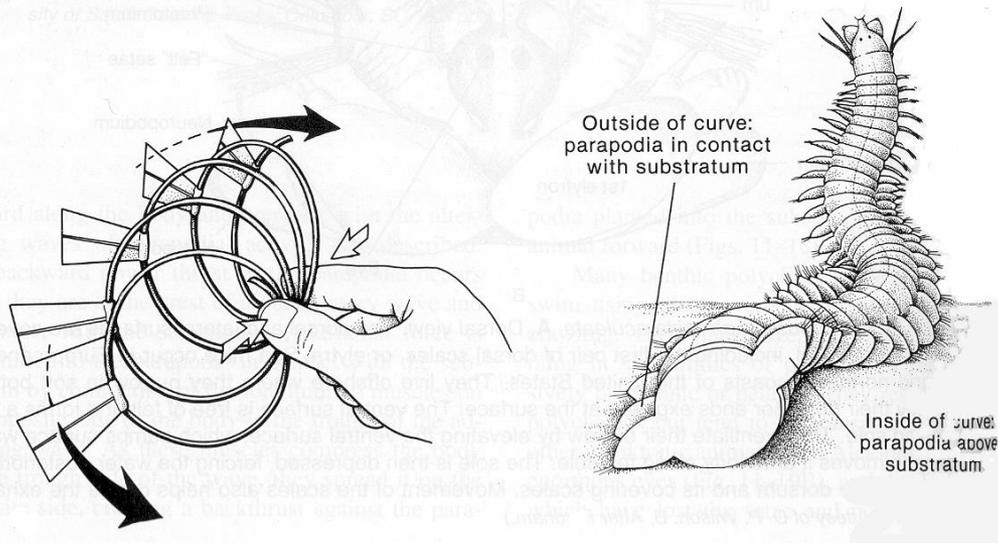
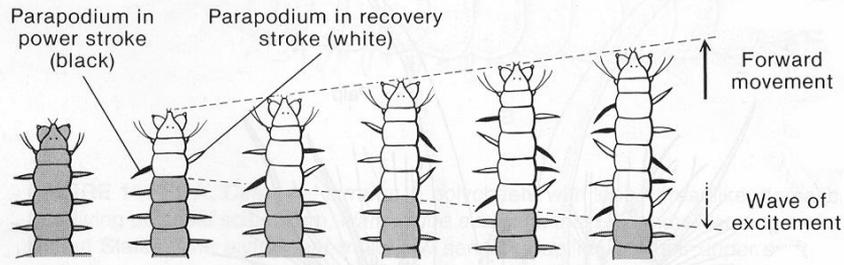
# ГОЛОВНОЙ КОНЕЦ ТЕЛА ПОЛИХЕТЫ



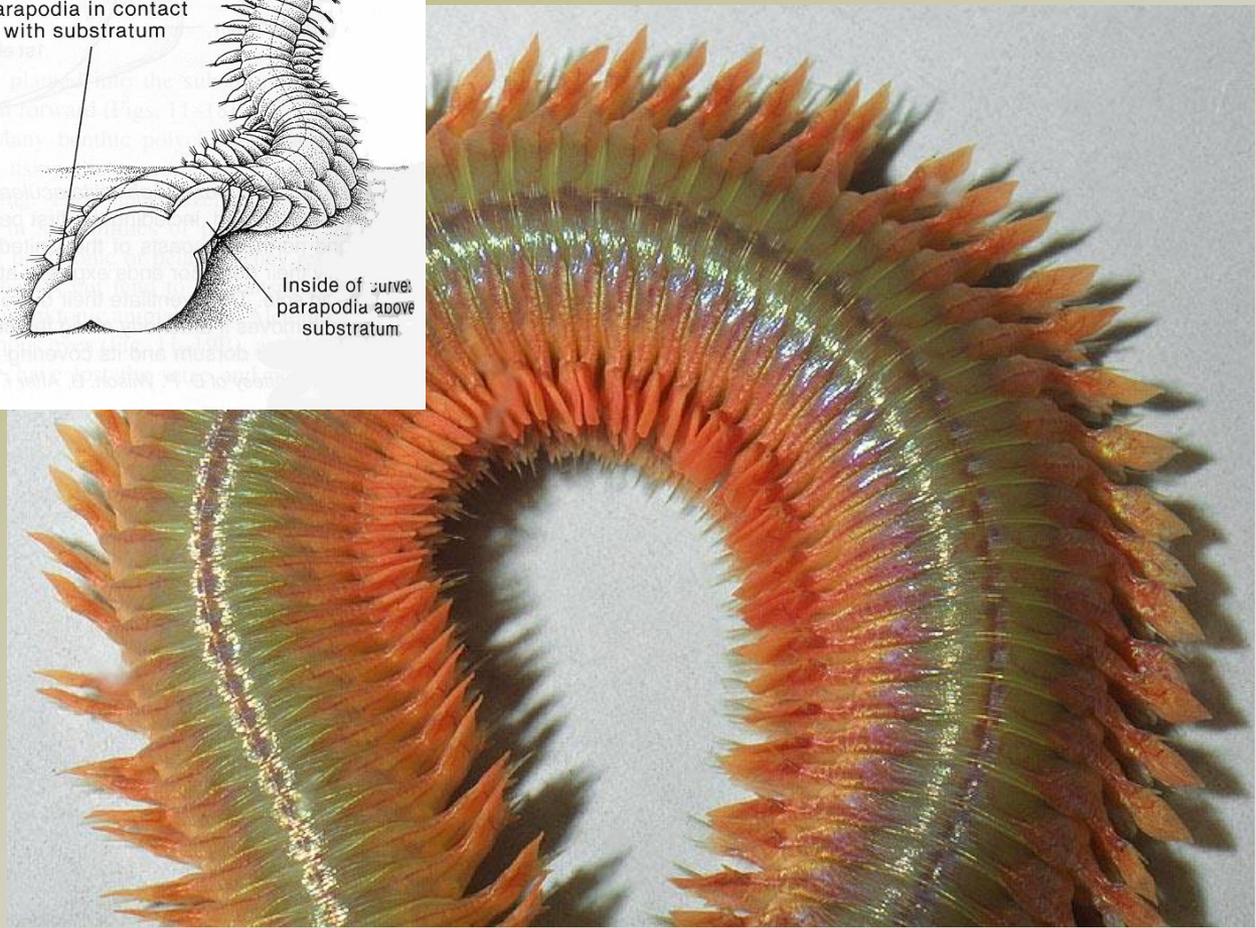
# СХЕМА ПОПЕРЕЧНОГО СРЕЗА ПОЛИХЕТЫ



**ПАРАПОДИЯ (НОТОПОДИЯ, НЕВРОПОДИЯ)  
ПРИДАТКИ ПАРАПОДИИ (ЩЕТИНКИ, УСИКИ)**

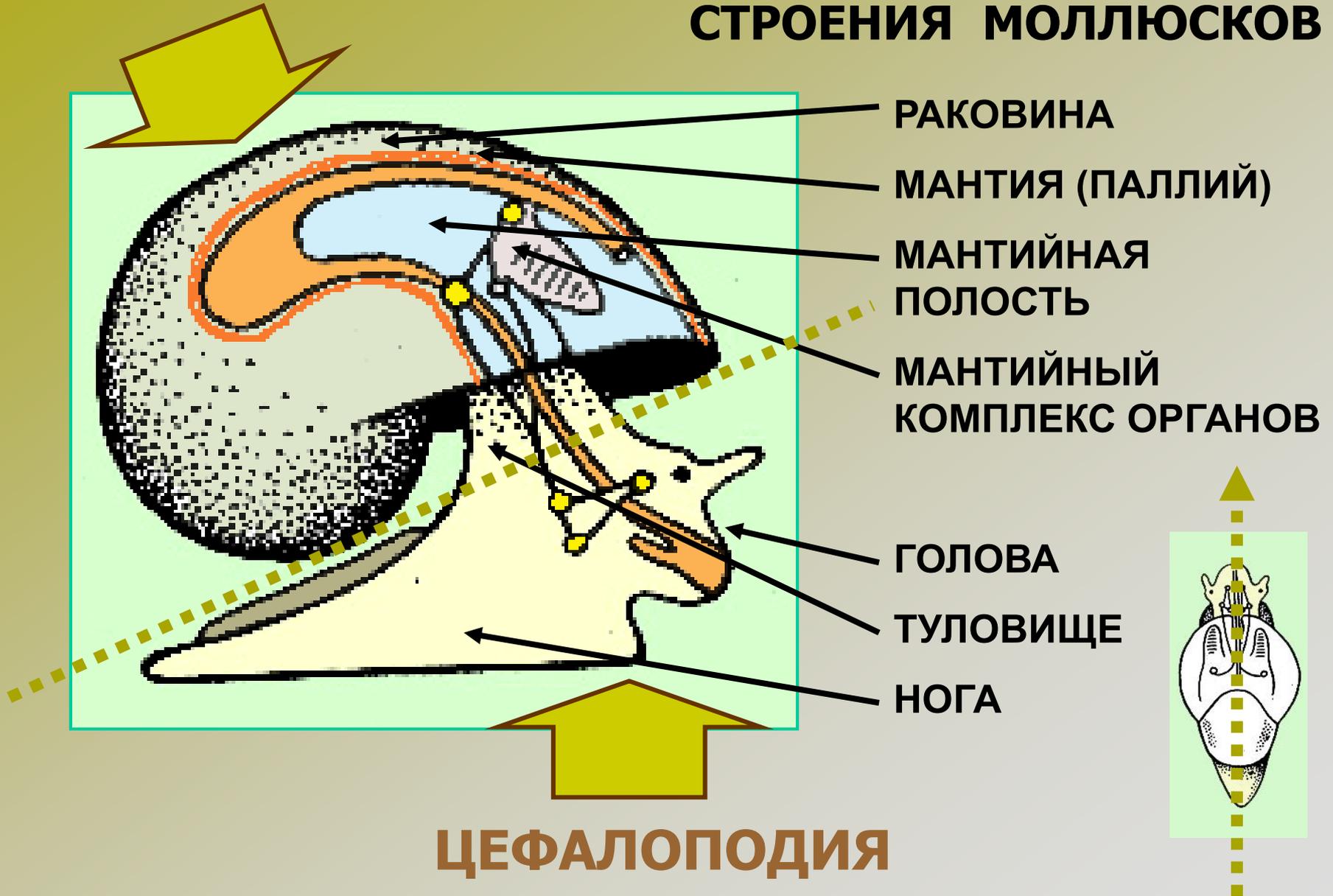


# СИНУСОИДАЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ ПОЛИХЕТ



# ВИСЦЕРОПАЛЛИЙ

# ОСНОВНОЙ ПЛАН СТРОЕНИЯ МОЛЛЮСКОВ



**ЭВОЛЮЦИОННОЕ  
ИЗМЕНЕНИЕ  
СТРОЕНИЯ  
ЦЕФАЛОПОДИЯ У  
МОЛЛЮСКОВ**

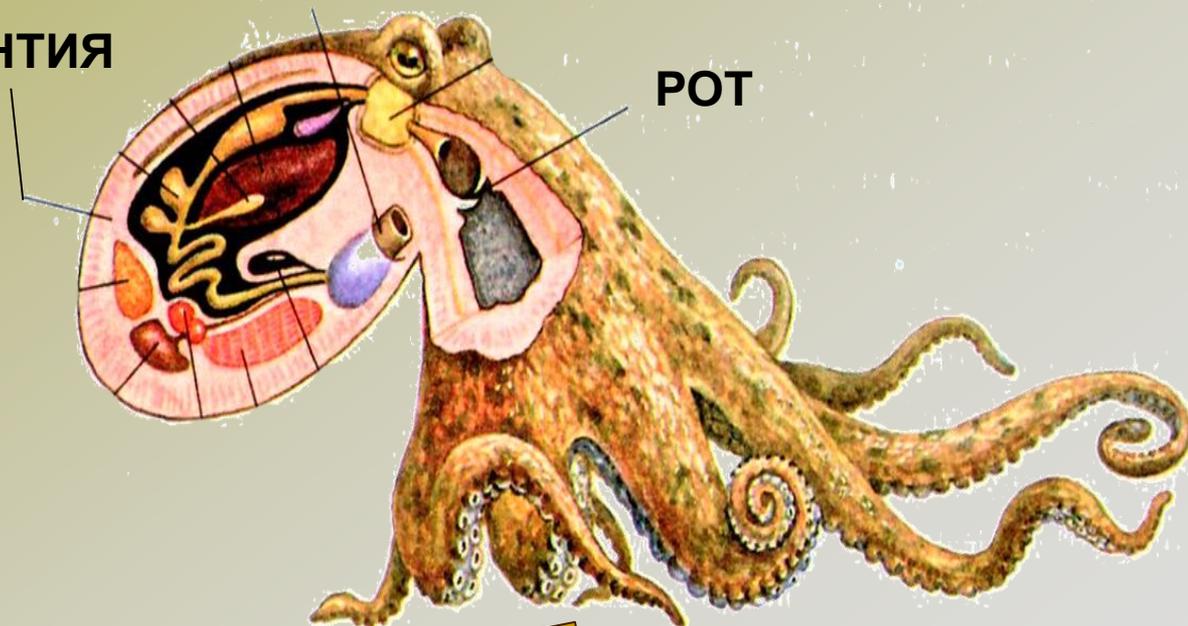
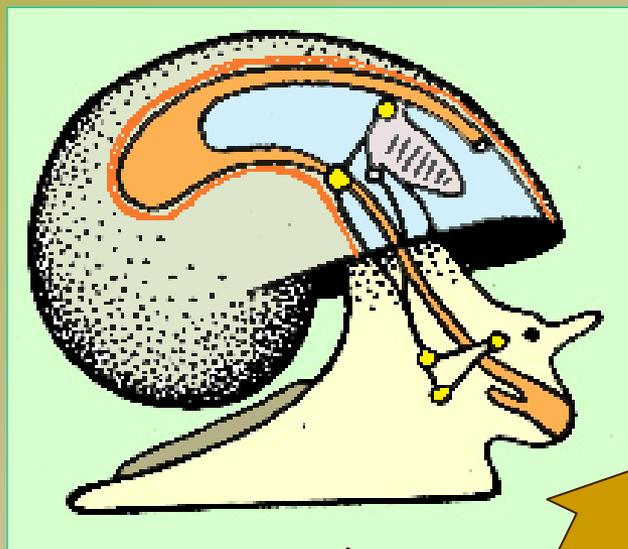
**СМЕЩЕНИЕ НОГИ НА ГОЛОВУ  
У СЕРПАЛОРОДА**

*ГИДРОРЕАКТИВНЫЙ  
СПОСОБ ДВИЖЕНИЯ*

**ВОРОНКА (ЧАСТЬ НОГИ)**

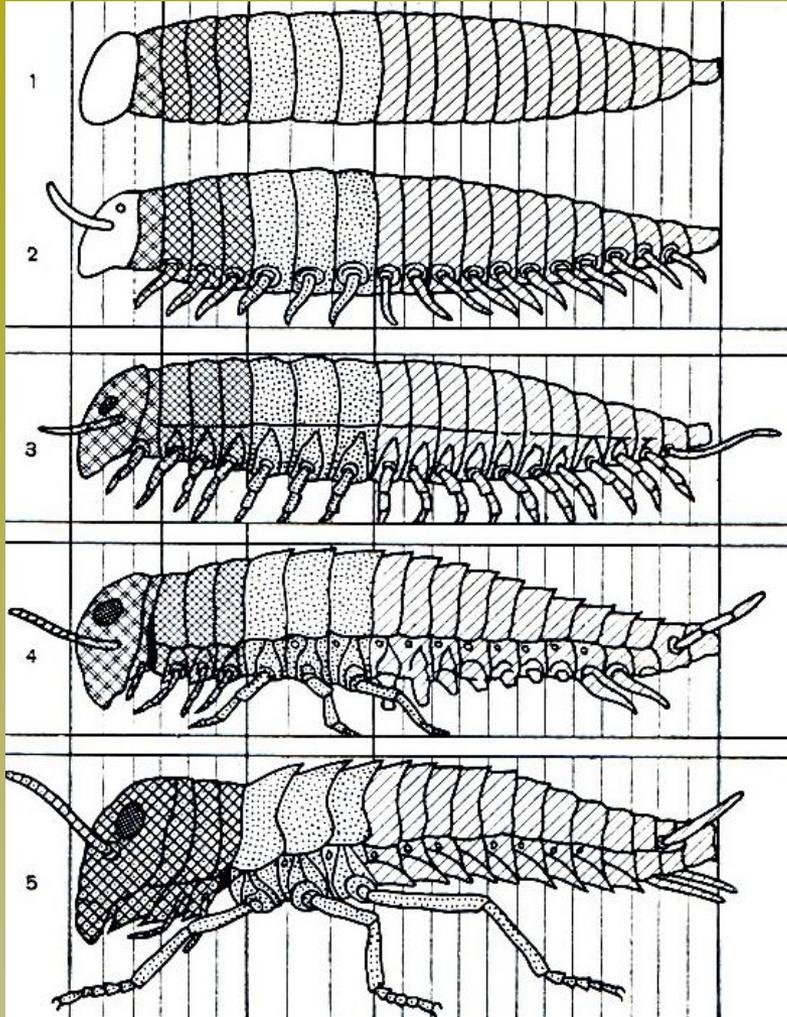
**МАНТИЯ**

**РОТ**



**ЩУПАЛЬЦЕВЫЙ  
АППАРАТ  
(ЧАСТЬ НОГИ)**

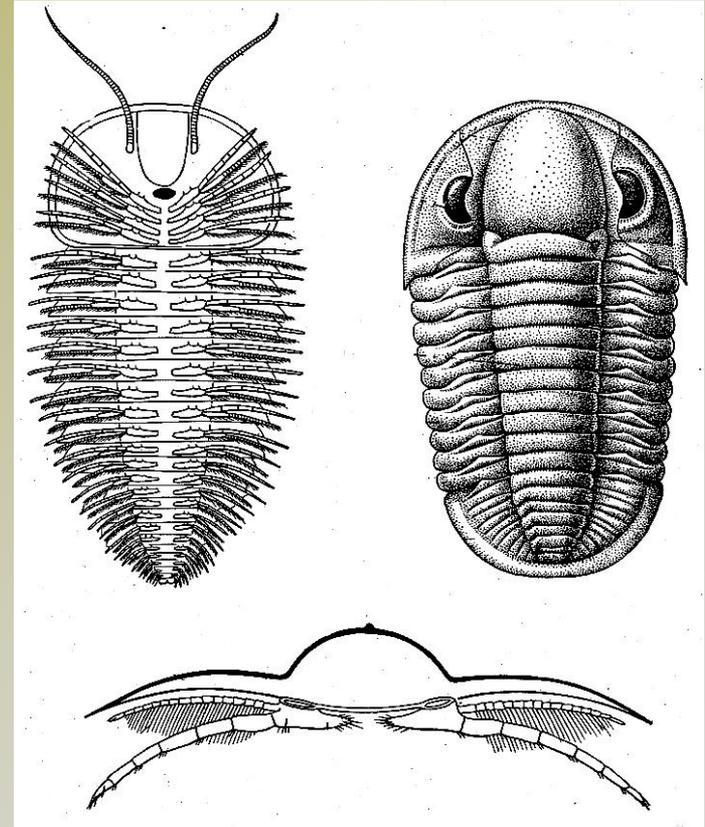
# ЭВОЛЮЦИЯ ЧЛЕНИСТОЙ КОНЕЧНОСТИ



ЛОБОПОДНАЯ КОНЕЧНОСТЬ

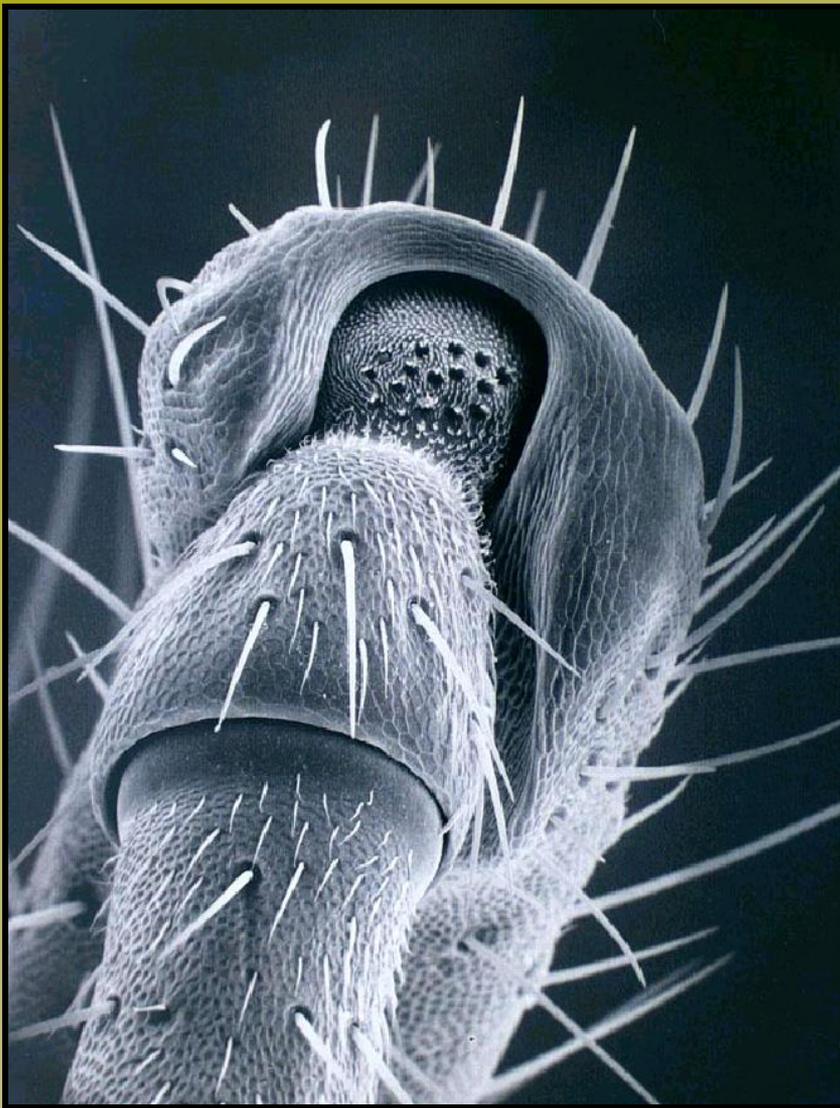


ЧЛЕНИСТАЯ КОНЕЧНОСТЬ



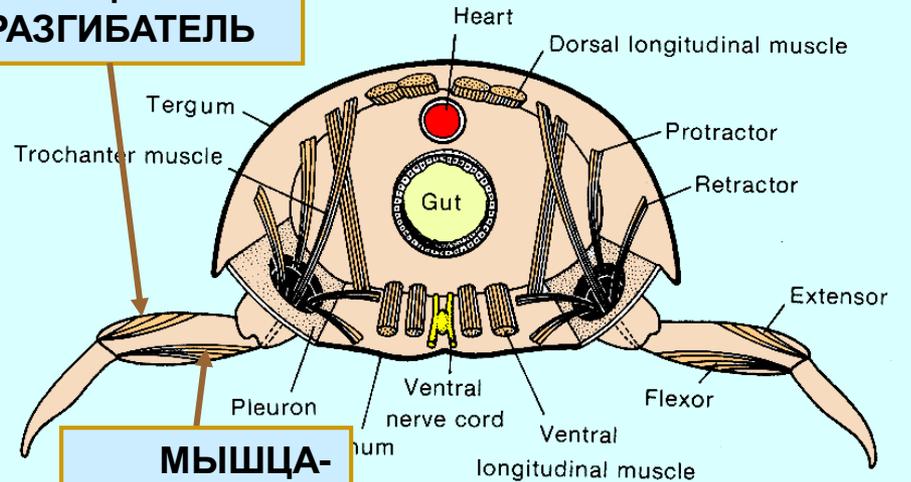
НЕДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЕ  
КОНЕЧНОСТИ  
TRILOBITOMORPHA

# ЧЛЕНИСТАЯ КОНЕЧНОСТЬ В ВИДЕ МНОГОКОЛЕНЧАТОГО РЫЧАГА

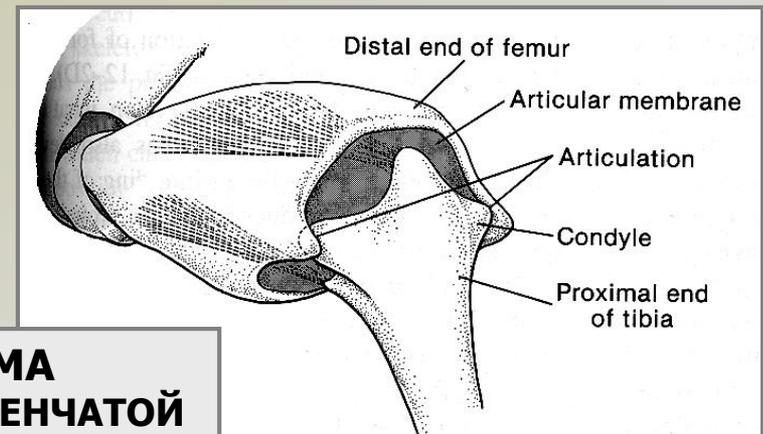


**СКАНИРУЮЩАЯ  
ЭЛЕКТРОННАЯ ФОТОГРАФИЯ  
КОЛЕННОГО СУСТАВА  
КОНЕЧНОСТИ**

**МЫШЦА-  
РАЗГИБАТЕЛЬ**



**МЫШЦА-  
СГИБАТЕЛЬ**



**СХЕМА  
МНОГОКОЛЕНЧАТОЙ  
КОНЕЧНОСТИ**

# ДЫХАТЕЛЬНЫЕ ПРИДАТКИ КОНЕЧНОСТЕЙ (ЖАБРЫ)

ГОЛОВА  
(ЦЕФАЛОН):  
АНТЕННУЛЫ  
АНТЕННЫ

ВЕРХНИЕ ЧЕЛЮСТИ  
(МАНДИБУЛЫ)  
НИЖНИЕ ЧЕЛЮСТИ  
(МАКСИЛЛЫ) 1-Я И 2-Я  
ПАРЫ

НОГОЧЕЛЮСТИ - 3  
ПАРЫ

ГРУДЬ  
(ТОРАКС):  
ХОДИЛЬНЫЕ  
НОГИ  
(ПЕРЕОПОДЫ) - 5  
ПАР

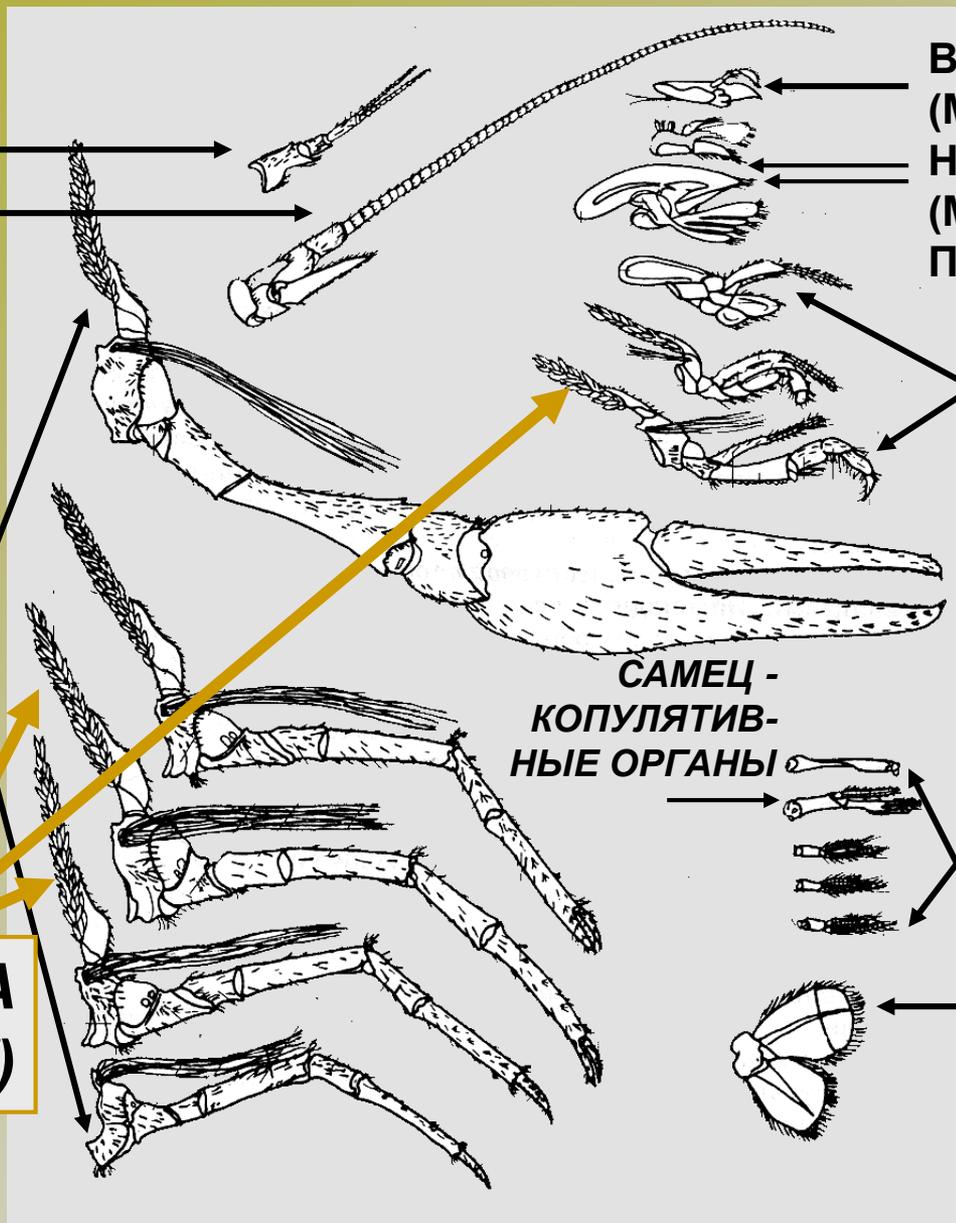
БРЮШКО  
(АБДОМЕН):

САМЕЦ -  
КОПУЛЯТИВ-  
НЫЕ ОРГАНЫ

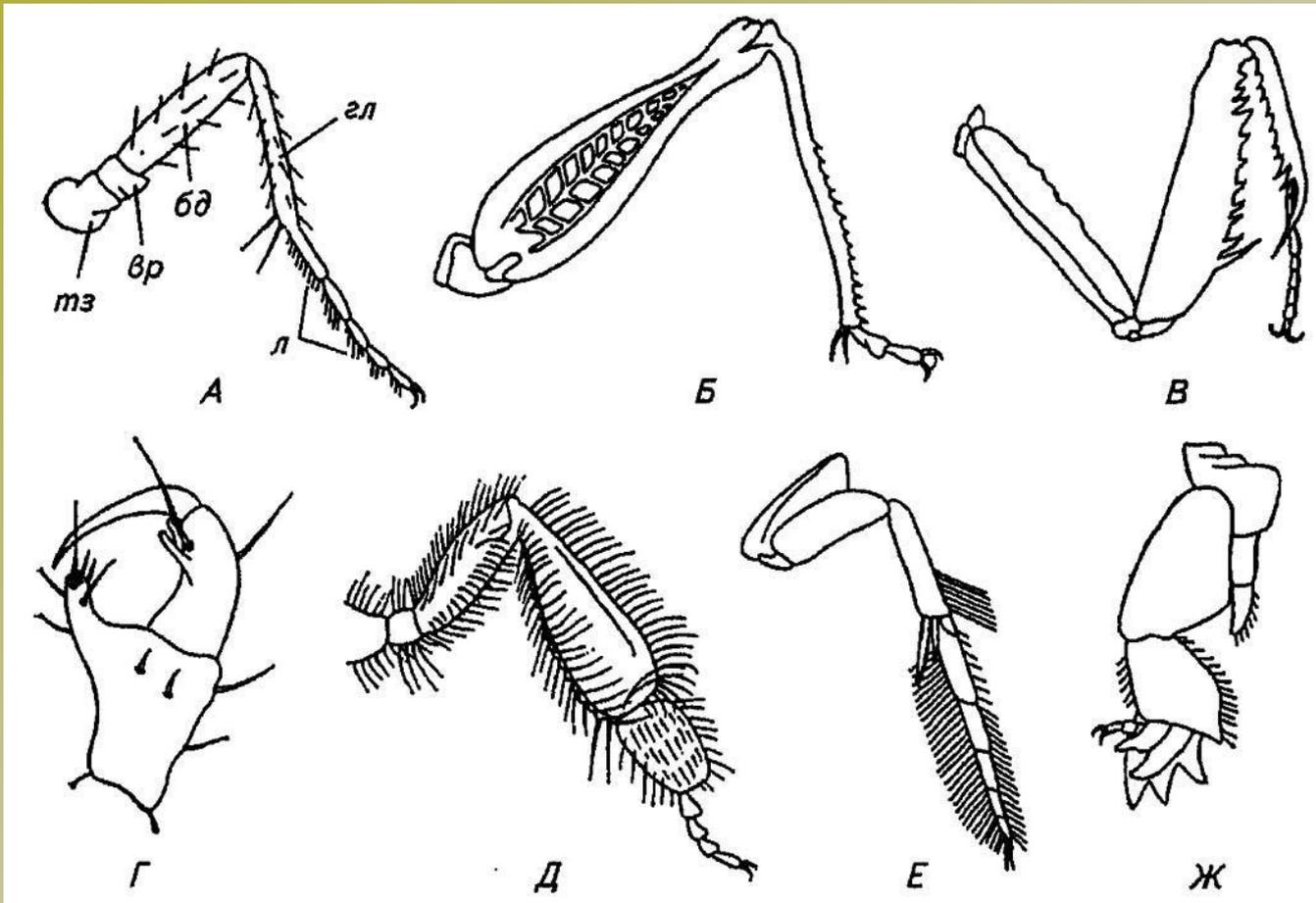
ПЛАВАТЕЛЬНЫЕ  
НОГИ (ПЛЕОПОДЫ)  
- 5 ПАР

**ЖАБРА  
(ЭПИПОДИТ)**

УРОПОДЫ



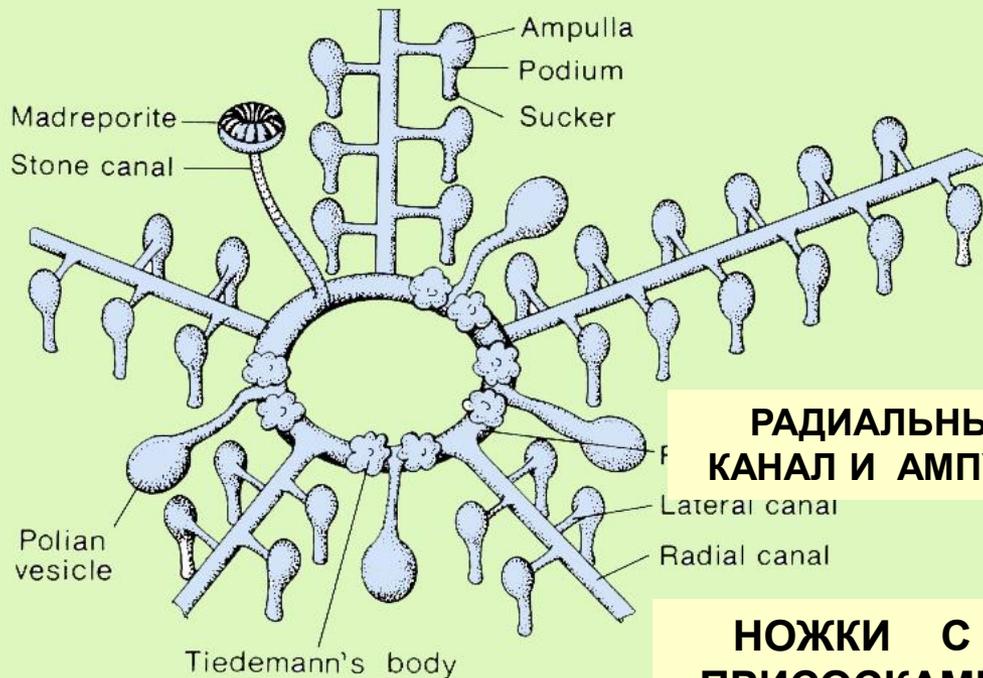
# РАЗНЫЕ ТИПЫ КОНЕЧНОСТЕЙ НАСЕКОМЫХ: ПРИМЕР ПОЛНОЙ ГОМОЛОГИИ



БЕГАТЕЛЬНАЯ  
ПРЫГАТЕЛЬНАЯ  
ХВАТАТЕЛЬНАЯ  
ПРИЦЕПНАЯ  
СОБИРАТЕЛЬНАЯ  
ПЛАВАТЕЛЬНАЯ  
КОПАТЕЛЬНАЯ

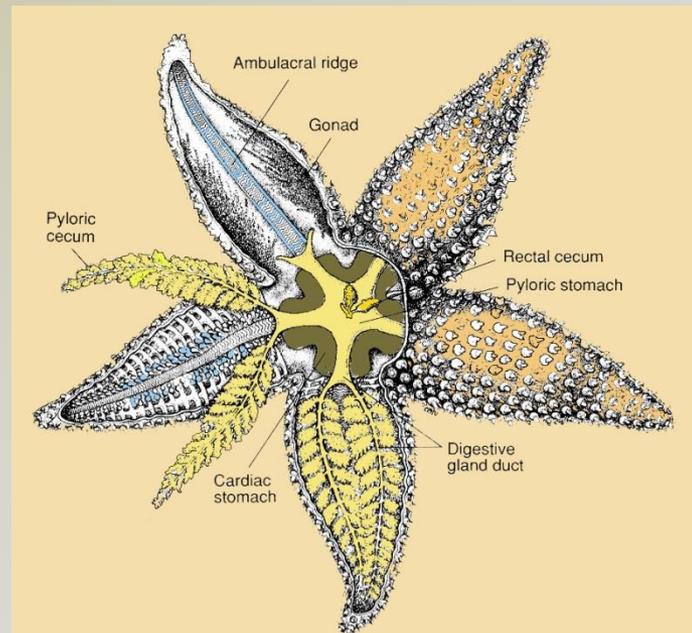
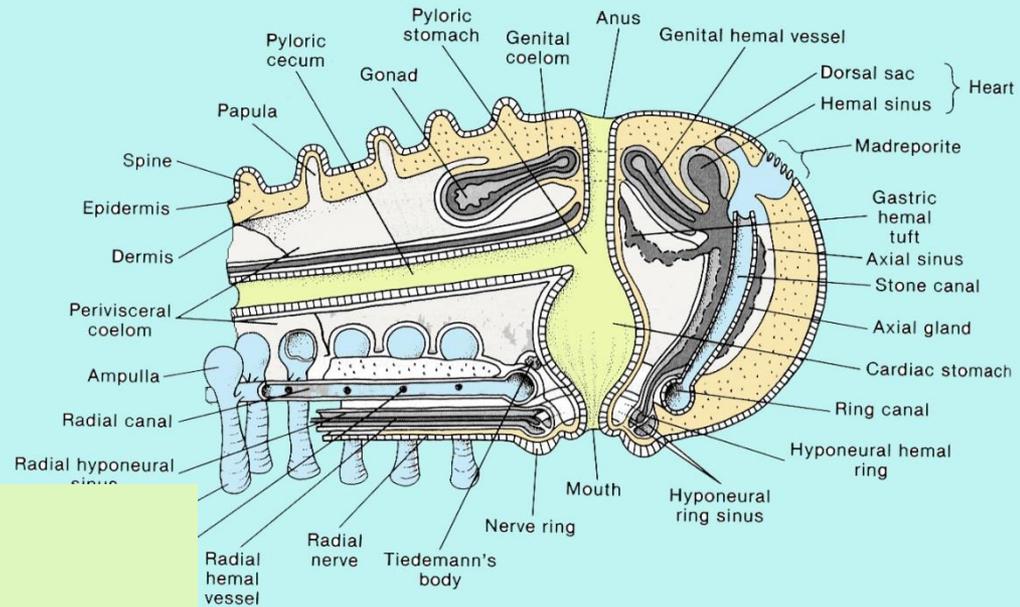
# СХЕМА СТРОЕНИЯ АМБУЛАКРАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЕCHINODERMATA

## МАДРЕПОРОВАЯ ПЛАСТИНКА

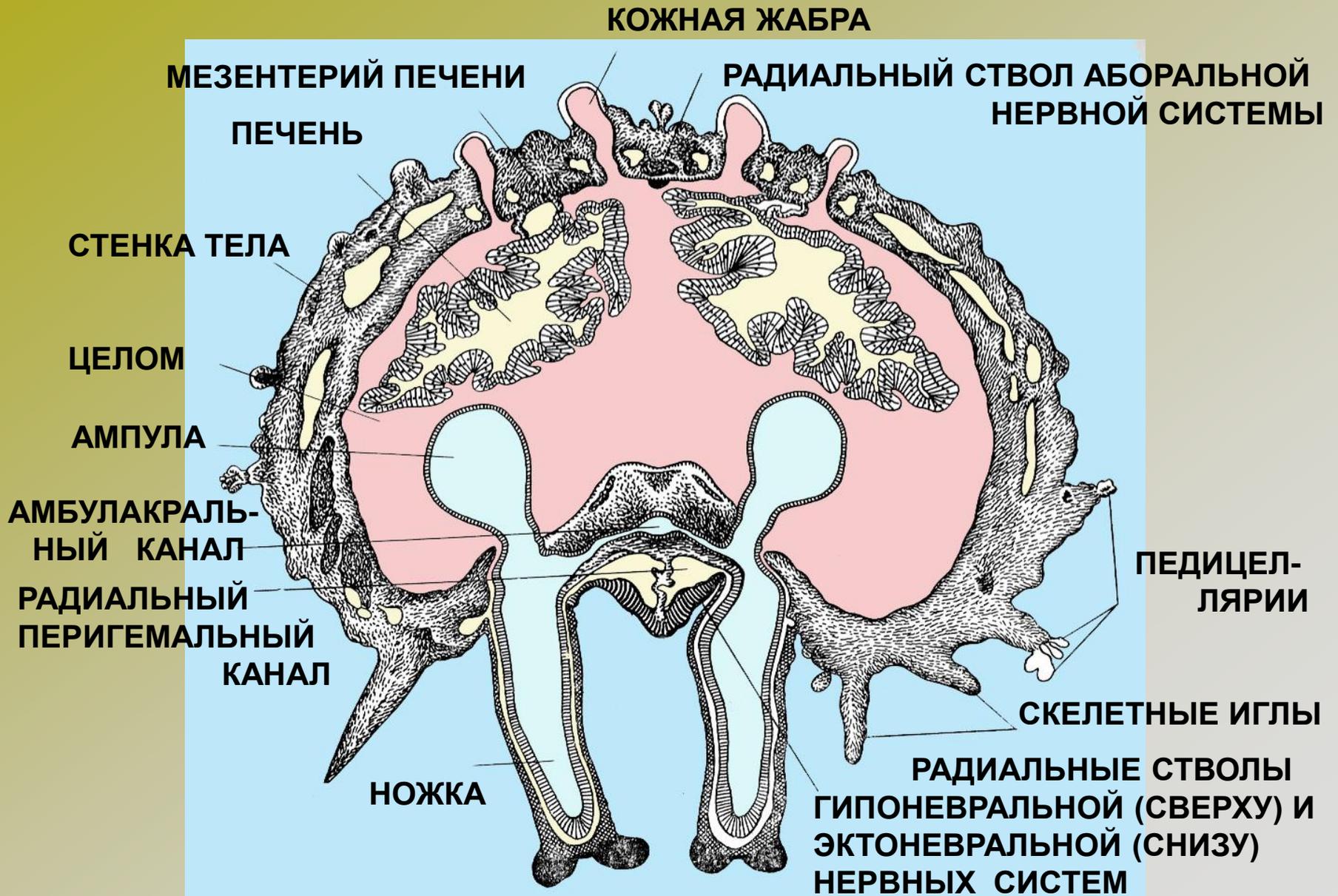


## РАДИАЛЬНЫЙ КАНАЛ И АМПУЛЫ

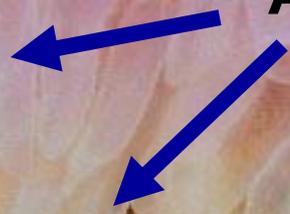
## НОЖКИ С ПРИСОСКАМИ



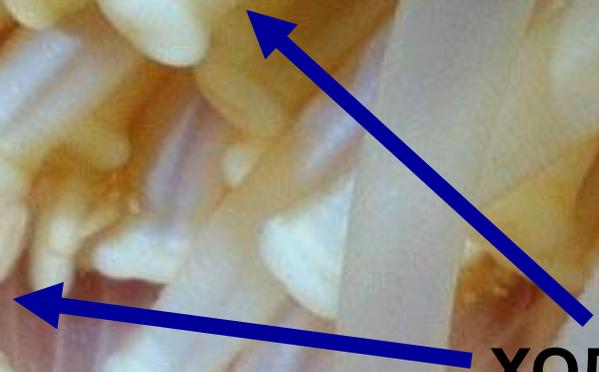
# ПОПЕРЕЧНЫЙ РАЗРЕЗ ЛУЧА



**ДЫХАТЕЛЬНЫЕ  
АМБУЛАКРАЛЬНЫЕ НОЖКИ**



**ХОДИЛЬНЫЕ  
АМБУЛАКРАЛЬНЫЕ НОЖКИ**

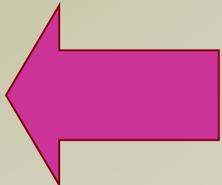
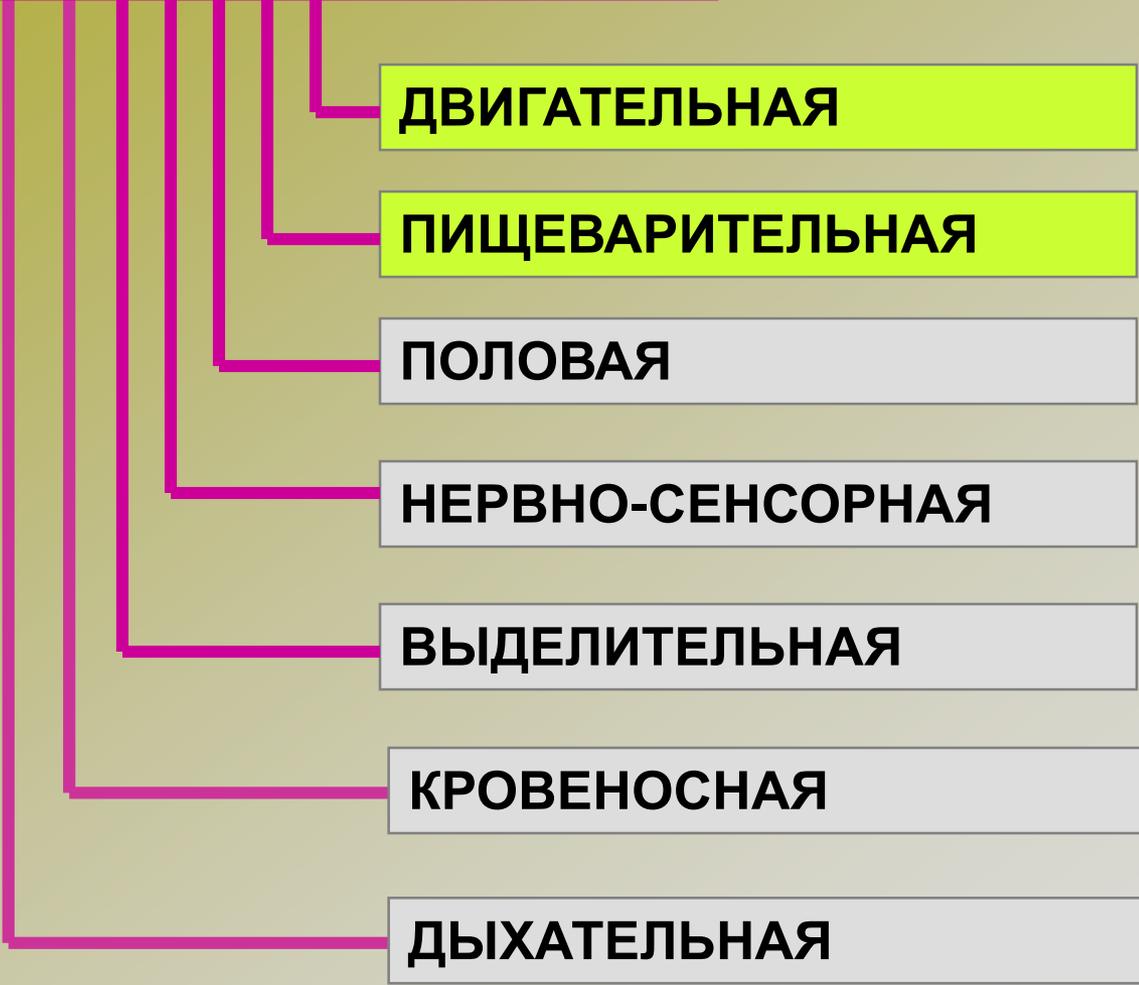




**ОСЯЗАТЕЛЬНЫЕ  
АМБУЛАКРАЛЬНЫЕ НОЖКИ  
НА КОНЦЕ ЛУЧА МОРСКОЙ  
ЗВЕЗДЫ**

**СИСТЕМЫ ОРГАНОВ**

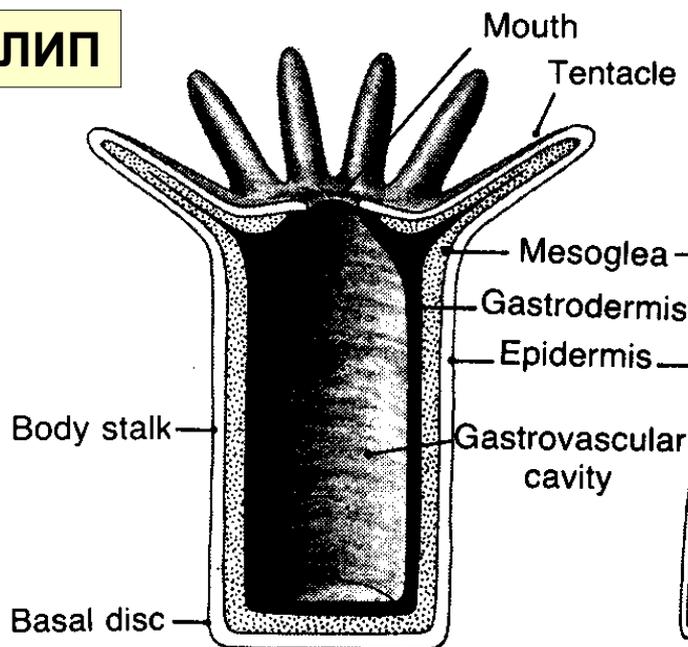
**ЦЕЛОМ**



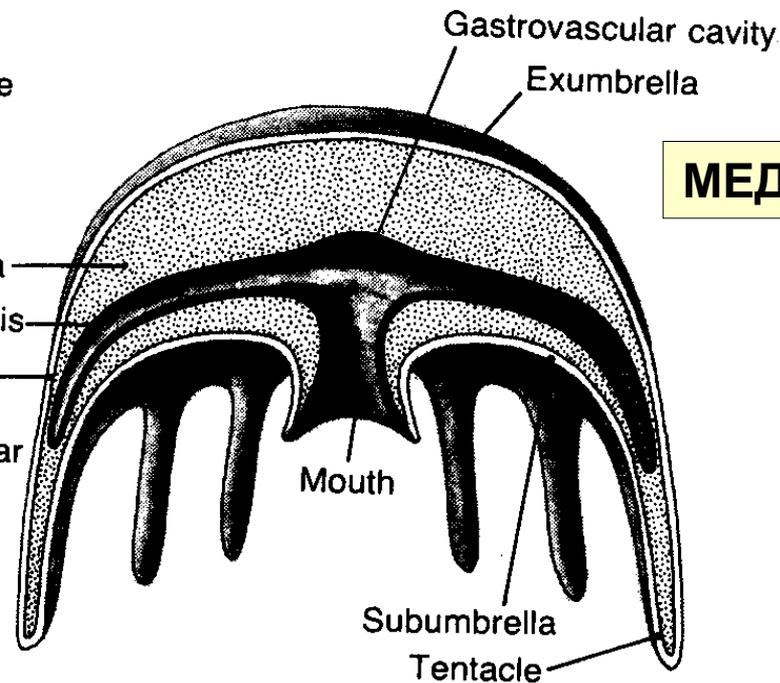
***ВНУТРИКЛЕТОЧНОЕ И ПОЛОСТНОЕ ПИЩЕВАРЕНИЕ, ГАСТРАЛЬНАЯ ПОЛОСТЬ, ЗАМКНУТАЯ И СКВОЗНАЯ СИСТЕМА, ДИФФЕРЕНЦИРОВКА ОТДЕЛОВ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ ТРУБКИ, ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЕ ЖЕЛЕЗЫ***

# СХЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ПОЛИПА И МЕДУЗЫ

ПОЛИП



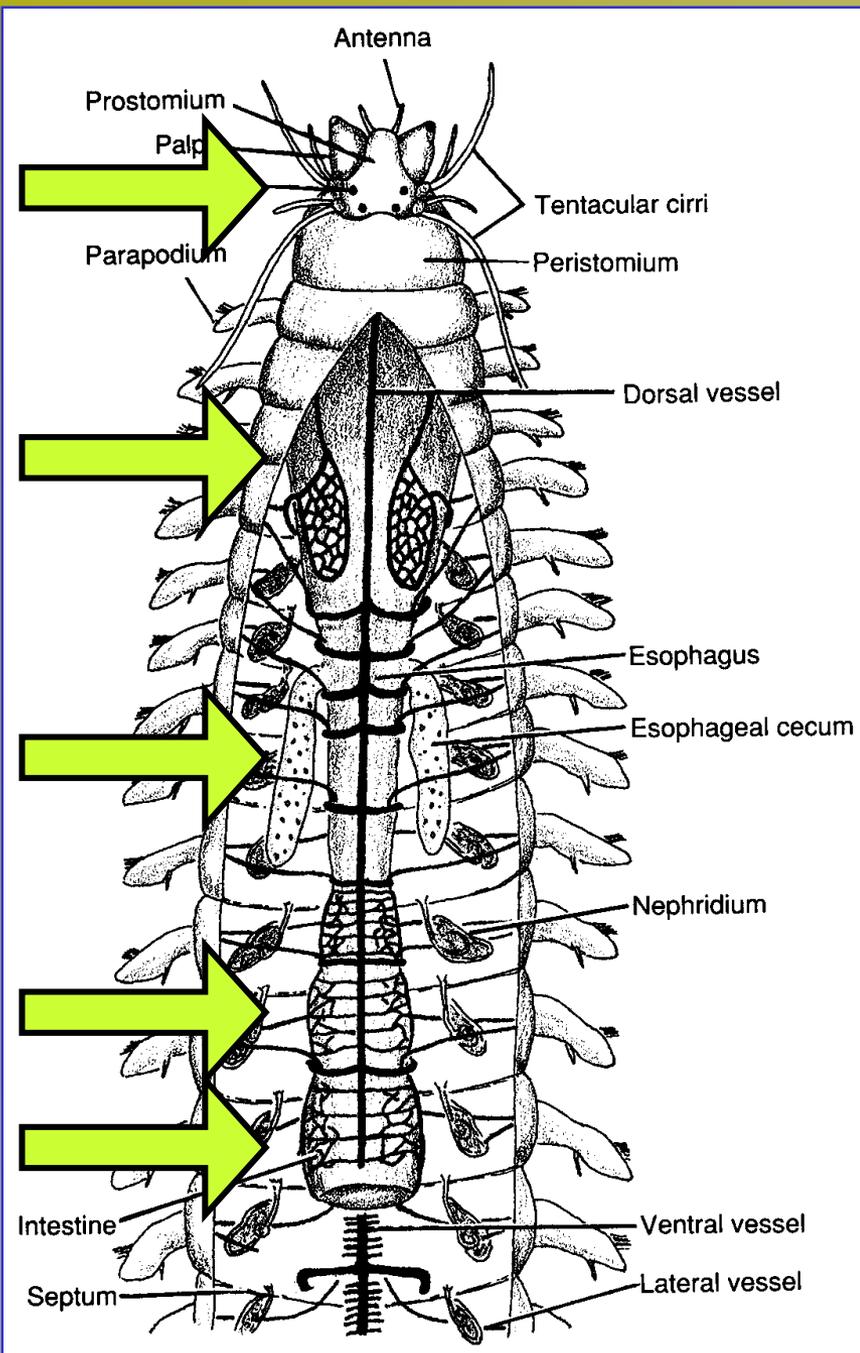
МЕДУЗА



**РОТОВОЕ ОТВЕРСТИЕ  
ГИПОСТОМ  
ВЕНЧИК ЩУПАЛЕЦ  
ГАСТРАЛЬНАЯ ПОЛОСТЬ  
БАЗАЛЬНЫЙ ДИСК**

**ГЛОТКА, СРЕДНЯЯ КИШКА.  
ЗАДНЯЯ КИШКА И АНАЛЬНОЕ  
ОТВЕРСТИЕ ОТСУТСТВУЮТ**





**СХЕМА  
РАСПОЛОЖЕНИЯ  
ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ  
В ПЕРЕДНЕМ КОНЦЕ  
ТЕЛА ПОЛИХЕТЫ**

**ГЛОТКА**

**ПИЩЕВОД**

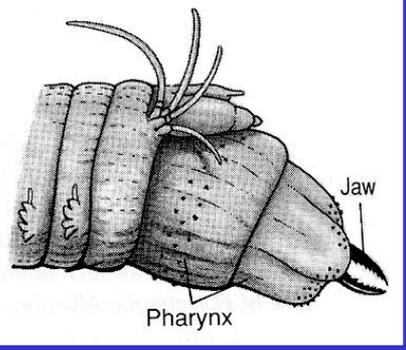
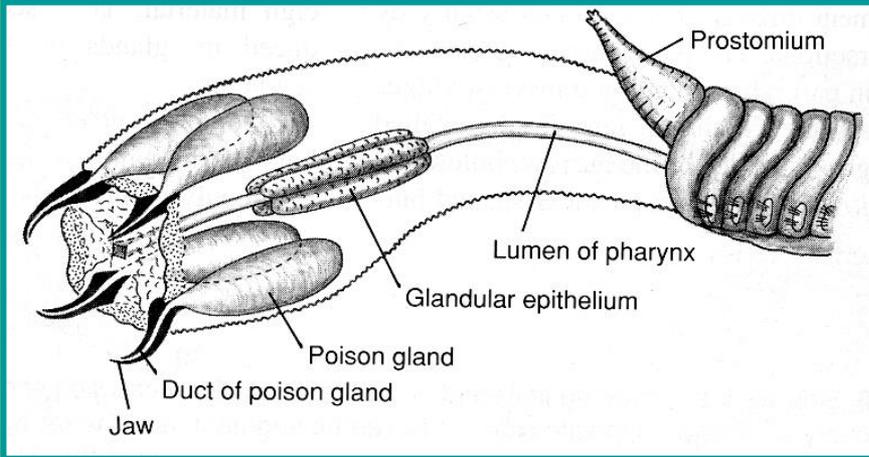
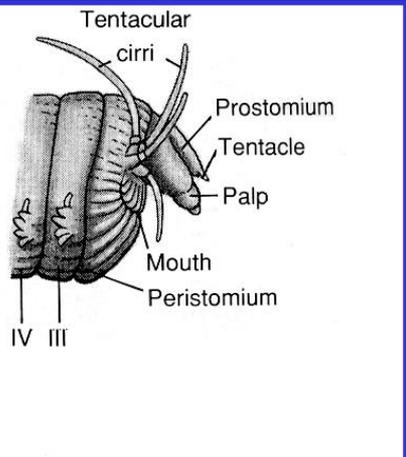
**ЗОБ**

**ЖЕЛУДОК**

**СРЕДНИЙ ОТДЕЛ  
КИШЕЧНИКА**

**ЗАДНИЙ ОТДЕЛ  
КИШЕЧНИКА**

**АНАЛЬНОЕ ОТВЕРСТИЕ**

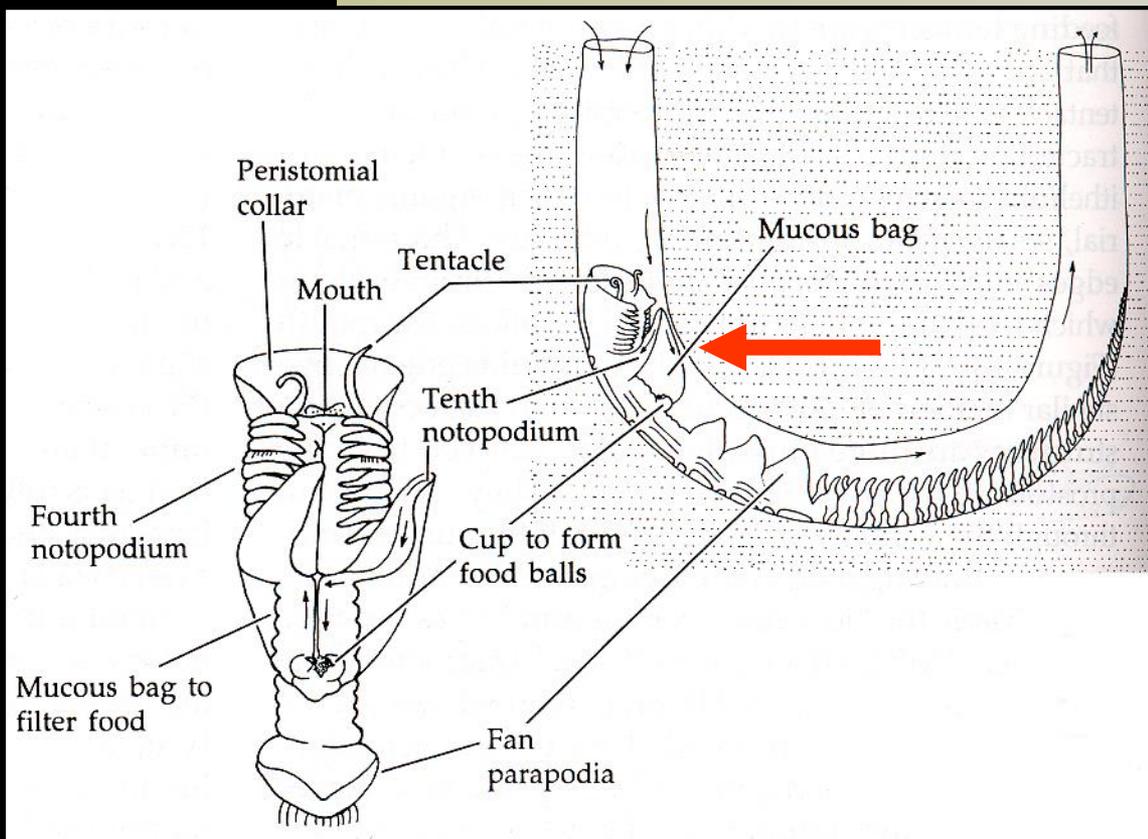


**ГЛОТОЧНЫЙ  
 ОТДЕЛ  
 ХИЩНЫХ  
 ПОЛИХЕТ**

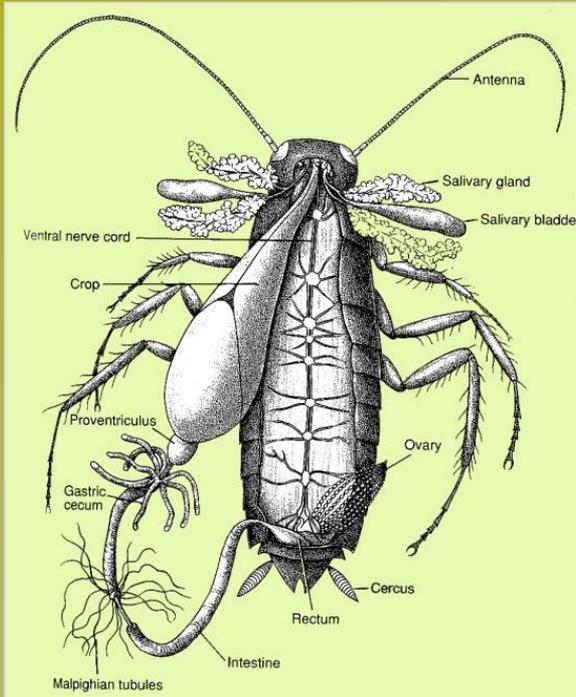
# СЕДЕНТАРНАЯ ПОЛИХЕТА

*Chaetopterus sp.*

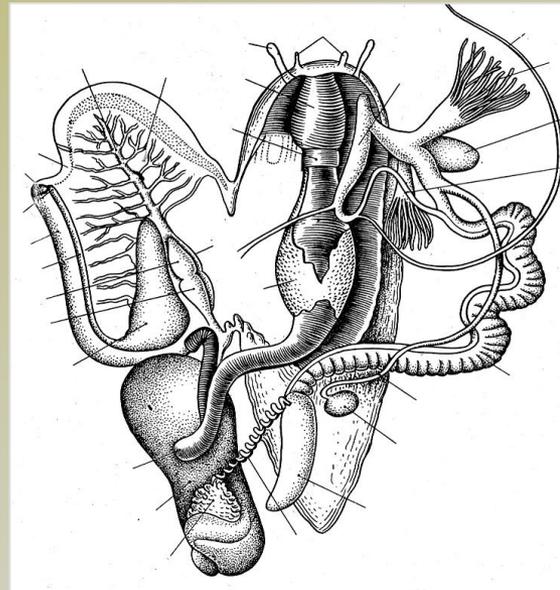
ПИТАНИЕ С  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛОВЧЕЙ  
СЛИЗИ



# ЭВОЛЮЦИЯ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫХ ЖЕЛЕЗ



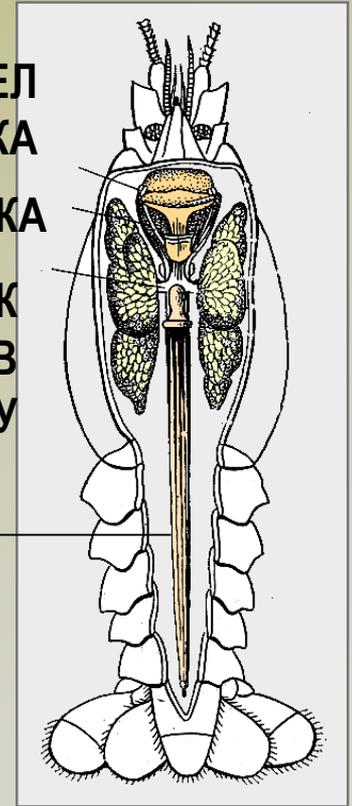
**ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА MOLLUSCA**



**ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА INSECTA**

КАРДИАЛЬНЫЙ ОТДЕЛ ЖЕЛУДКА  
ПИЛОРИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ ЖЕЛУДКА  
ПРОТОК ГЕПАТОПАНКРЕАСА В СРЕДНЮЮ КИШКУ

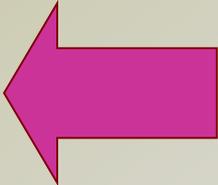
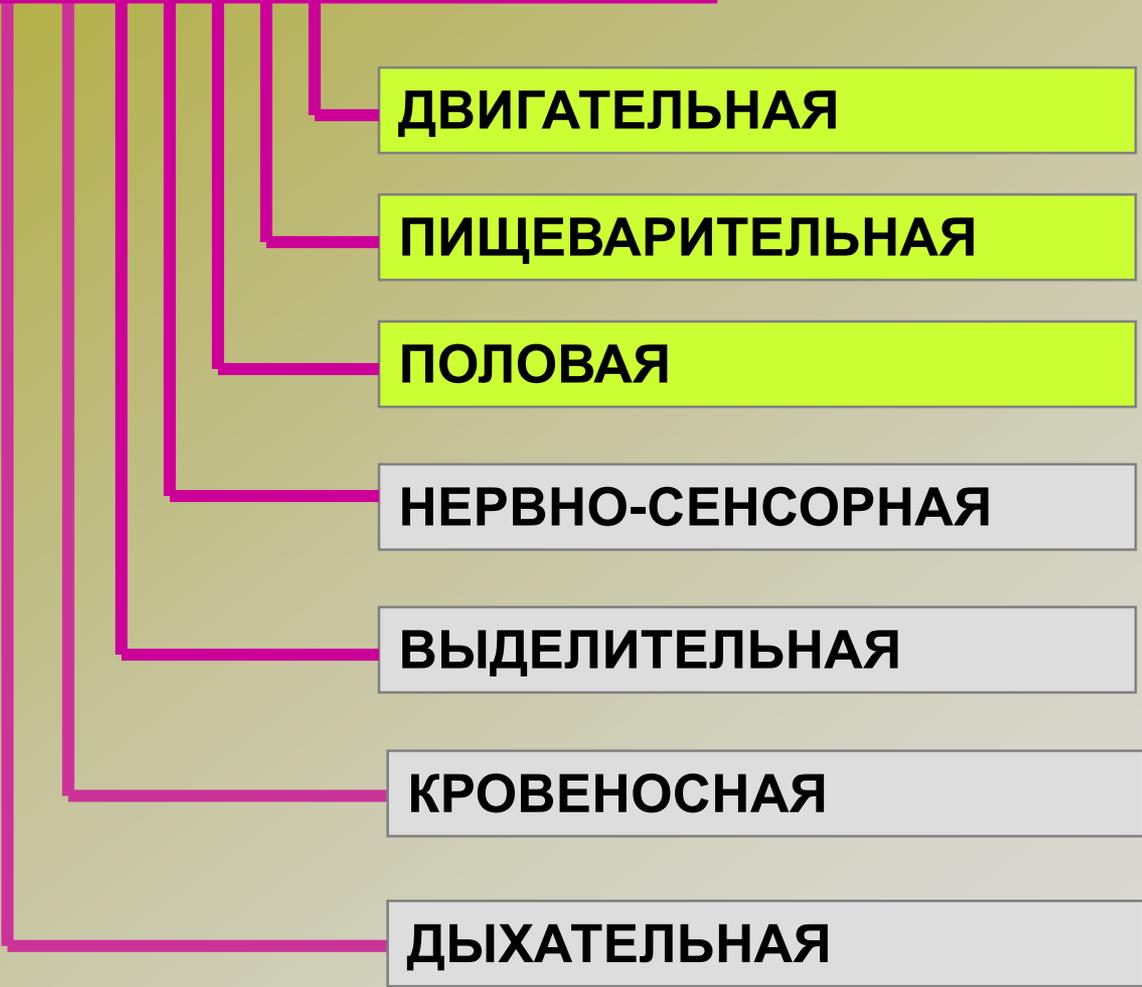
ЗАДНЯЯ КИШКА



**ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА CRUSTACEA**

**СИСТЕМЫ ОРГАНОВ**

**ЦЕЛОМ**



***ПОЛОВОЙ ПРОЦЕСС У ПРОСТЕЙШИХ, РАЗДЕЛЬНОПОЛОСТЬ, ГЕРМАФРОДИТИЗМ, СЛОЖНАЯ И ПРОСТАЯ ПОЛОВЫЕ СИСТЕМЫ***

# РАЗМНОЖЕНИЕ

**ПОЛОВОЕ**

**БЕСПОЛОЕ**

**АГАМНАЯ ЦИТОГОНИЯ**

**ПОЛИЭМБРИОНИЯ**

**ВЕГЕТАТИВНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ**

***ПОЧКОВАНИЕ***

ЛИЧИНОЧНОЕ,  
ВНУТРЕННЕЕ,  
НАРУЖНОЕ ПАРИЕТАЛЬНОЕ  
(ЛАТЕРАЛЬНОЕ),  
НАРУЖНОЕ СТОЛОНИАЛЬНОЕ  
(ПРОЛИФЕРАЦИЯ)

***ДЕЛЕНИЕ***

ФРАГМЕНТАЦИЯ,  
СТРОБИЛЯЦИЯ,  
АВТОТОМИЯ,  
ЛАЦЕРАЦИЯ

# РАЗМНОЖЕНИЕ

ПОЛОВОЕ

БЕСПОЛОЕ

ПО ТИПУ ОБРАЗУЕМЫХ ГАМЕТ

ИЗОГАМИЯ

ГЕТЕРОГАМИЯ (АНИЗОГАМИЯ)

ООГАМИЯ

ПО СПОСОБУ ОПЛОДОТВОРЕНИЯ

ВНЕШНЕЕ

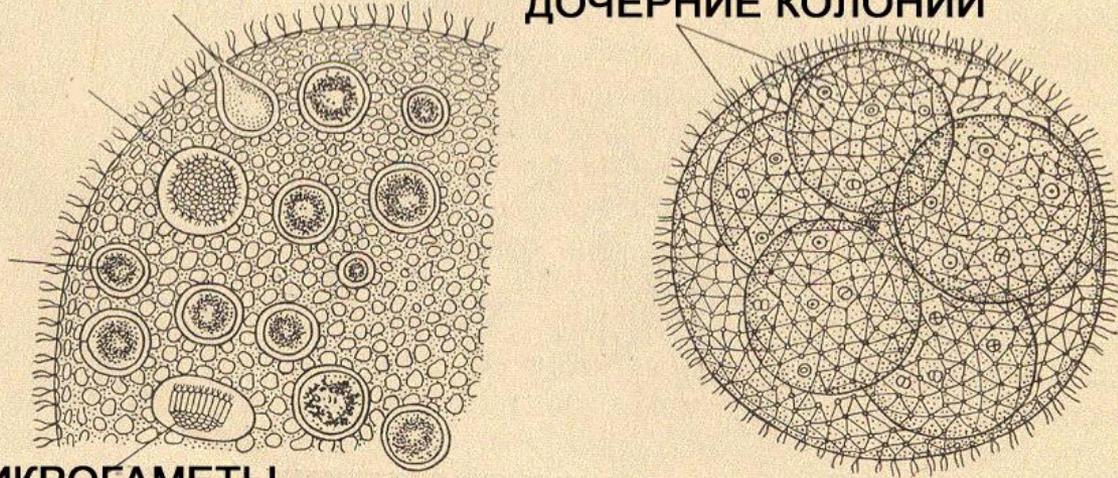
ВНЕШНЕ-ВНУТРЕННЕЕ

ВНУТРЕННЕЕ

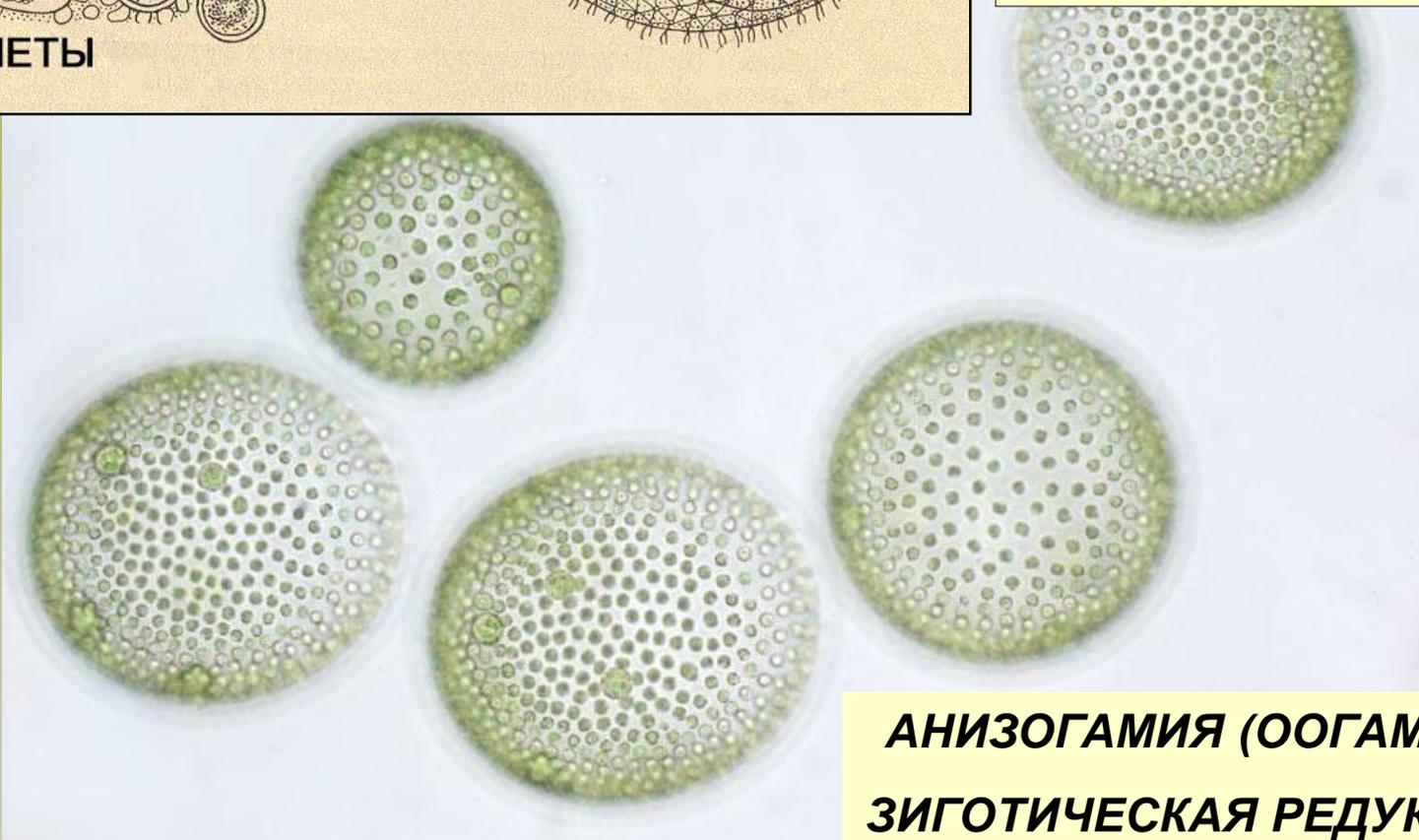
МАКРОГАМЕТА

ДОЧЕРНИЕ КОЛОНИИ

МИКРОГАМЕТЫ



**КОЛОНИАЛЬНЫЕ  
ЖГУТИКОНОСЦЫ  
*Volvox globator*  
(ОТРЯД  
Phytomonadina)**



**АНИЗОГАМИЯ (ООГАМИЯ)  
ЗИГОТИЧЕСКАЯ РЕДУКЦИЯ**

# **ПОЛОВОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ МНОГОКЛЕТОЧНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ**

**ГЕРМАФРОДИТИЗМ**

**РАЗДЕЛЬНОПОЛОСТЬ**

**ПАРТЕНОГЕНЕЗ**

# ГЕРМАФРОДИТНАЯ ПОЛОВАЯ СИСТЕМА PLATHELMINTES



ЖИВОРОЖДЕНИЕ  
У ТУРБЕЛЛЯРИЙ

КОПУЛЯТИВНАЯ  
СУМКА



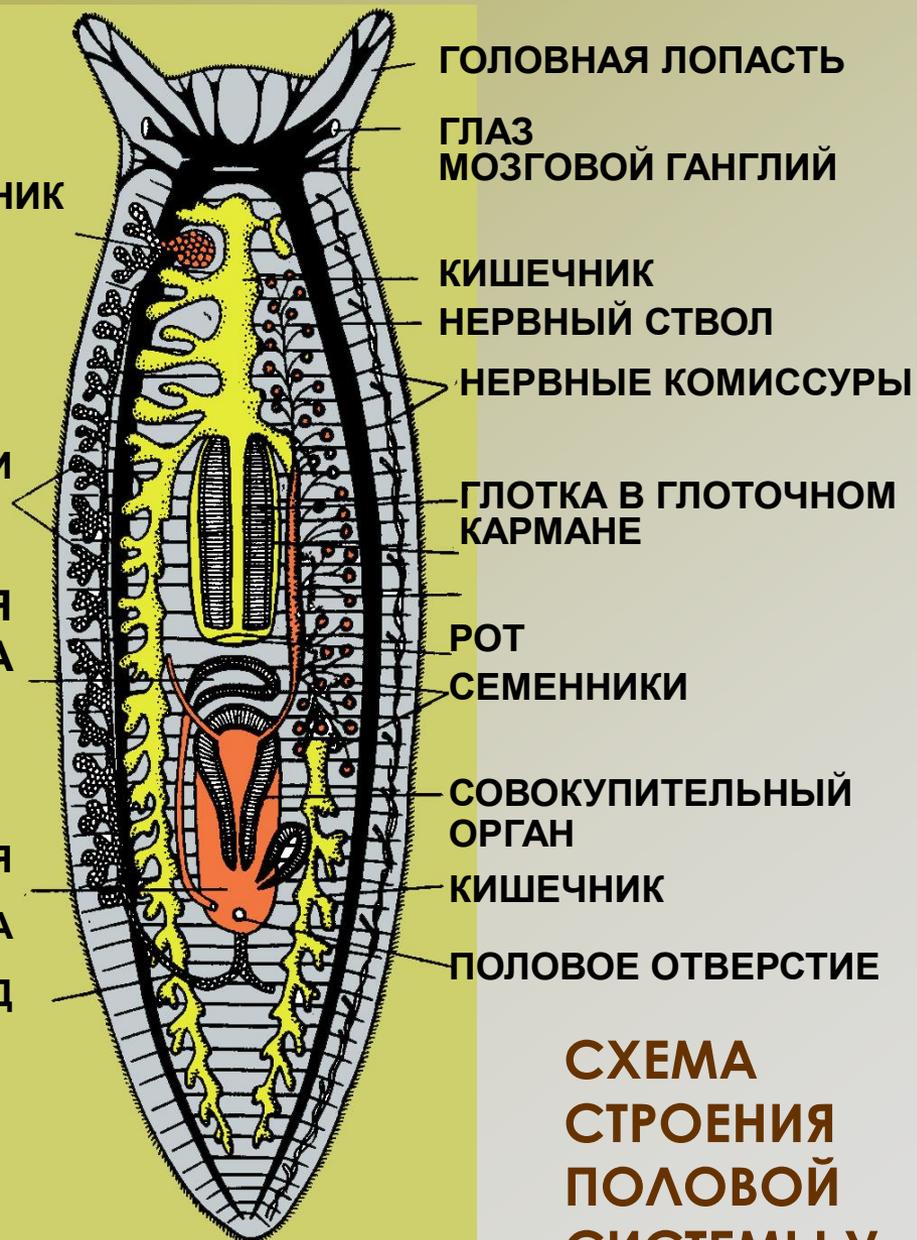
ЯЙЦЕВОД  
СЕМЕННИК  
ЯИЧНИК

ПОЛОВАЯ  
КЛОАКА  
ЯЙЦЕВОД

ЖЕЛТОЧНИКИ

КОПУЛЯТИВНАЯ  
СУМКА

ЯИЧНИК



ГОЛОВНАЯ ЛОПАСТЬ

ГЛАЗ  
МОЗГОВОЙ ГАНГЛИЙ

КИШЕЧНИК

НЕРВНЫЙ СТВОЛ

НЕРВНЫЕ КОМИССУРЫ

ГЛОТКА В ГЛОТОЧНОМ  
КАРМАНЕ

РОТ

СЕМЕННИКИ

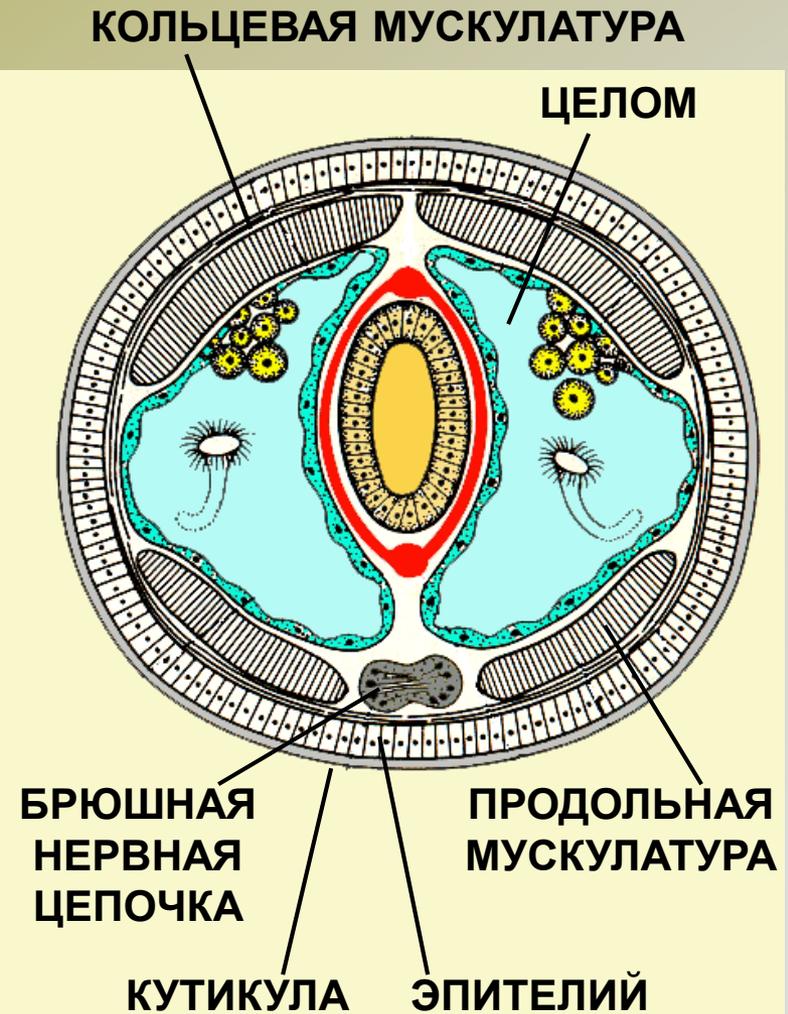
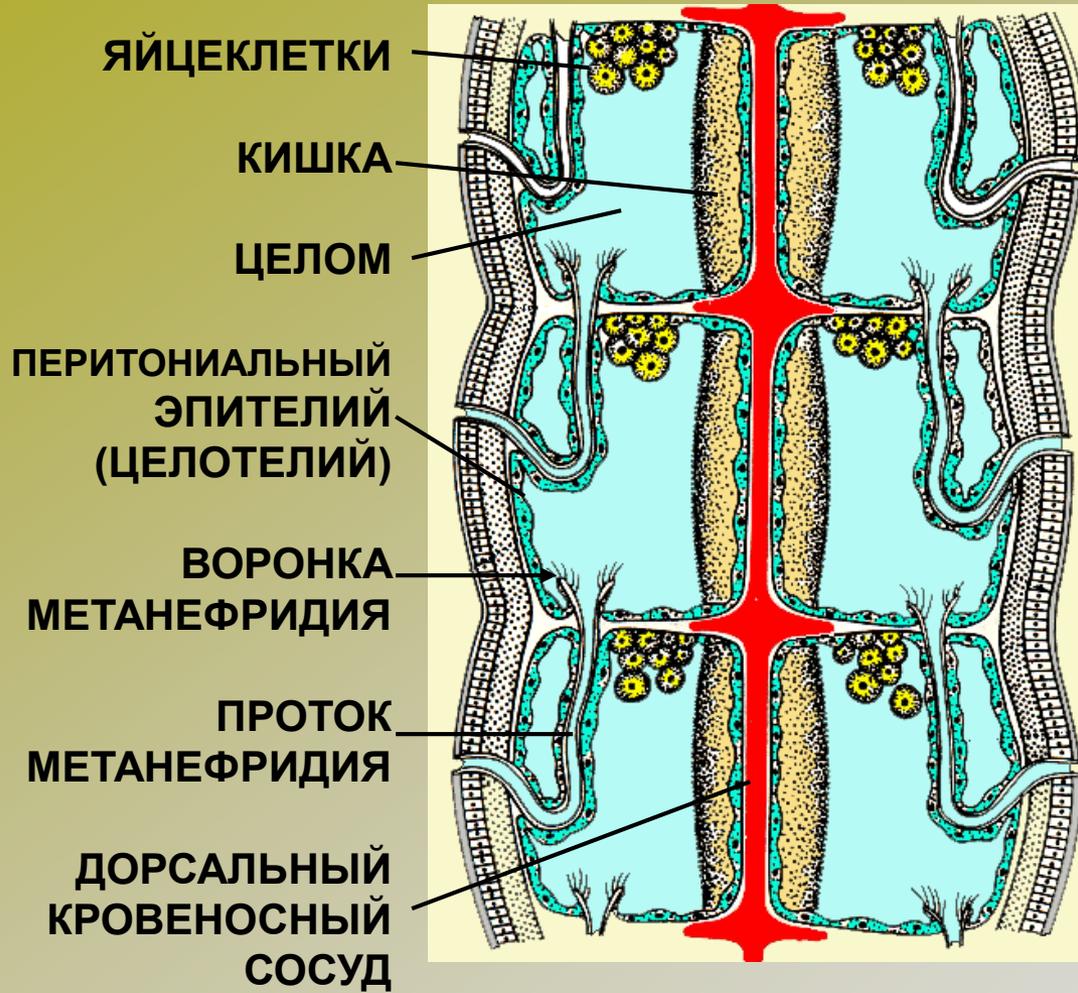
СОВОКУПИТЕЛЬНЫЙ  
ОРГАН

КИШЕЧНИК

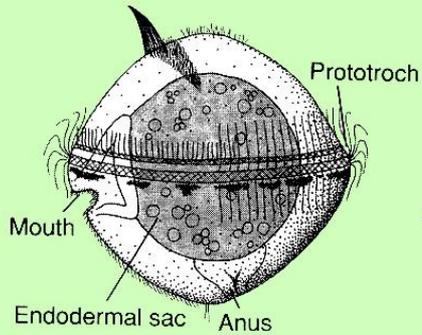
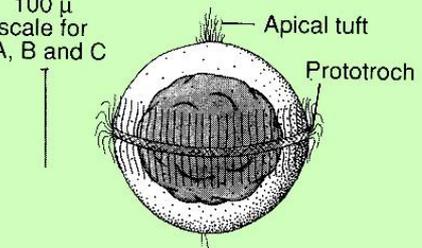
ПОЛОВОЕ ОТВЕРСТИЕ

СХЕМА  
СТРОЕНИЯ  
ПОЛОВОЙ  
СИСТЕМЫ У  
НЕООФОР

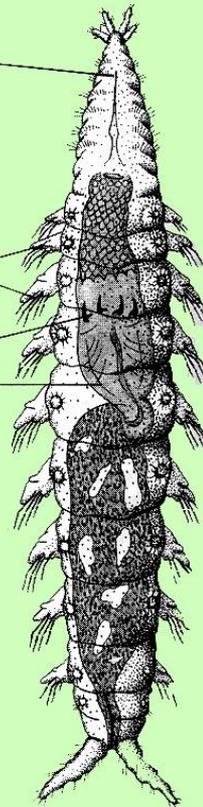
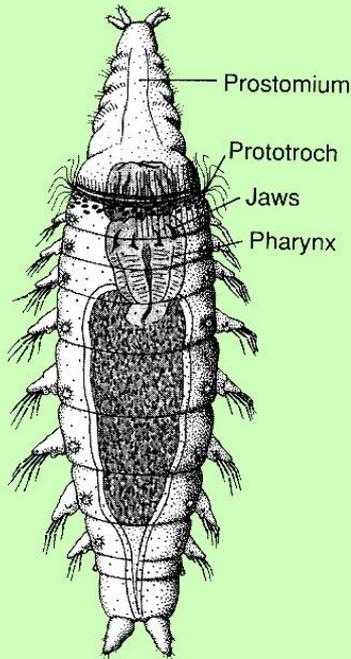
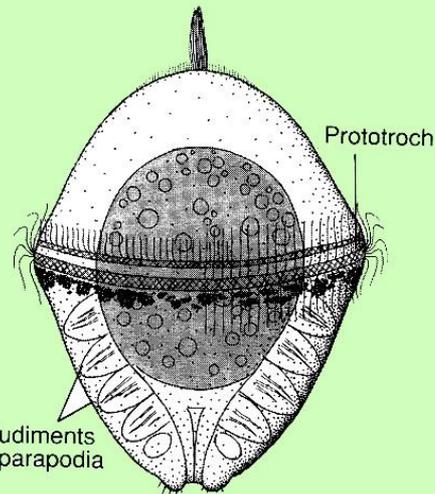
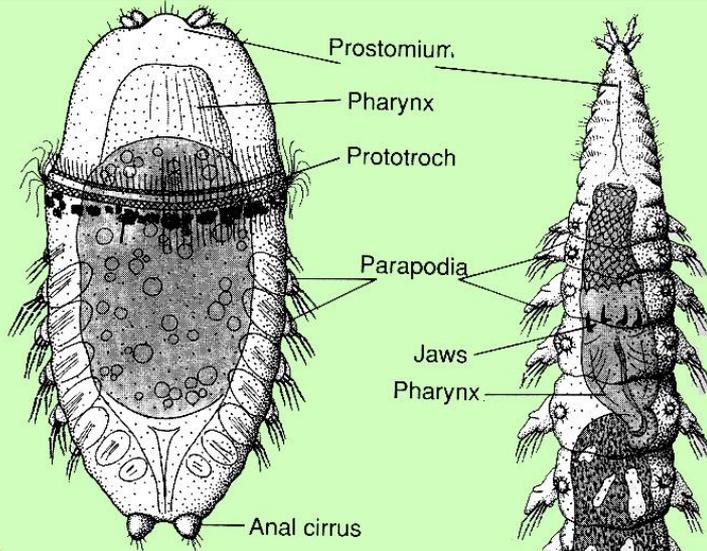
# СХЕМА ПРОДОЛЬНОГО И ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ СЕГМЕНТОВ ТЕЛА ПОЛИХЕТЫ



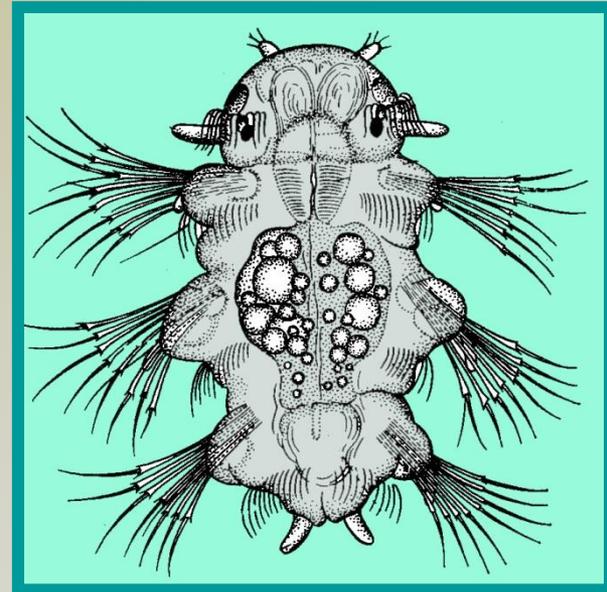
100  $\mu$   
scale for  
A, B and C



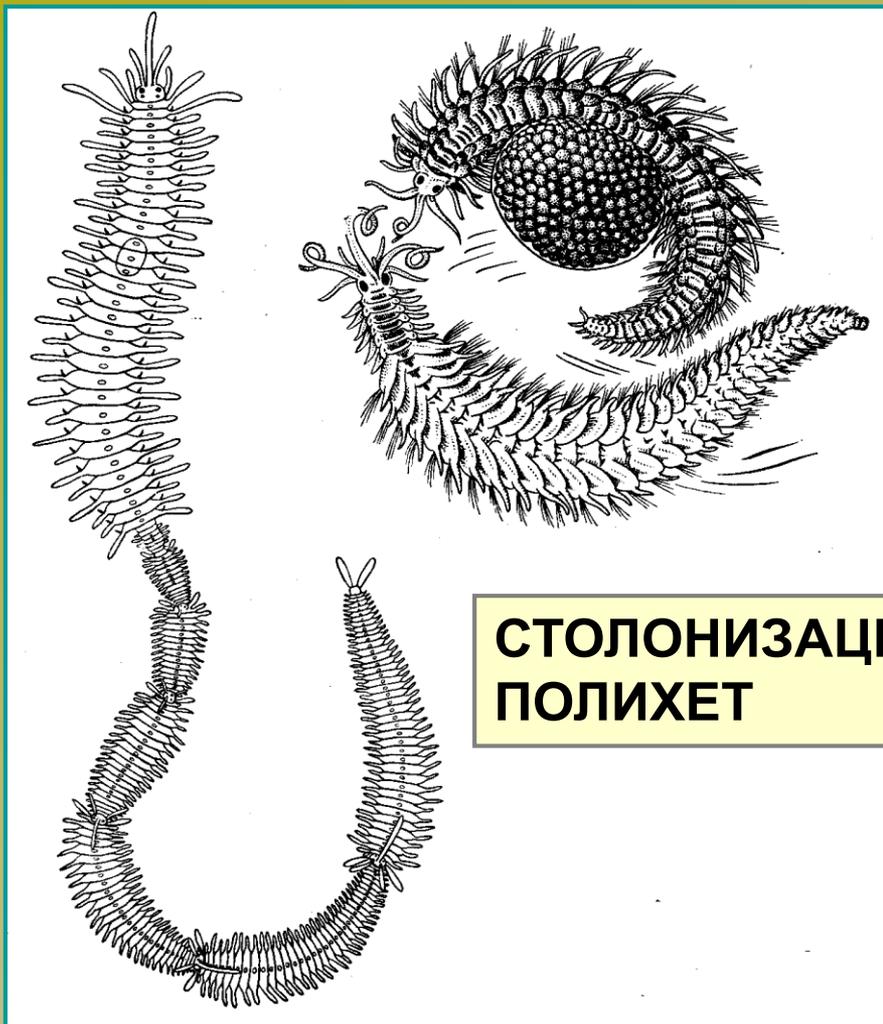
200  $\mu$



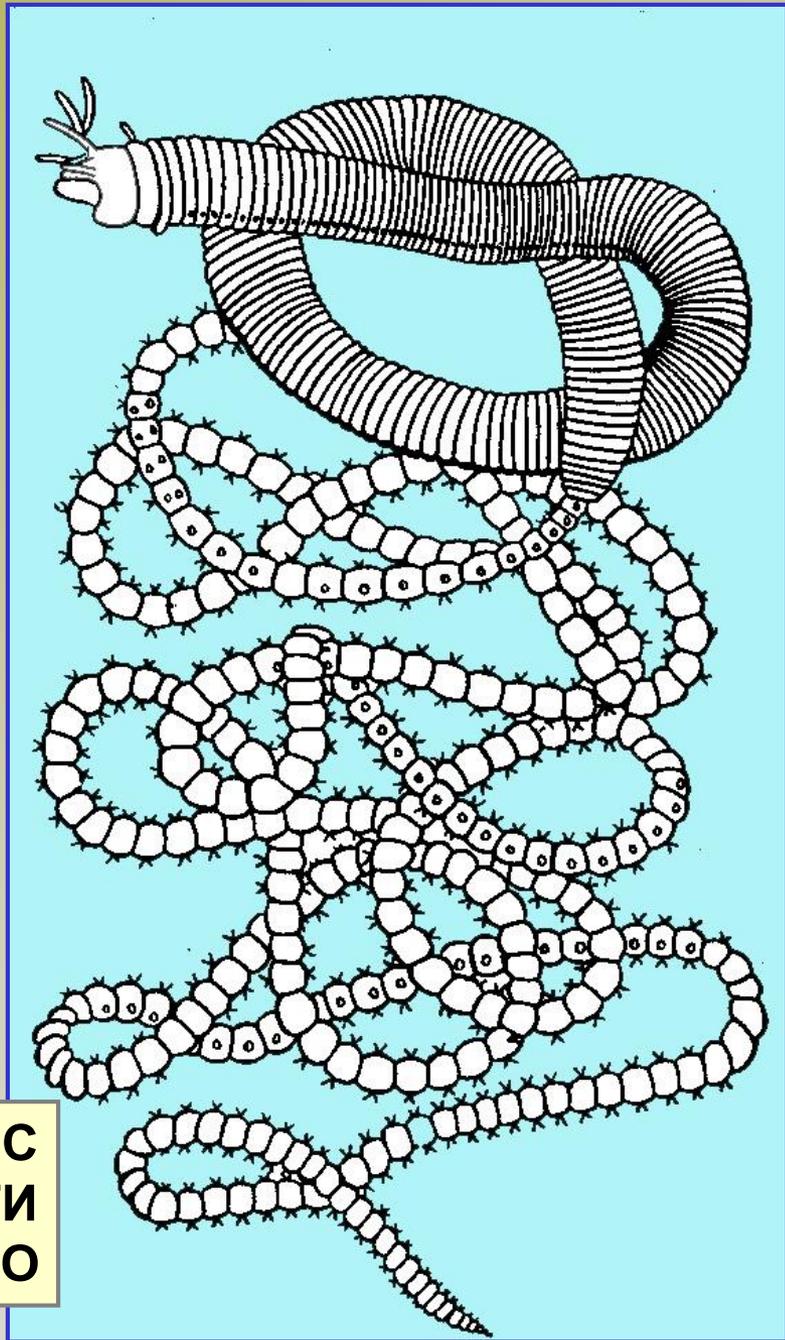
## ВИДЫ ТРОХОФОР ПОЛИХЕТ



## МЕТАТРОХОФОРА



**СТОЛОНИЗАЦИЯ  
ПОЛИХЕТ**



**ОБРАЗОВАНИЕ ЭПИТОКНОЙ (С  
ПОЛОВЫМИ ПРОДУКТАМИ) ЧАСТИ  
ТЕЛА У ТИХООКЕАНСКОГО ПАЛОЛО**

# МЕХАНИЗМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛА

## МАТЕРИНСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛА

ЧЕРЕЗ РАЗМЕРЫ ОБРАЗУЕМЫХ ЯИЦ

ВЫБОРОЧНЫМ ОПЛОДОТВОРЕНИЕМ ЯИЦ

СОЗДАНИЕМ УСЛОВИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЯИЦ

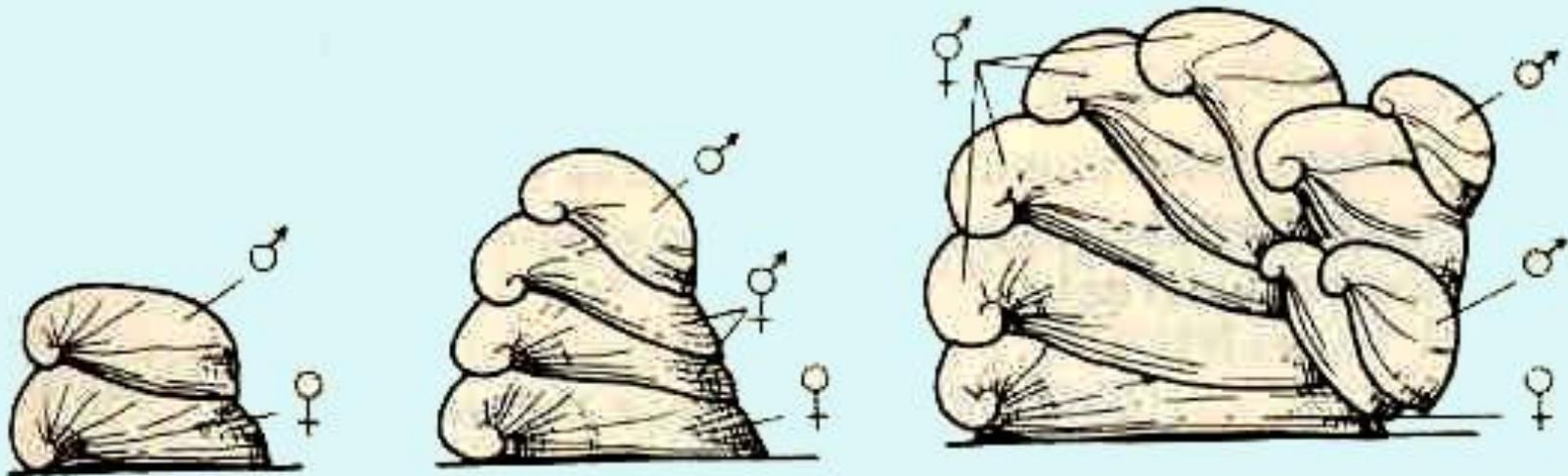
## ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛА

ПУТЕМ ГЕТЕРОГАМИИ

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛА

ПУТЕМ АУТОДИФФЕРЕНЦИРОВКИ

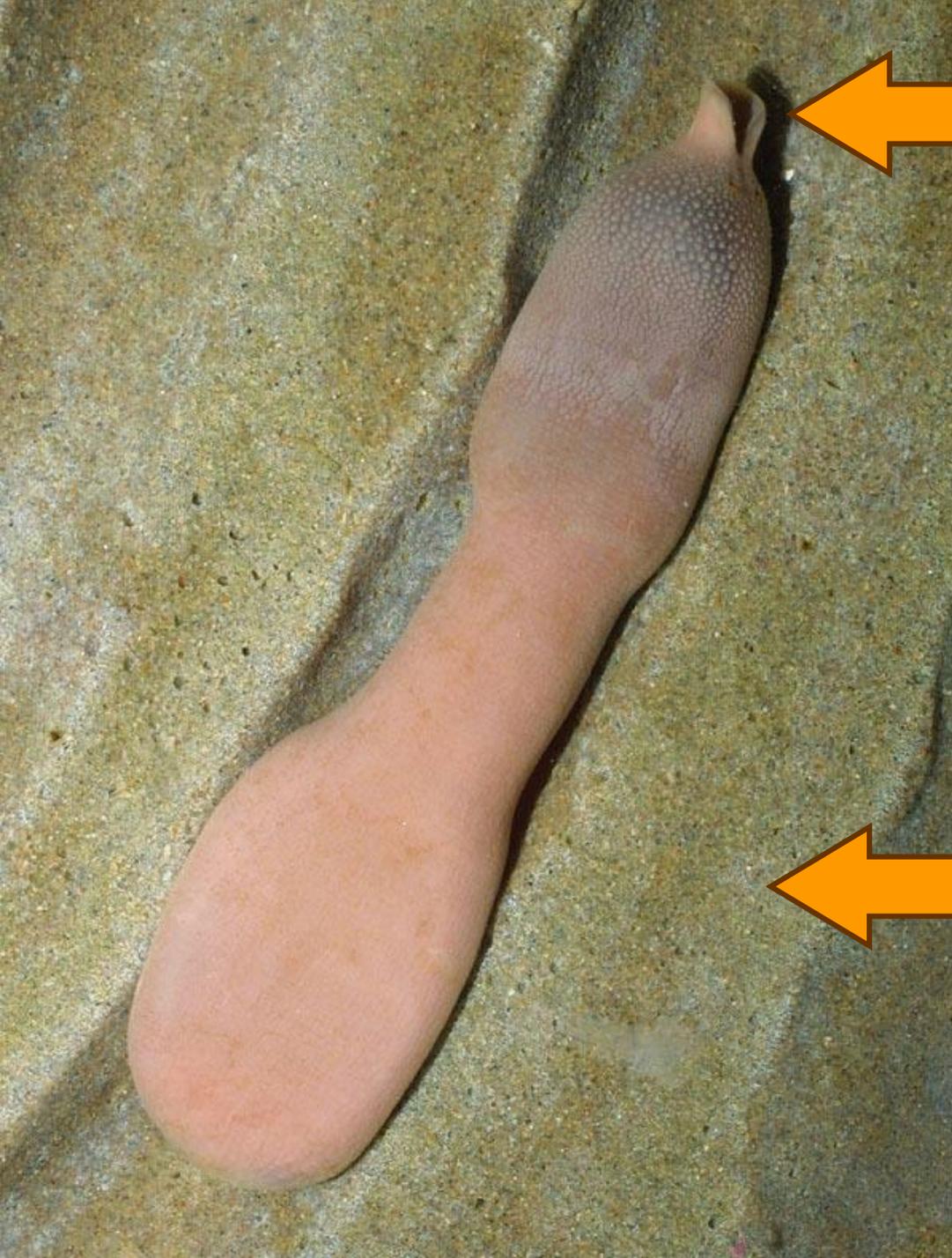
ПОД ДЕЙСТВИЕМ ФЕРОМОНОВ



**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛА У БЛЮДЕЧКА**  
***Crepidula fornicata*:**

**I** – РАННЯЯ СТАДИЯ, ОБРАЗОВАНИЕ ПАРЫ

**II, III** – БОЛЕЕ ПОЗДНИЕ СТАДИИ, ОБРАЗОВАНИЕ СЛОЖНЫХ КОМПЛЕКСОВ, ВКЛЮЧАЮЩИХ САМЦОВ, САМОК И ИНТЕРСЕКСОВ

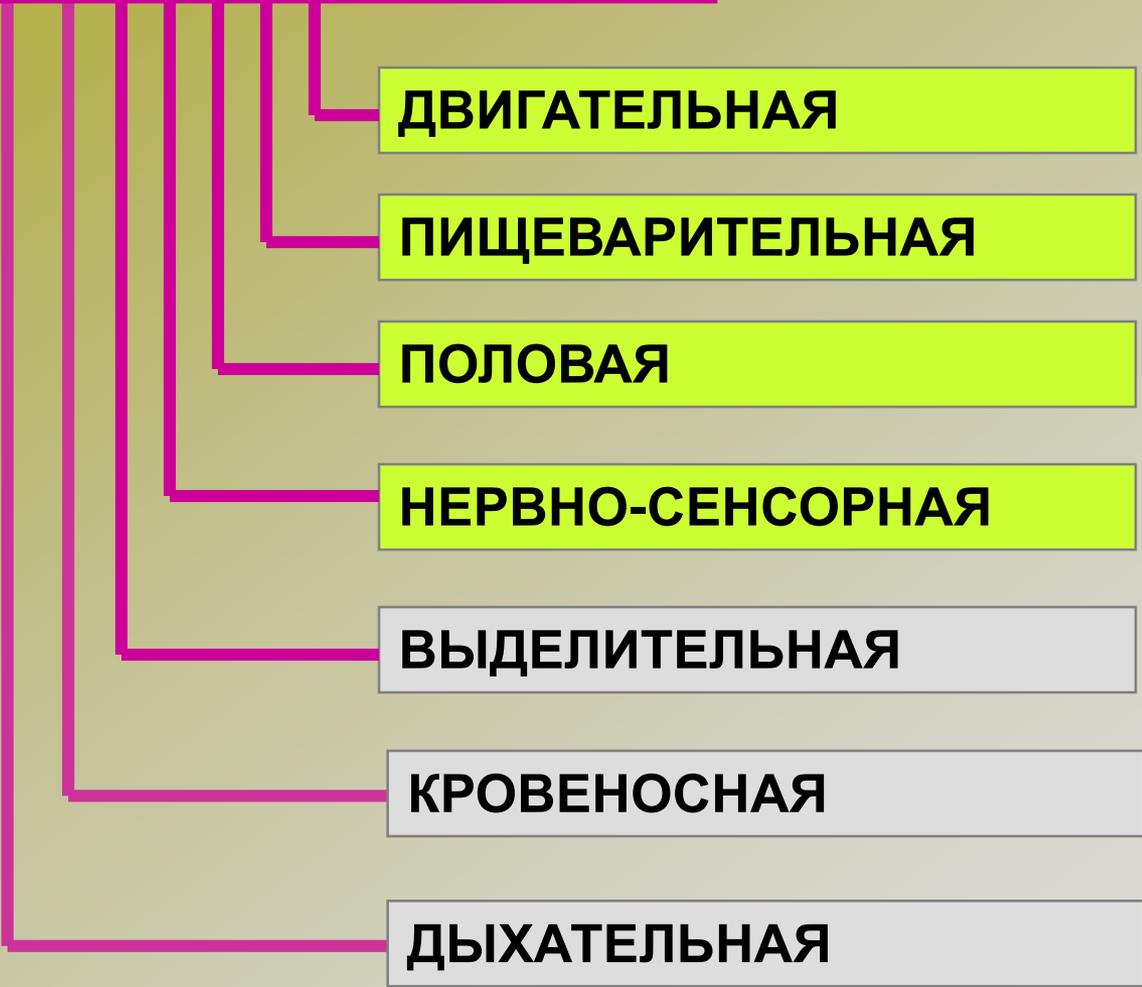


**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛА  
У ЭХИУРИДЫ  
*Vonellia* ПОД  
ДЕЙСТВИЕМ  
ФЕРОМОНОВ**

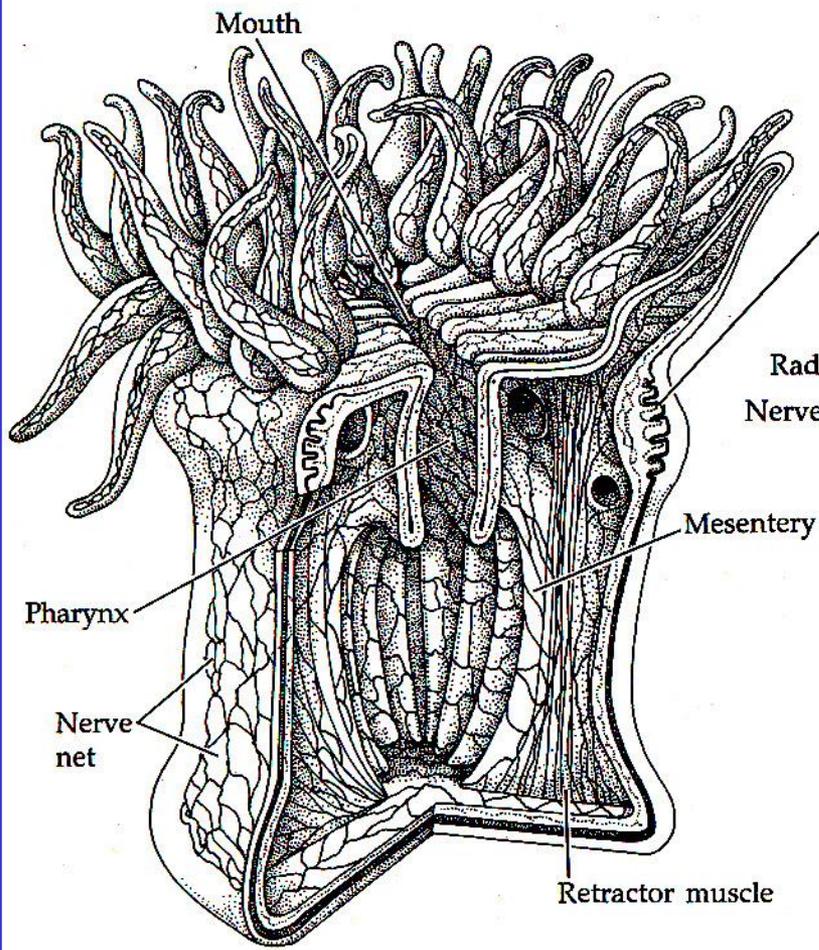


**СИСТЕМЫ ОРГАНОВ**

**ЦЕЛОМ**

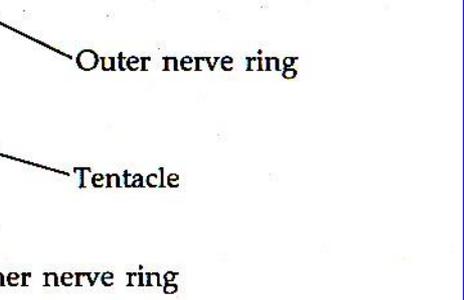
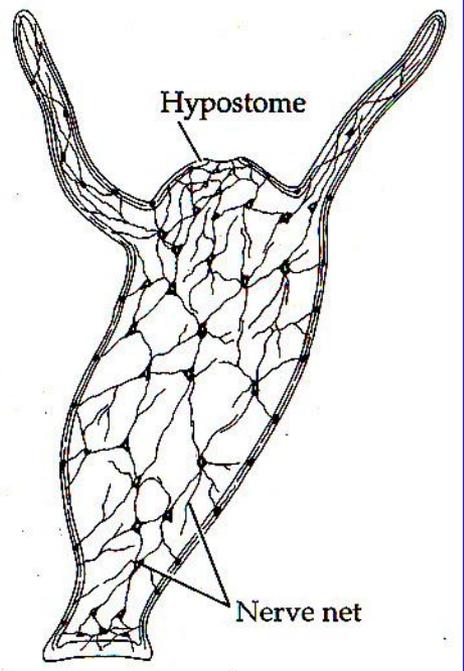
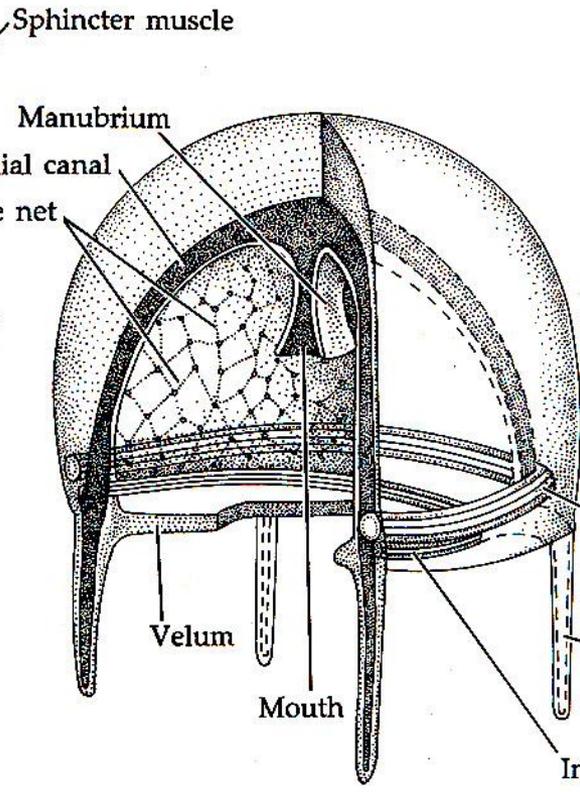


**ДИФФУЗНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА (НЕРВНЫЙ ПЛЕКСУС), НЕРВНАЯ РЕШЕТКА (ОРТОГОН), НЕРВНАЯ ЛЕСТНИЦА, БРЮШНАЯ НЕРВНАЯ ЦЕПОЧКА, РАЗБРОСАННО-УЛОВАЯ СИСТЕМА, ГОЛОВНОЙ МОЗГ**



**Anthozoa**

**Hydrozoa**



**НЕРВНАЯ СИСТЕМА КНИДАРИЙ**

**МУЛЬТИПОЛЯРНЫЕ НЕЙРОНЫ  
НЕРВНЫЙ ПЛЕКСУС**