

# ЭВОЛЮЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ

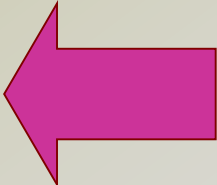
## БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ

2024

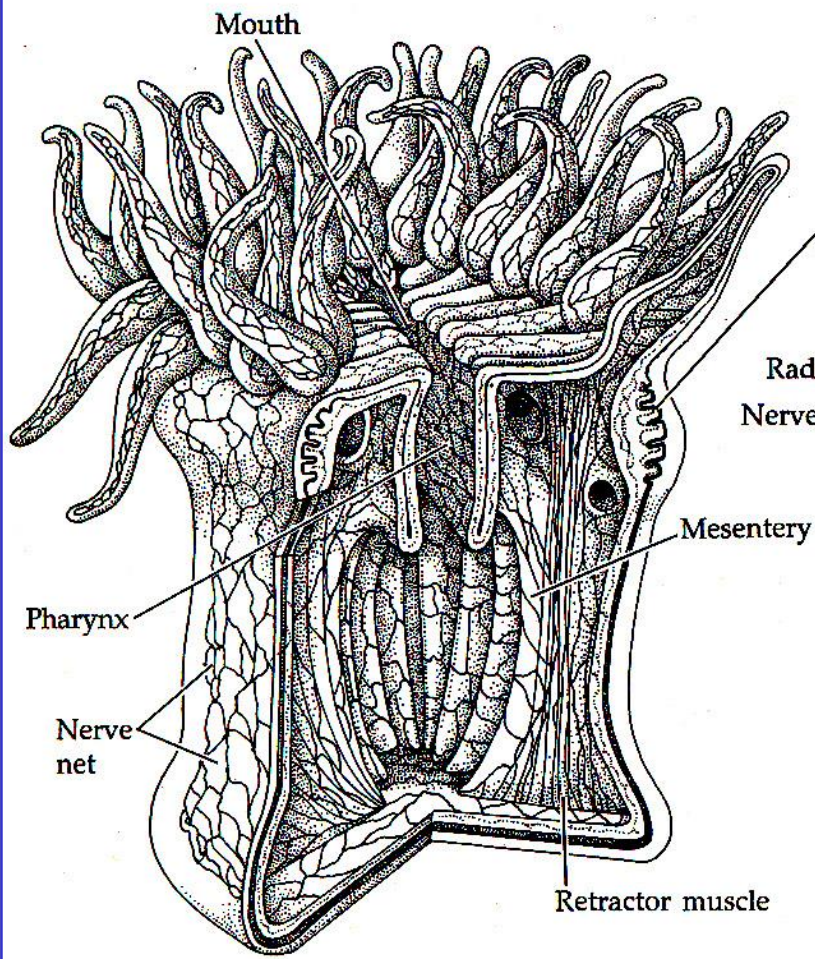
# ОБЩИЙ ОБЗОР СИСТЕМ ОРГАНОВ

**СИСТЕМЫ ОРГАНОВ**

**ЦЕЛОМ**

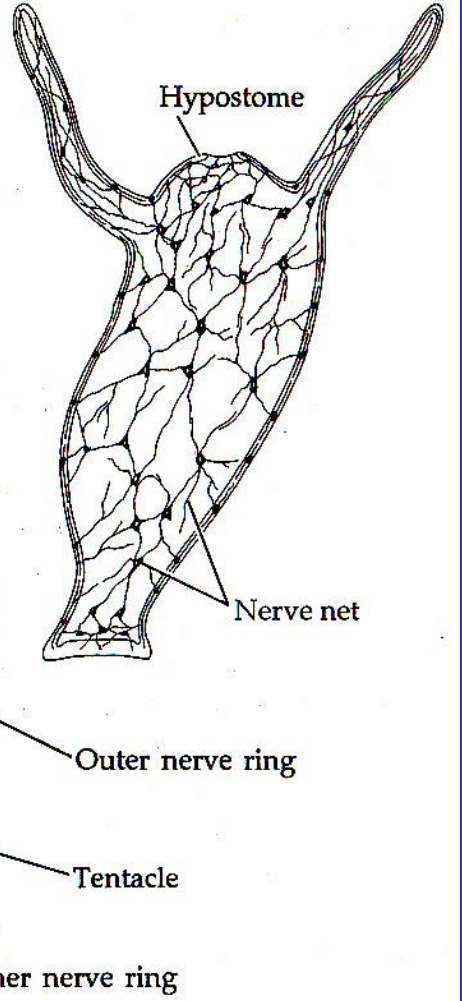
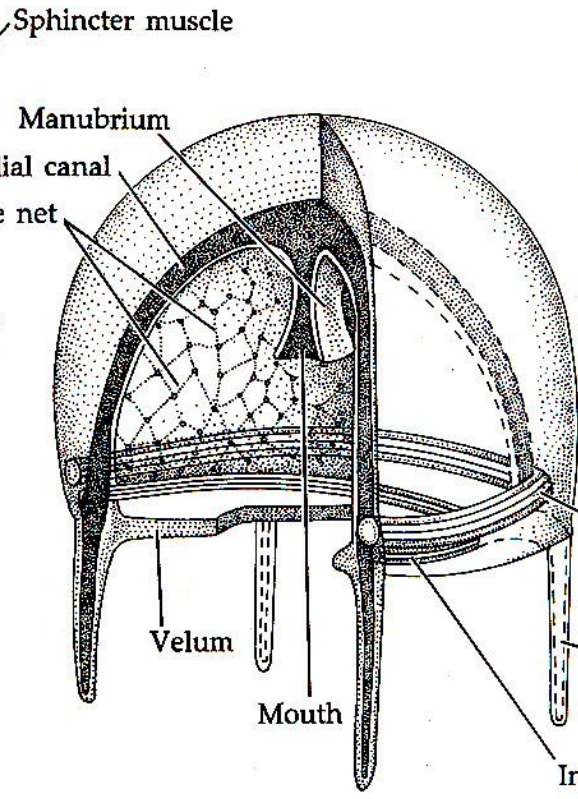


**ДИФФУЗНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА (НЕРВНЫЙ ПЛЕКСУС), НЕРВНАЯ РЕШЕТКА (ОРТОГОН), НЕРВНАЯ ЛЕСТНИЦА, БРЮШНАЯ НЕРВНАЯ ЦЕПОЧКА, РАЗБРОСАННО-УЛОВАЯ СИСТЕМА, ГОЛОВНОЙ МОЗГ**



**Anthozoa**

**Hydrozoa**

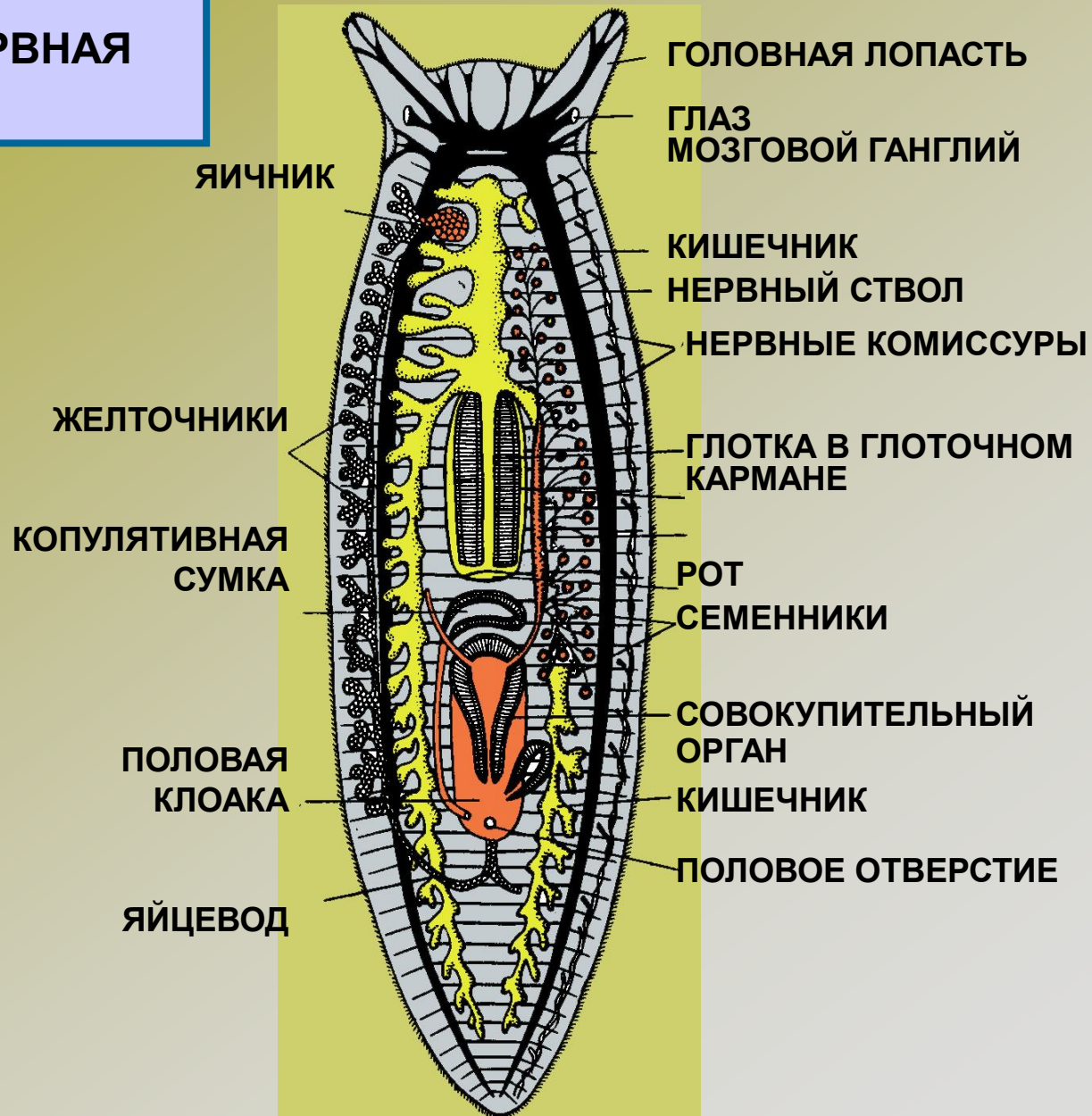


**НЕРВНАЯ СИСТЕМА КНИДАРИЙ**

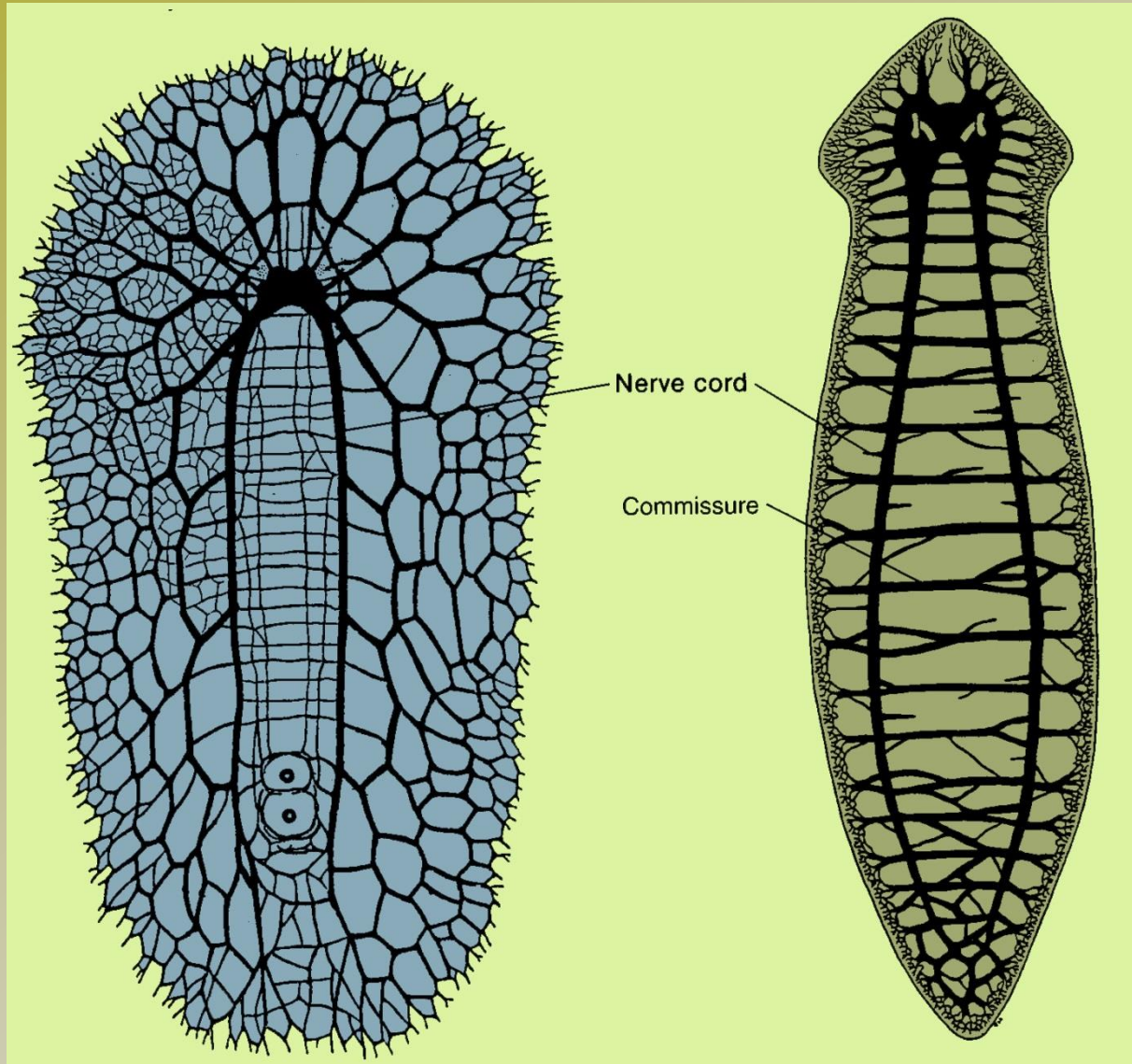
**МУЛЬТИПОЛЯРНЫЕ НЕЙРОНЫ  
НЕРВНЫЙ ПЛЕКСУС**



# НЕРВНАЯ СИСТЕМА - ОРТОГОН («НЕРВНАЯ РЕШЕТКА»)



# РАЗНЫЕ ТИПЫ ОРТОГОНАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ







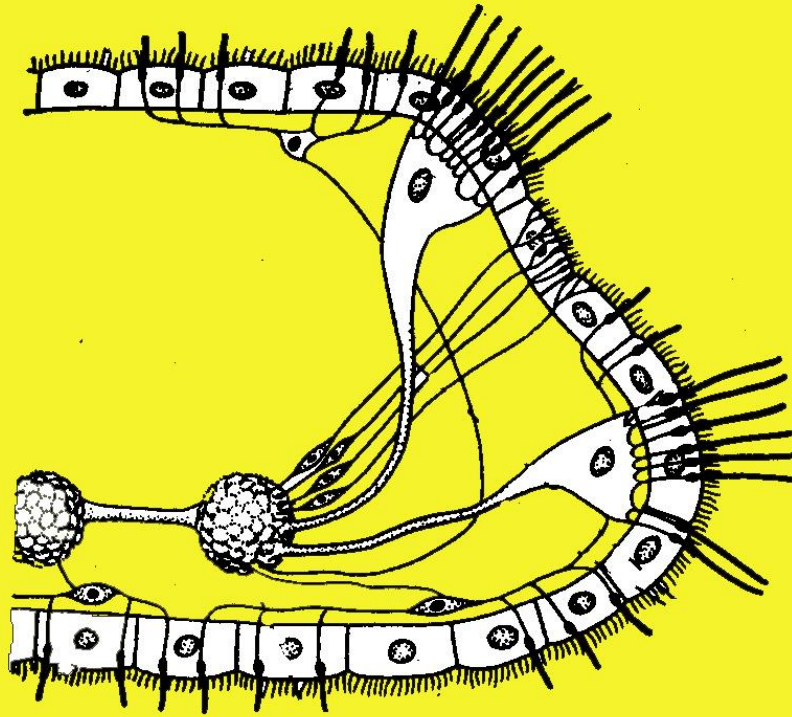
**ГОЛОВНОЙ  
ОТДЕЛ  
ТЕЛА**

**СЕНСОРНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
ТУРБЕЛЛЯРИЙ**

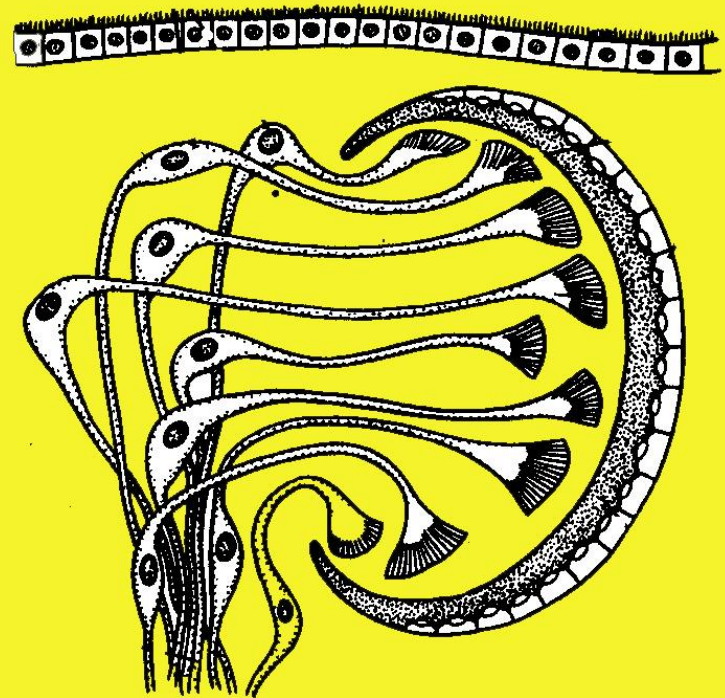
**ГЛАЗА (ИНВЕРТИРОВАННЫЕ ИЛИ  
ОБРАЩЕННЫЕ)**

**ОСЯЗАТЕЛЬНЫЕ СЕНСИЛЛЫ**

**ОРГАНЫ РАВНОВЕСИЯ  
(СТАТОЦИСТЫ)**

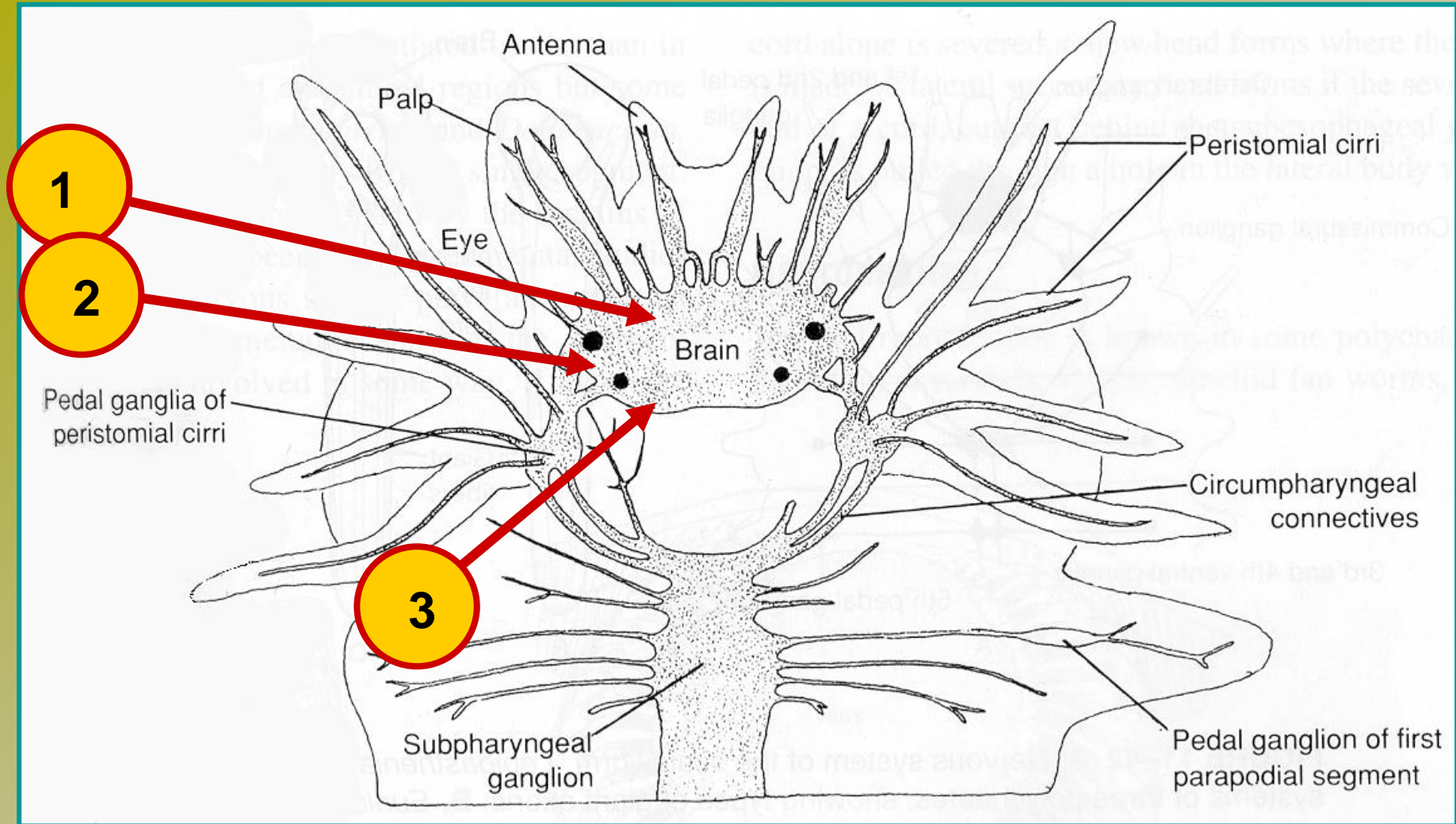


**СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ  
ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ОКОНЧАНИЙ  
(СЕНСИЛЛ) В ПОКРОВЕ  
ТУРБЕЛЛЯРИЙ**



**СХЕМА СТРОЕНИЯ ОБРАЩЕННОГО  
(ИНВЕРТИРОВАННОГО) ГЛАЗА  
ТУРБЕЛЛЯРИЙ**





## ОТДЕЛЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА ПОЛИХЕТ

1 – ПЕРЕДНИЙ (ПАЛЬПАРНЫЙ); 2 – СРЕДНИЙ (АНТЕННАЛЬНО-ГЛАЗНОЙ); 3 – ЗАДНИЙ (ЗАТЫЛОЧНЫЙ)

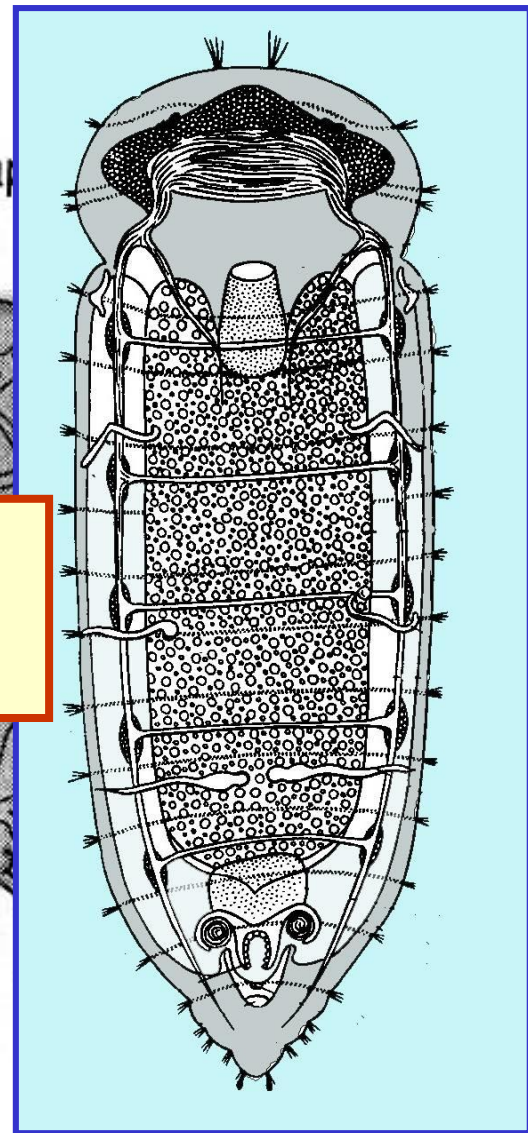
Dorsal blood vessel

Parap

Intestine

**БРЮШНАЯ НЕРВНАЯ  
ЦЕПОЧКА**

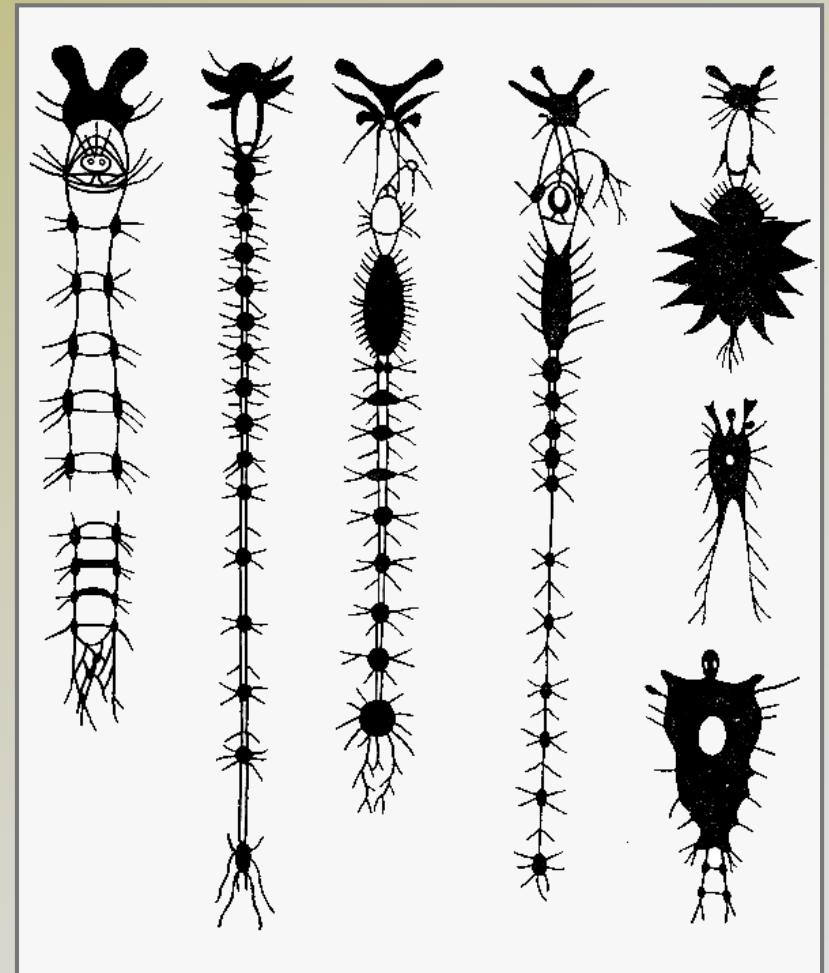
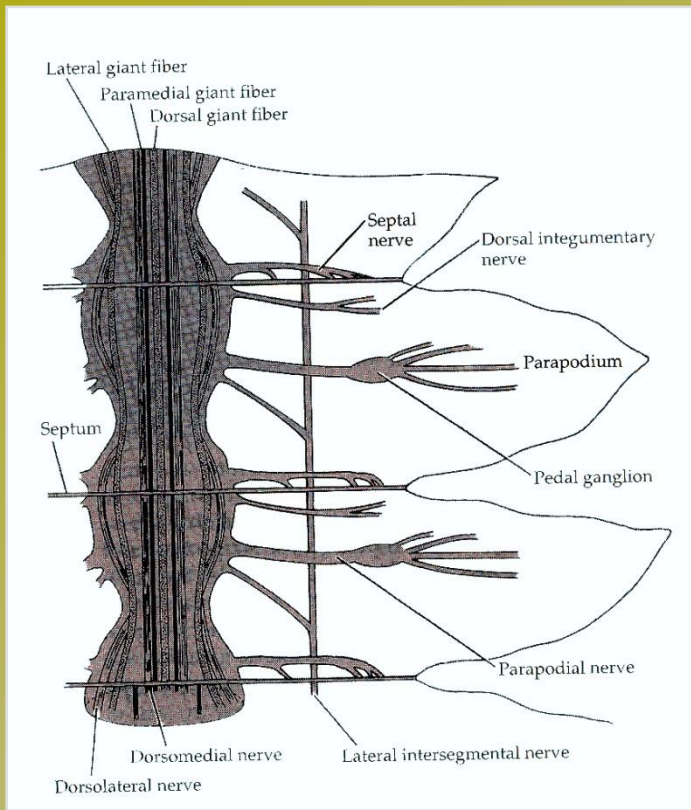
Longitudinal muscle  
Ventral blood vessel



**ПОЛОЖЕНИЕ БРЮШНОЙ НЕРВНОЙ ЦЕПОЧКИ**

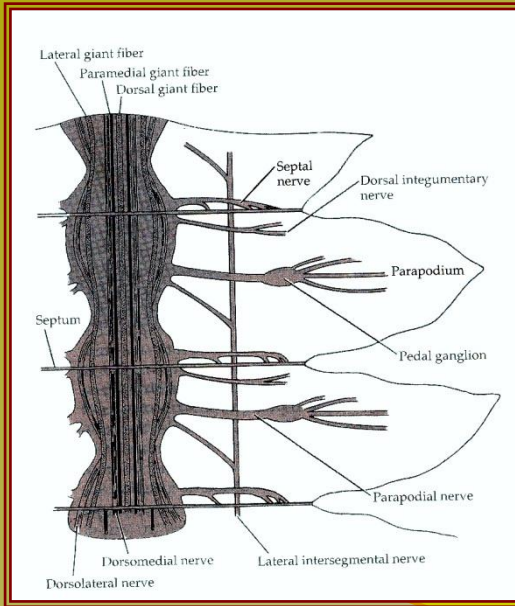


# СТРОЕНИЕ УЧАСТКА ВЕНТРАЛЬНОГО НЕРВНОГО СТВОЛА ПОЛИХЕТ



**ВИДЫ СТРОЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ  
НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ РАКООБРАЗНЫХ**

# ЗВЕНО БРЮШНОЙ НЕРВНОЙ ЦЕПОЧКИ В ОТДЕЛЬНОМ СОМИТЕ (НЕВРОСОМИТ)



**ПЕРЕДНИЙ КОЛЬЦЕВОЙ  
МОТОРНЫЙ НЕРВ**

**ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ  
НЕРВ**

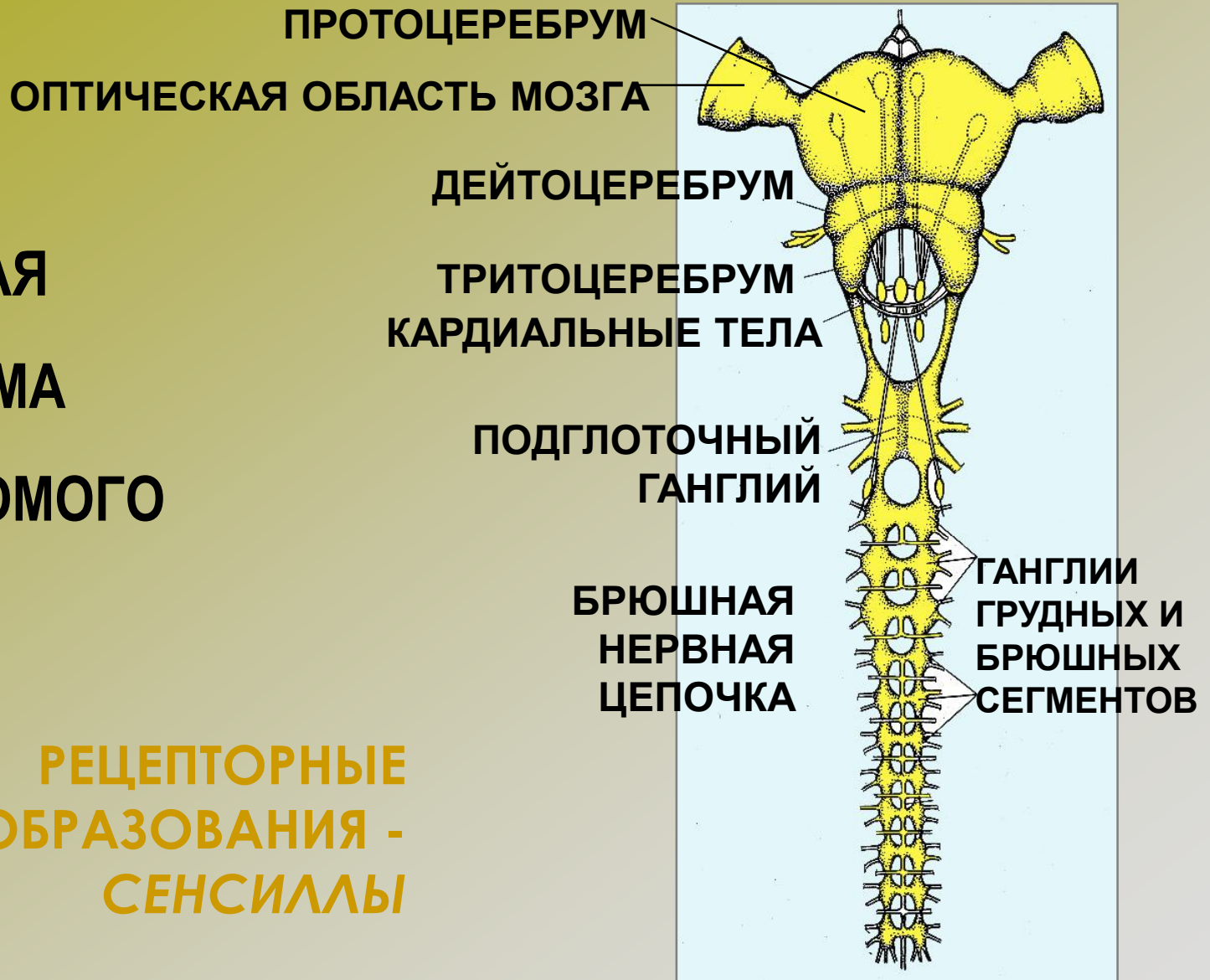
**ЗАДНИЙ КОЛЬЦЕВОЙ  
МОТОРНЫЙ НЕРВ**

**ПРОДОЛЬНЫЕ МОТОРНЫЕ  
СТВОЛЫ Б Н Ц**



**НЕРВНАЯ  
СИСТЕМА  
НАСЕКОМОГО**

**РЕЦЕПТОРНЫЕ  
ОБРАЗОВАНИЯ -  
СЕНСИЛЛЫ**



# СЕНСОРНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ ARTHROPODA

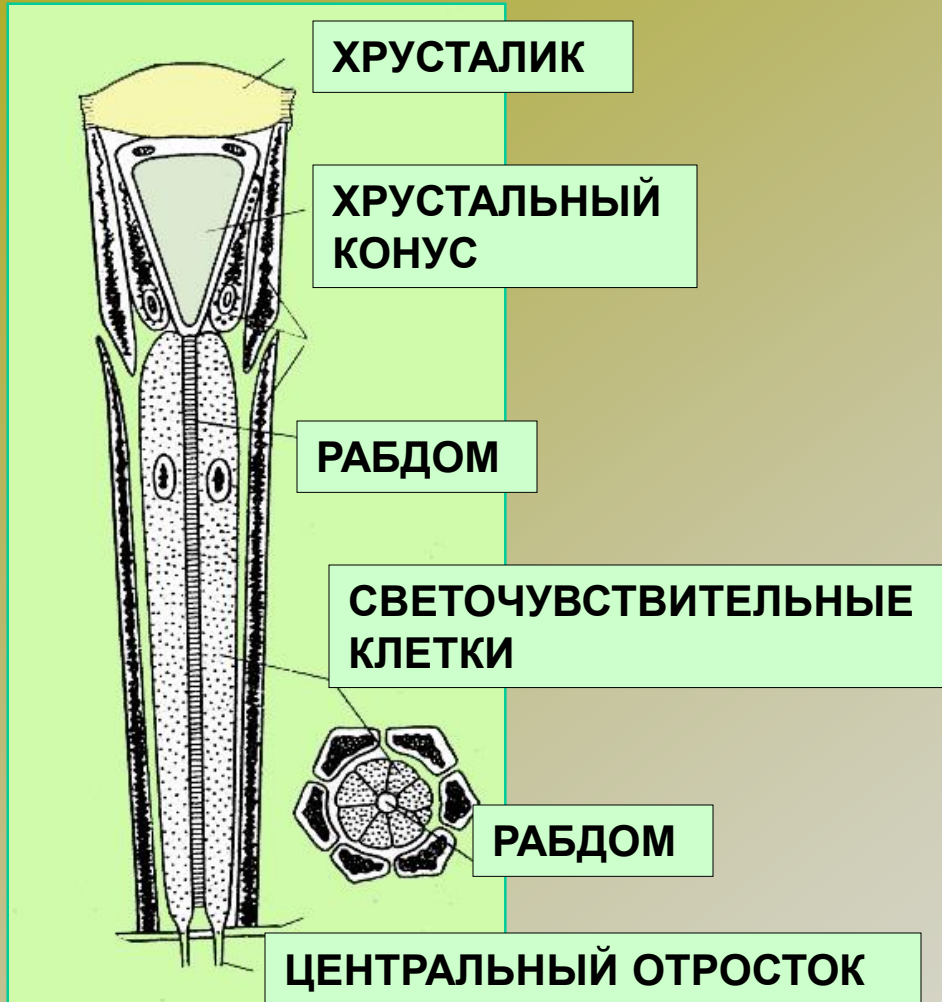
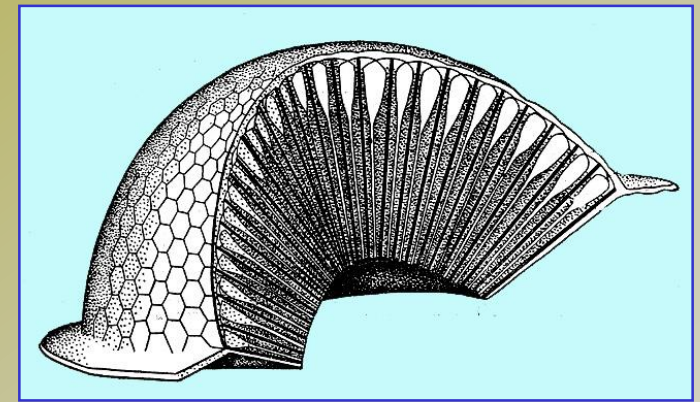


СХЕМА СТРОЕНИЯ  
ОММАТИДИЯ

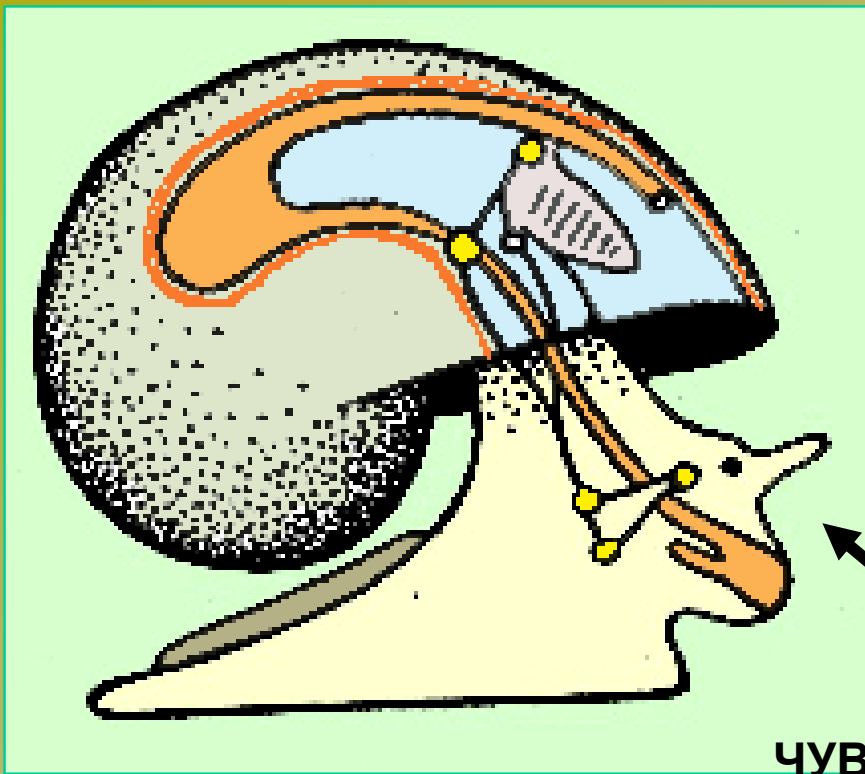


СЛОЖНЫЙ ФАСЕТОЧНЫЙ  
ГЛАЗ ИЗ ОММАТИДИЕВ

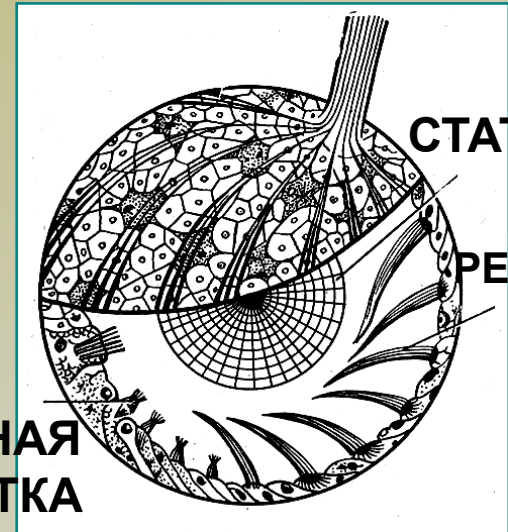


МЕХАНОРЕЦЕПТОРНАЯ  
СЕНСИЛЛА

# РАЗБРОСАННО-УЗЛОВОЙ ТИП НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ МОЛЛЮСКОВ



ЧУВСТВИТЕЛЬНАЯ  
КЛЕТКА



СТАТОЛИТ

РЕСНИЧКА

СТРОЕНИЕ  
СТАТОЦИСТА

## ПАРНЫЕ ГАНГЛИИ:

ЦЕРЕБРАЛЬНЫЕ

ПЕДАЛЬНЫЕ

ПЛЕВРАЛЬНЫЕ

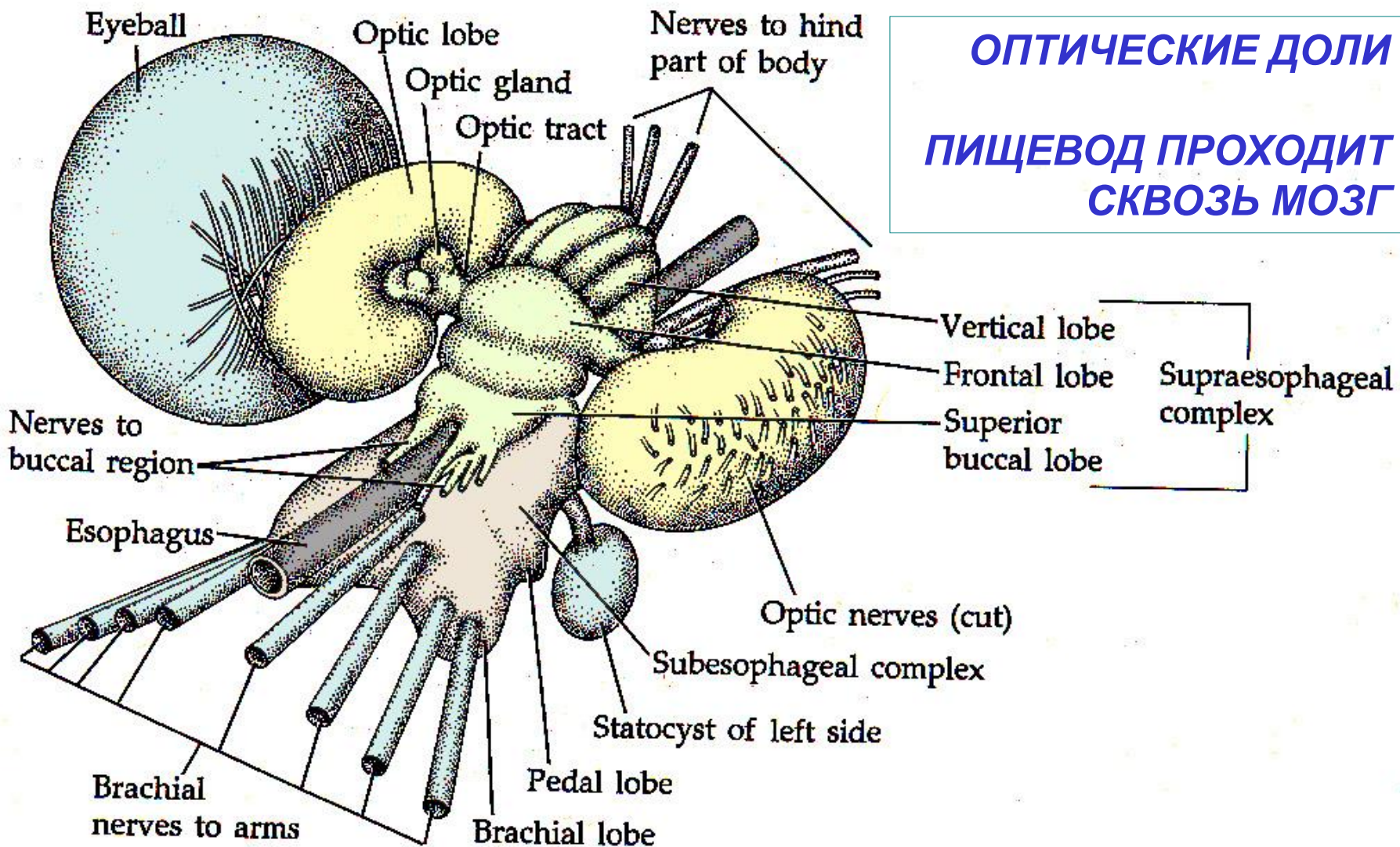
ВИСЦЕРАЛЬНЫЕ

ПАРИЕТАЛЬНЫЕ

## ОРГАНЫ ЧУВСТВ:

ЩУПАЛЬЦА, ОСФРАДИИ,  
СТАТОЦИСТЫ, ГЛАЗА



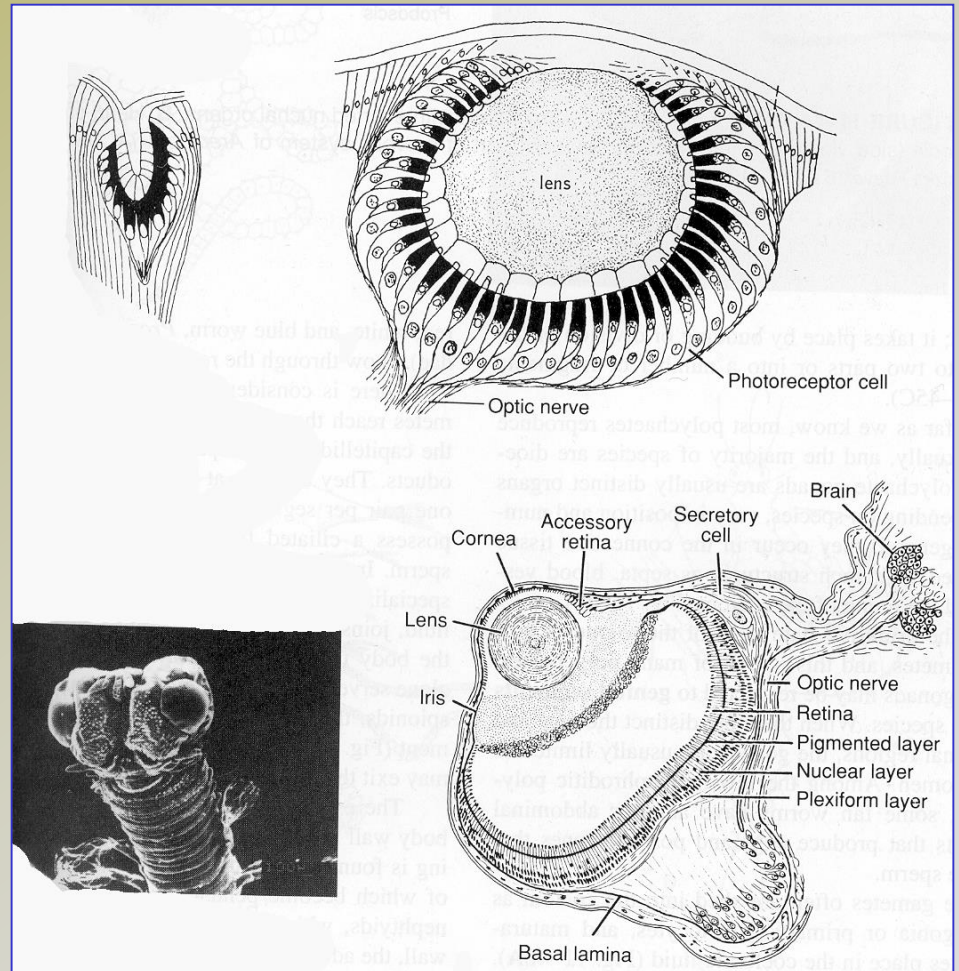
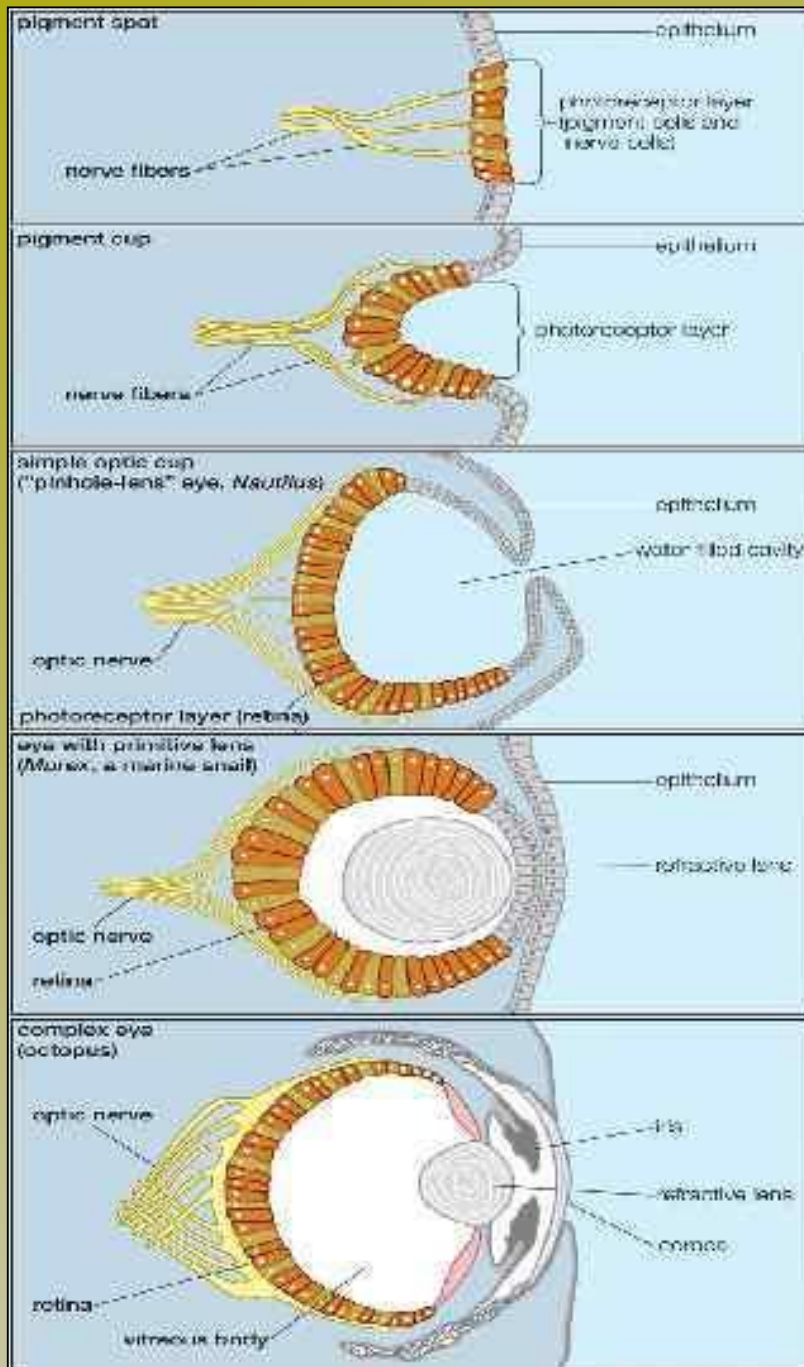


## СТРОЕНИЕ ГОЛОВОНОГО МОЗГА ГОЛОВОНОГО МОЛЛЮСКА СЕРПАЛОРОДА



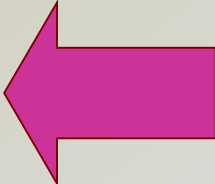
# ЭВОЛЮЦИЯ КОНВЕРТИРОВАННАЯ ГЛАЗА

## POLYCHAETA, MOLLUSCA



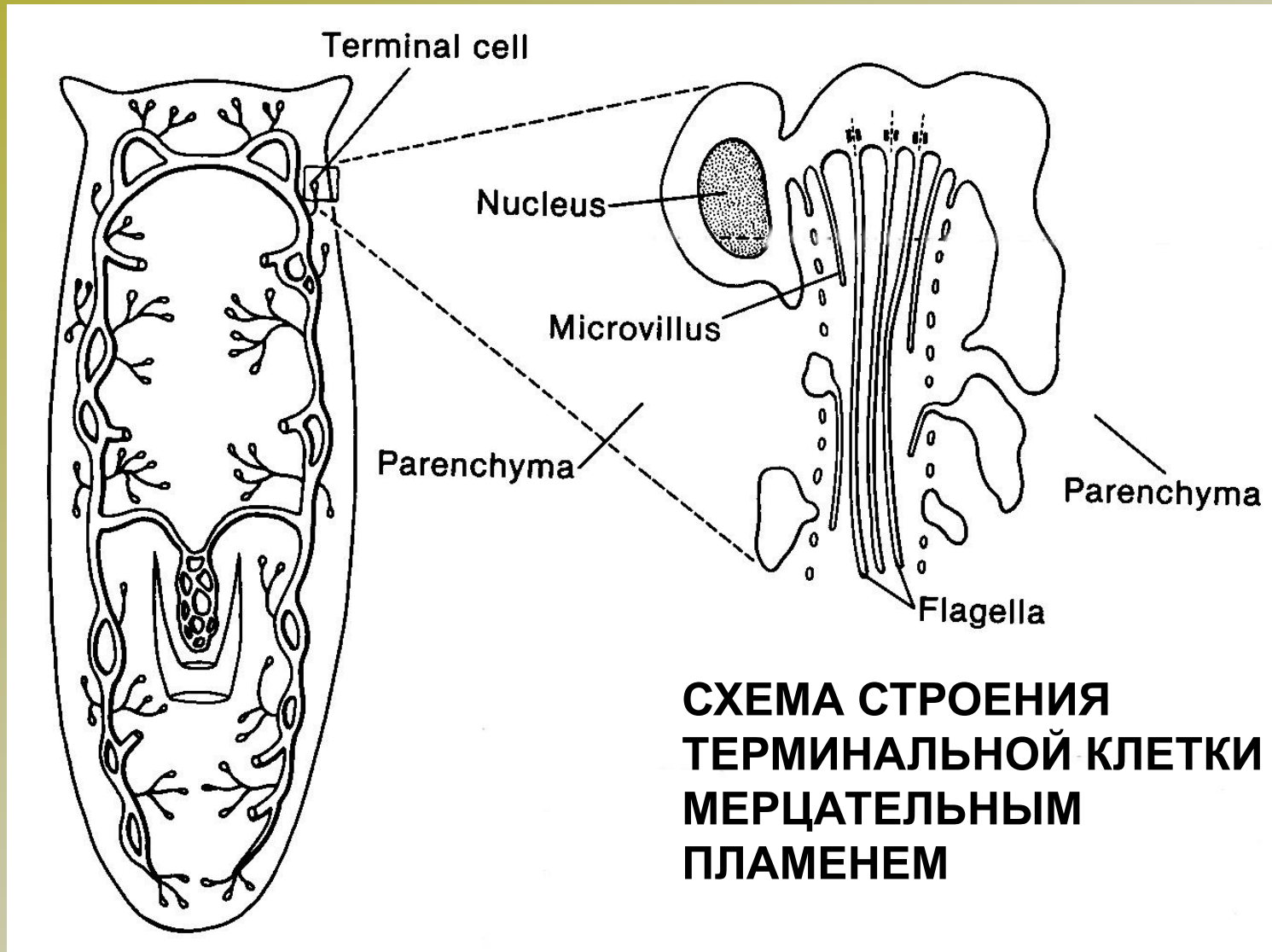
**СИСТЕМЫ ОРГАНОВ**

**ЦЕЛОМ**



**СОКРАТИТЕЛЬНАЯ ВАКУОЛЬ ПРОСТЕЙШИХ, ДИФФУЗНОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ, ПРОТОНЕФРИДИЙ, МЕТАНЕФРИДИЙ, НЕФРОМИКСИИ, КОКСАЛЬНЫЕ ЖЕЛЕЗЫ, ПОЧКИ, МАЛЬПИГИЕВЫ СОСУДЫ**

# СХЕМА ПРОТОНЕФРИДАЛЬНОЙ ВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ В ТЕЛЕ ТУРБЕЛЛЯРИИ



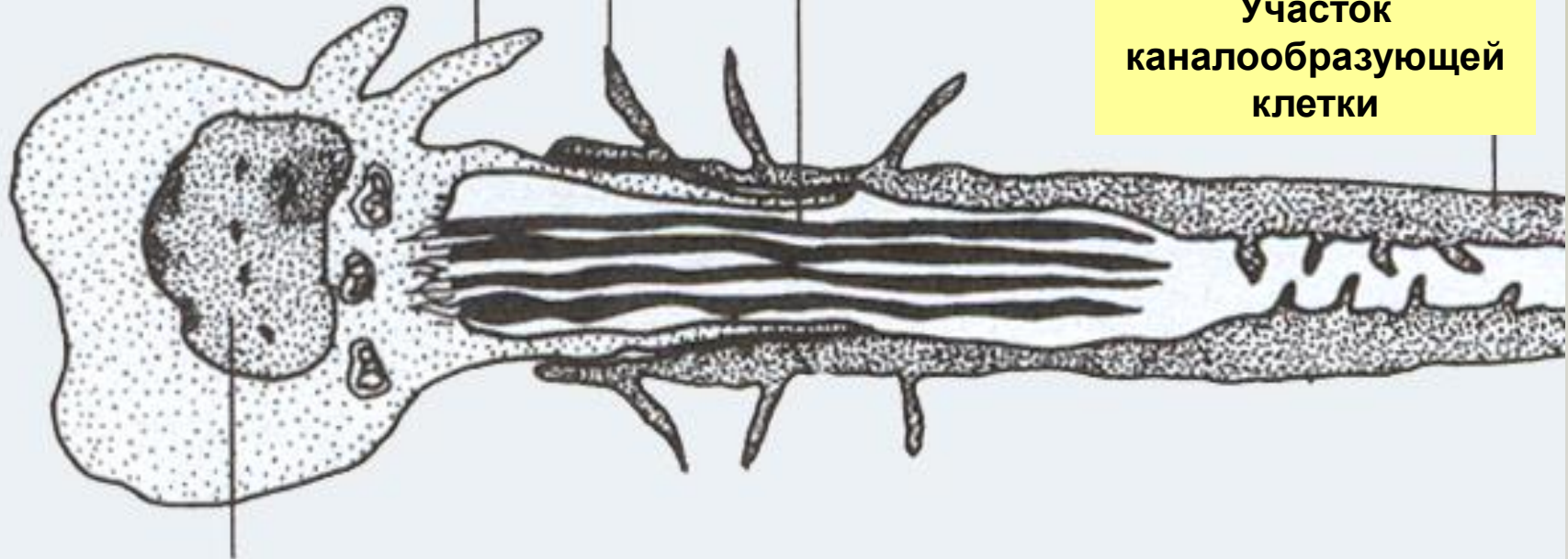
**СХЕМА СТРОЕНИЯ  
ТЕРМИНАЛЬНОЙ КЛЕТКИ С  
МЕРЦАТЕЛЬНЫМ  
ПЛАМЕНЕМ**



Цитоплазматические отростки

Реснички

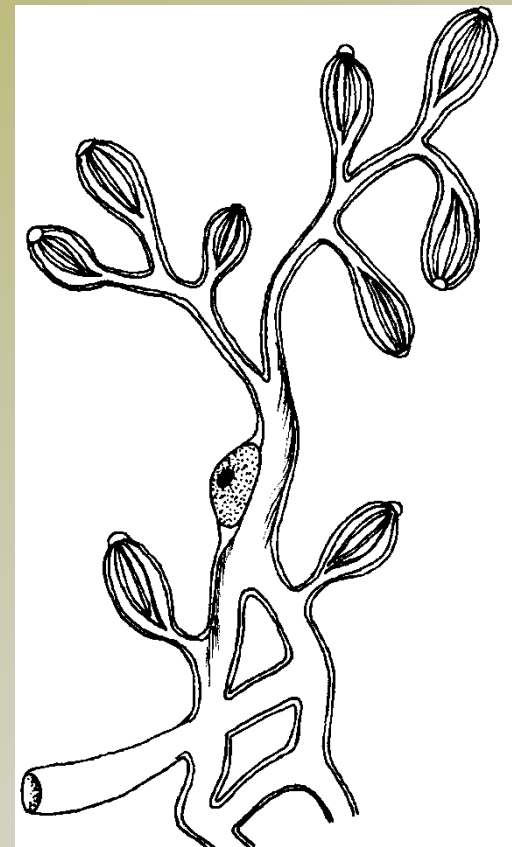
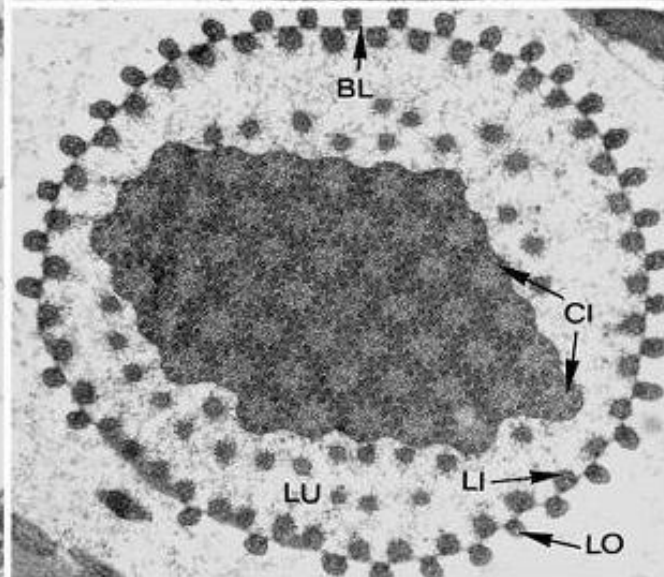
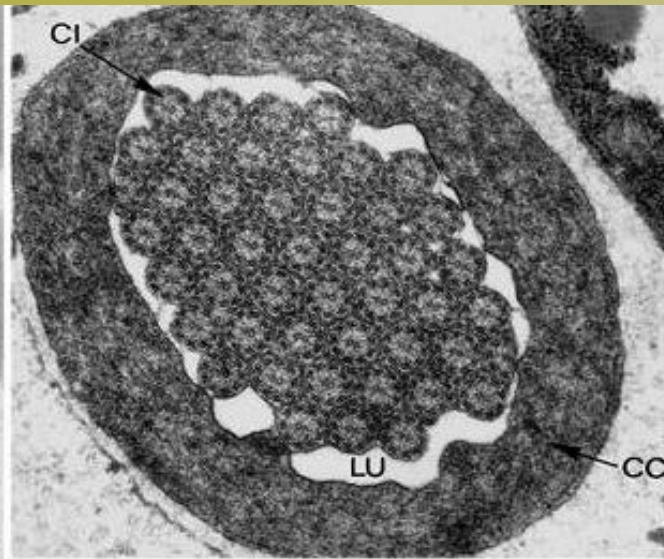
Участок каналообразующей клетки



Ядро клетки мерцательного пламени

Терминальный участок протонефридиальной системы плоских червей



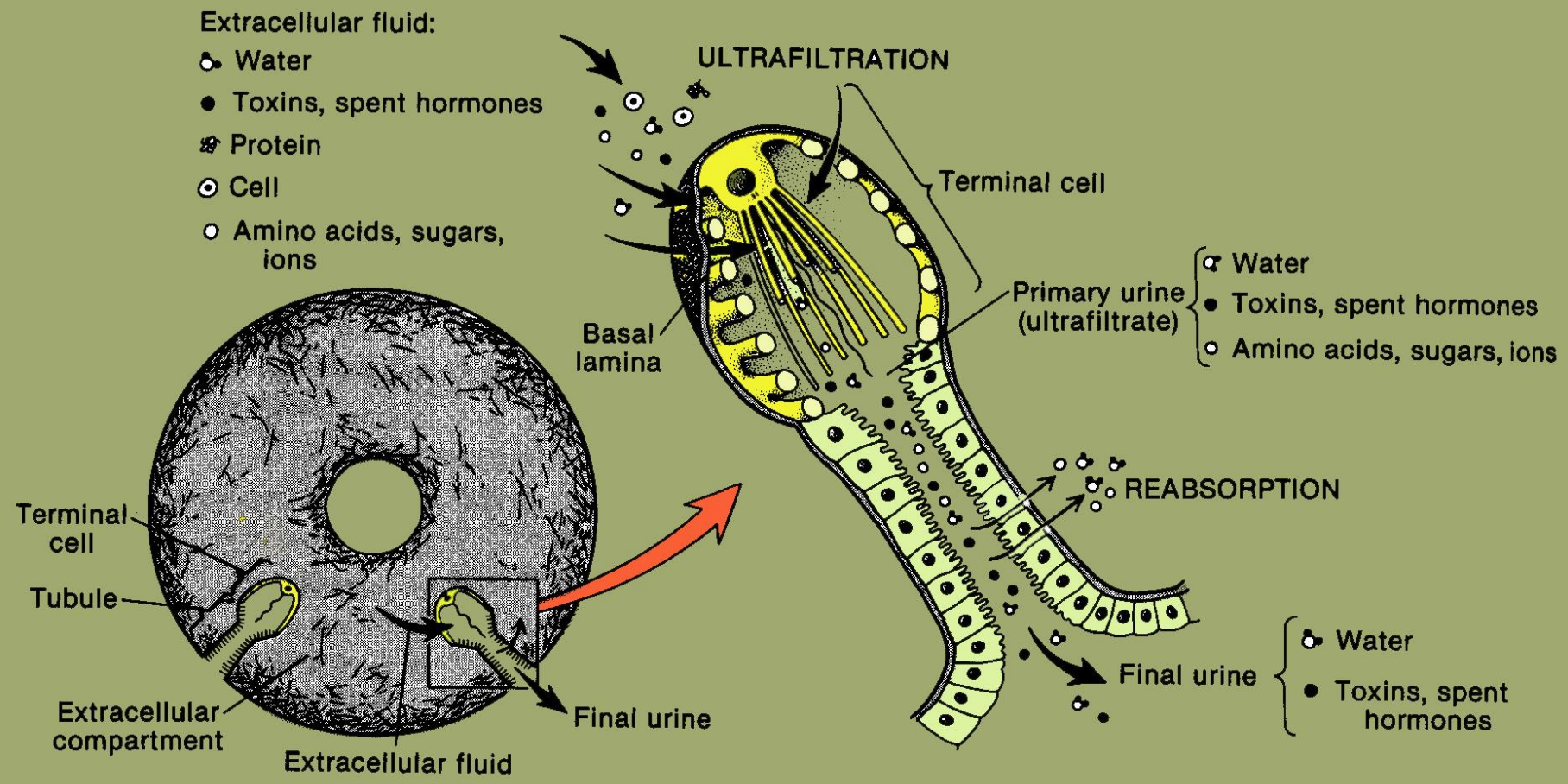


**СХЕМА СТРОЕНИЯ  
УЧАСТКА  
ПРОТОНЕФРИДАЛЬНОЙ  
СИСТЕМЫ**

**ЦИРТОЦИТЫ  
АТРОЦИТЫ**

**Участки циртоцита и клетки канала  
протонефридия плоских червей**

# СХЕМА ВЫДЕЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ МЕТАБОЛИЗМА ЧЕРЕЗ ПРОТОНЕФРИДИЙ





# СХЕМА ОРГАНИЗАЦИИ И КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА NEMERTINI

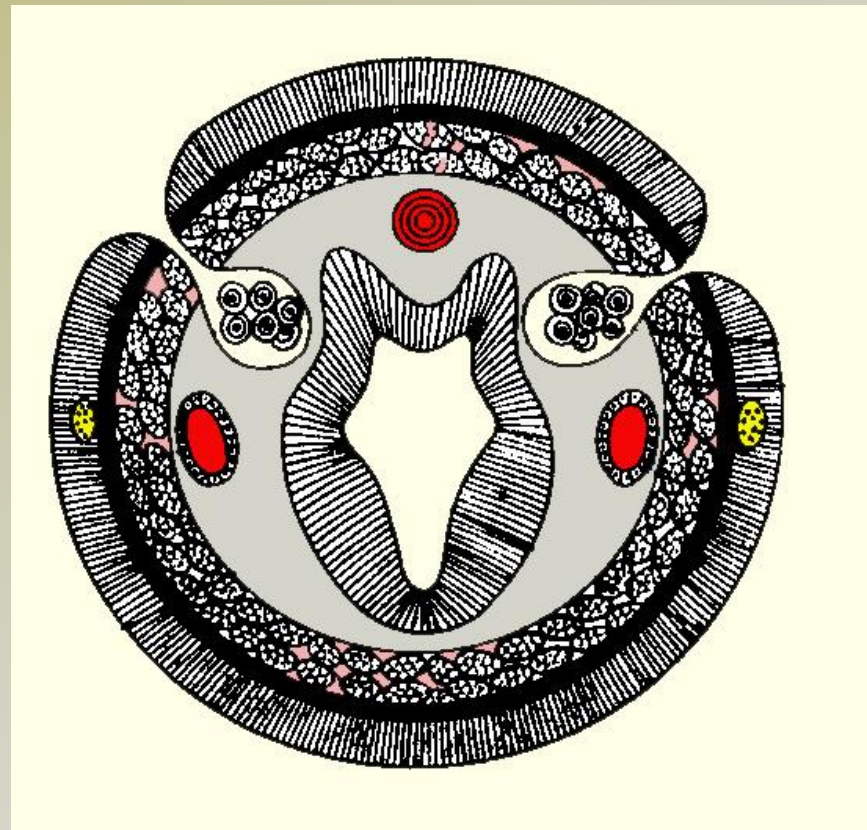
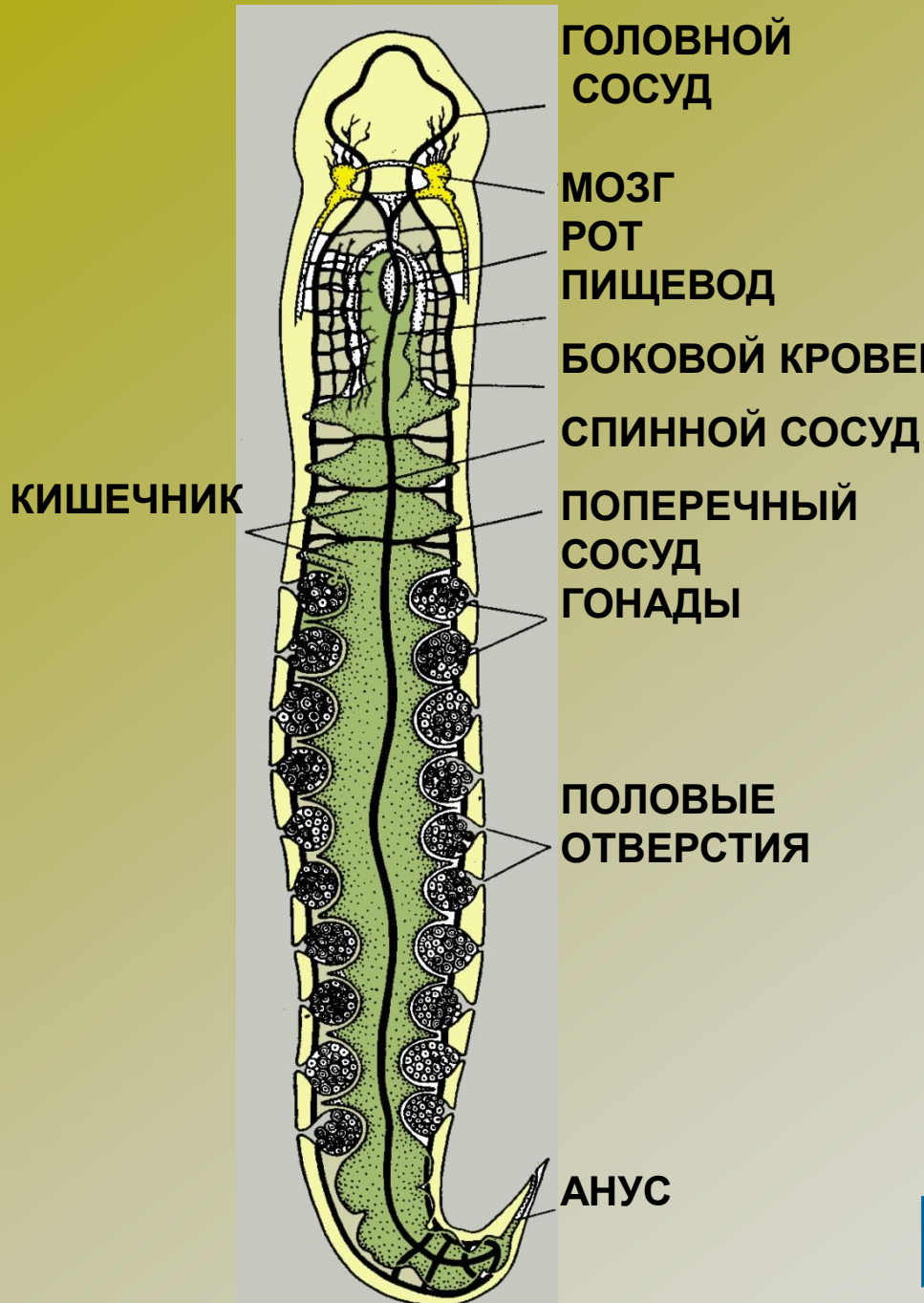


СХЕМА ПОПЕРЕЧНОГО СРЕЗА



**Кровеносный  
сосуд**

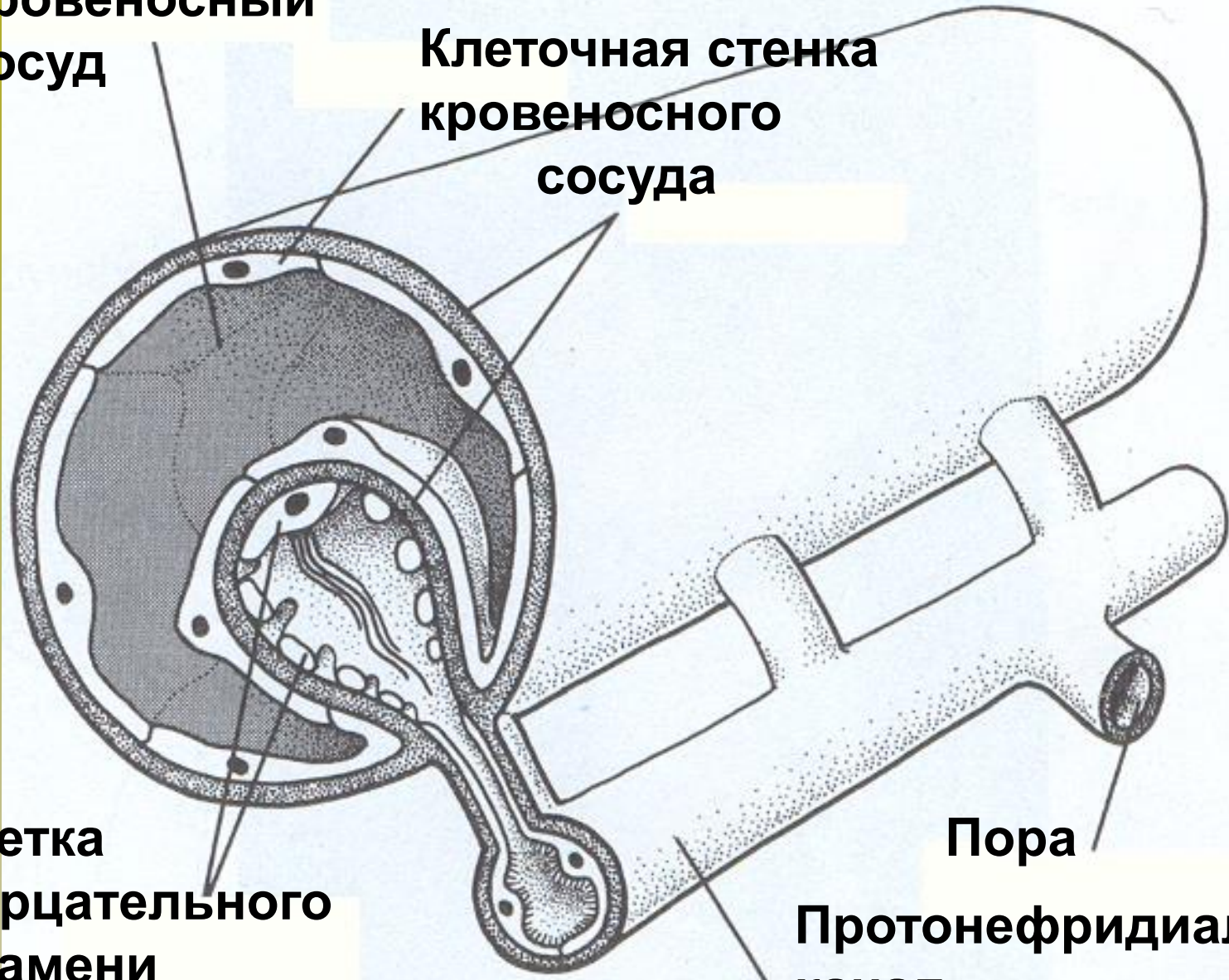
**Клеточная стенка  
кровеносного  
сосуда**

**Клетка  
мерцательного  
пламени**

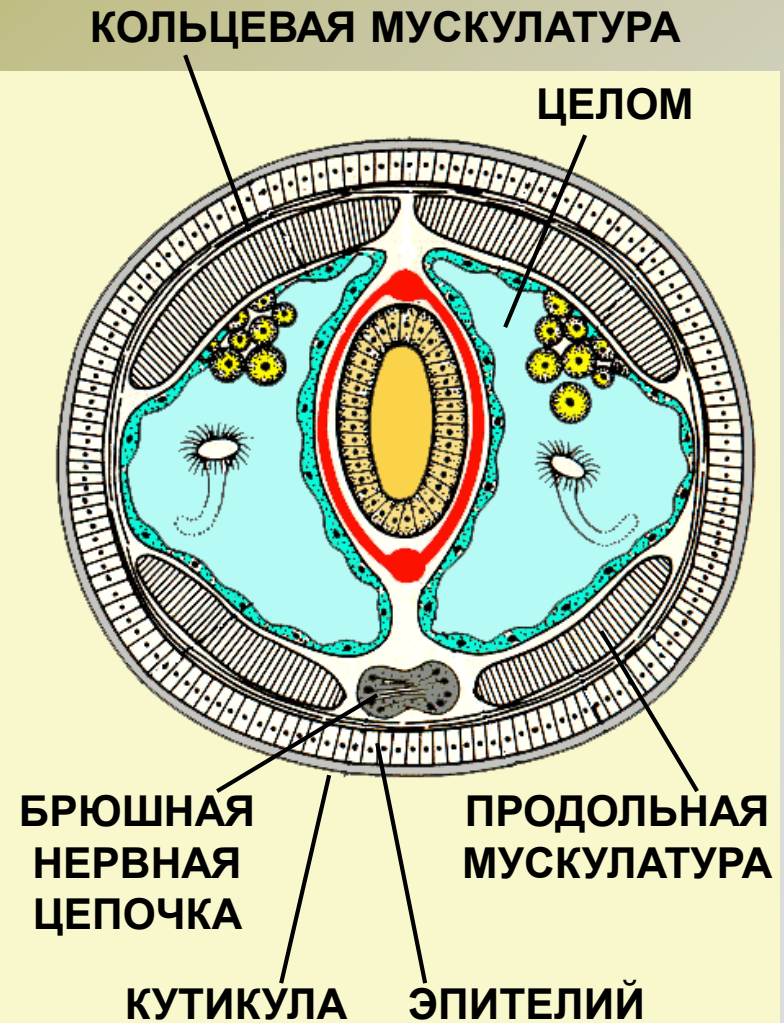
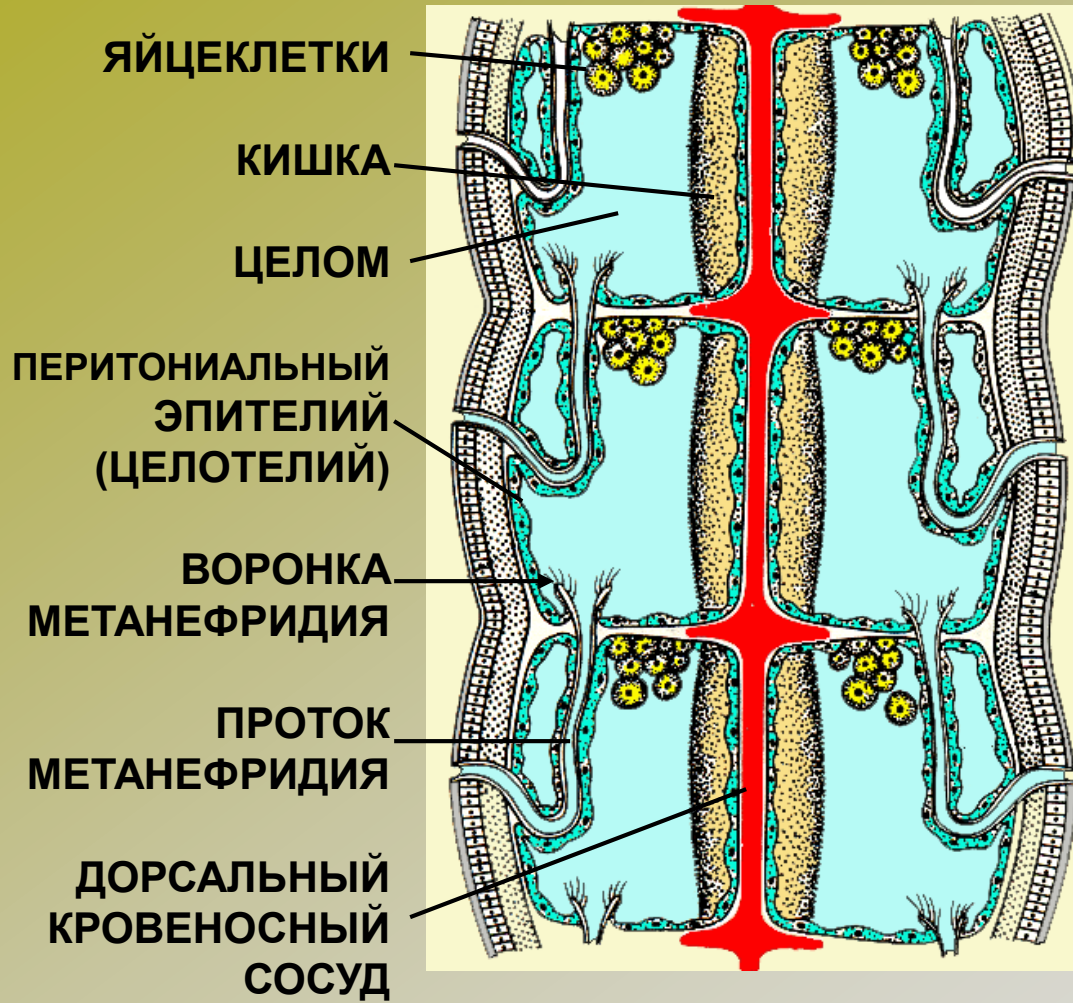
**Пора**

**Протонефридальный  
канал**

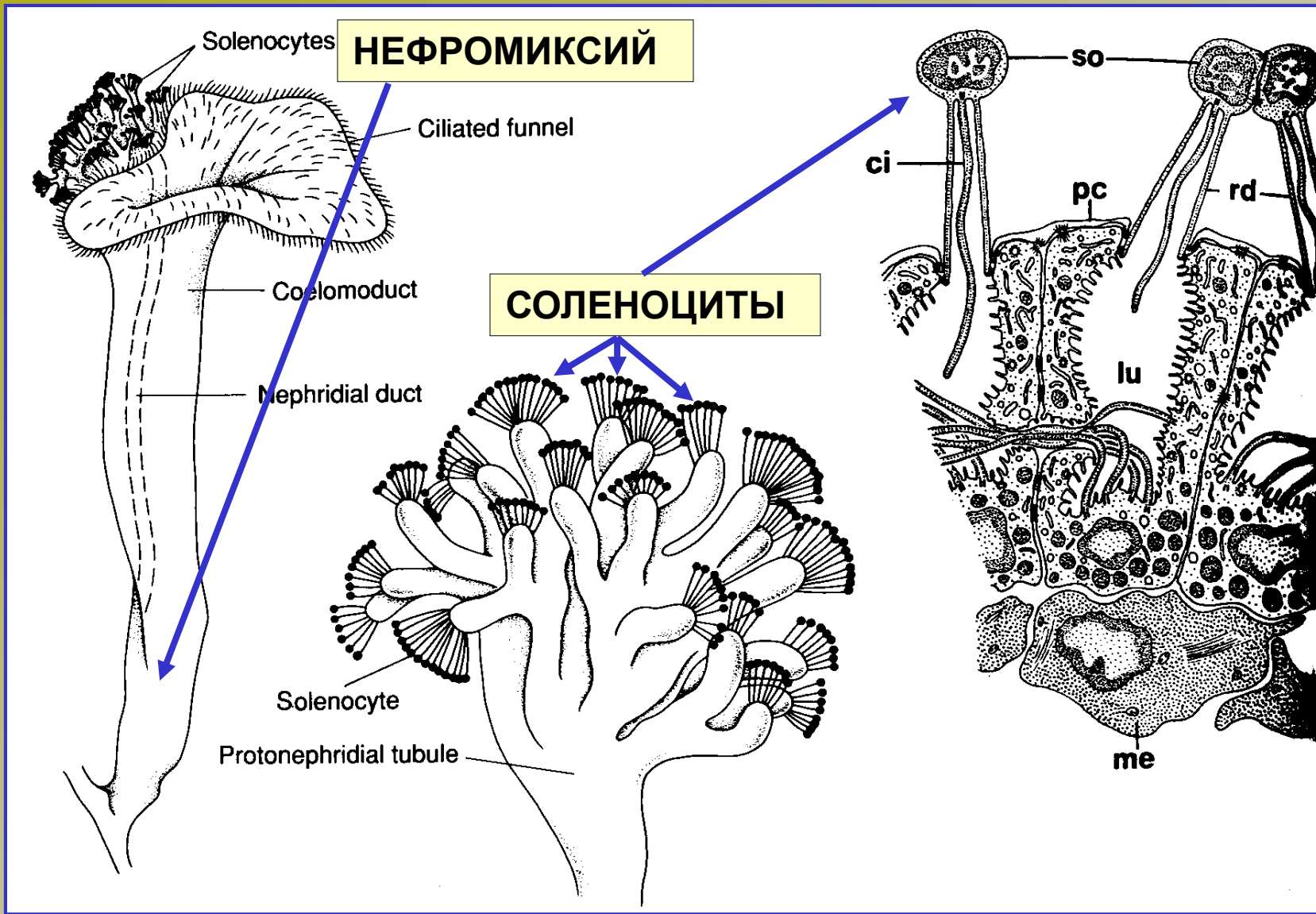
**УЧАСТОК ЭКСКРЕТОРНОЙ СИСТЕМЫ НЕМЕРТИНЫ**



# СХЕМА ПРОДОЛЬНОГО И ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ СЕГМЕНТОВ ТЕЛА ПОЛИХЕТЫ

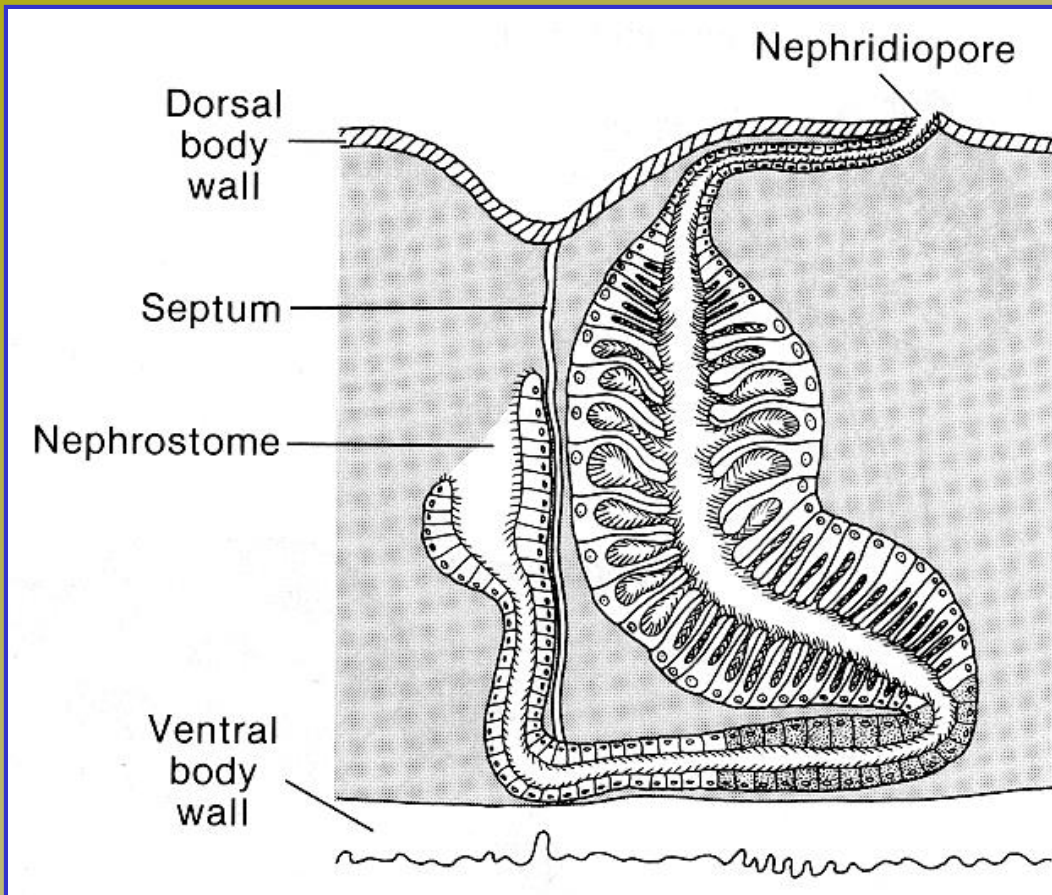






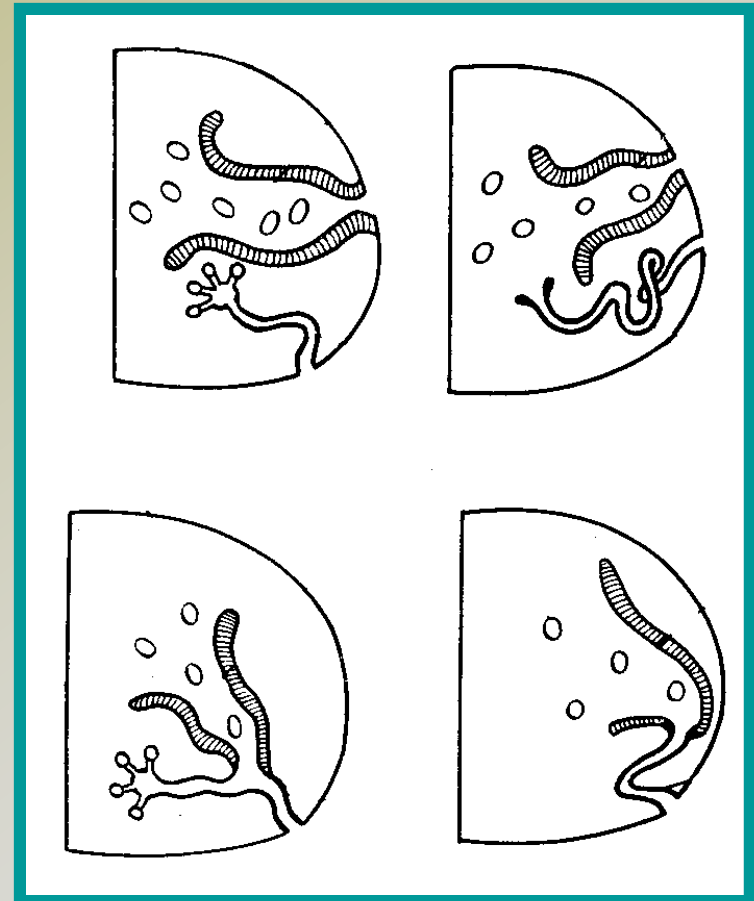
**ВИДЫ ПРОТОНЕФРИДИЕВ ПОЛИХЕТ**

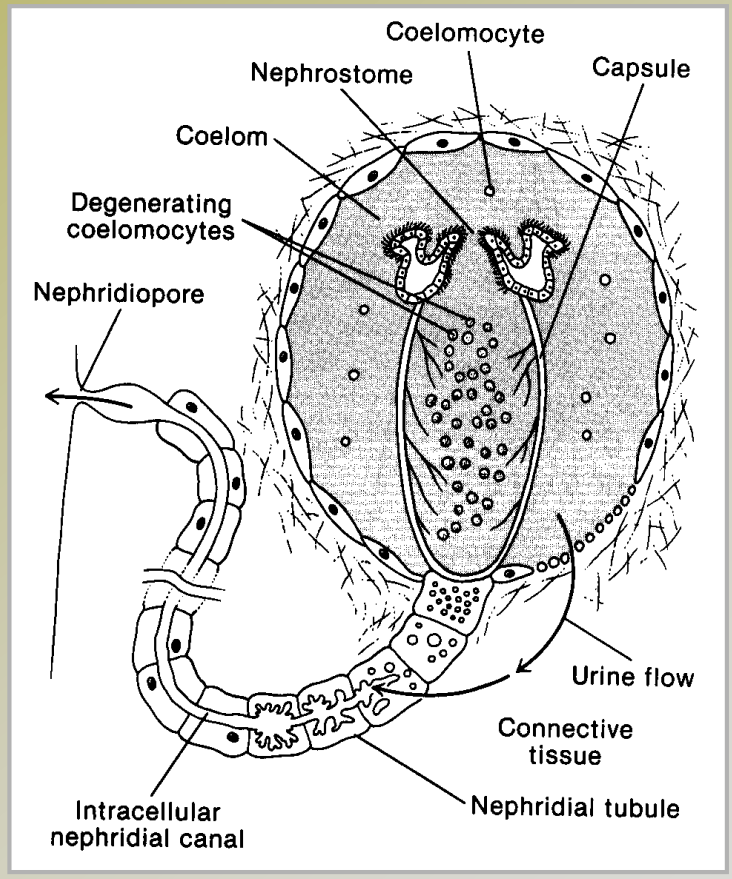
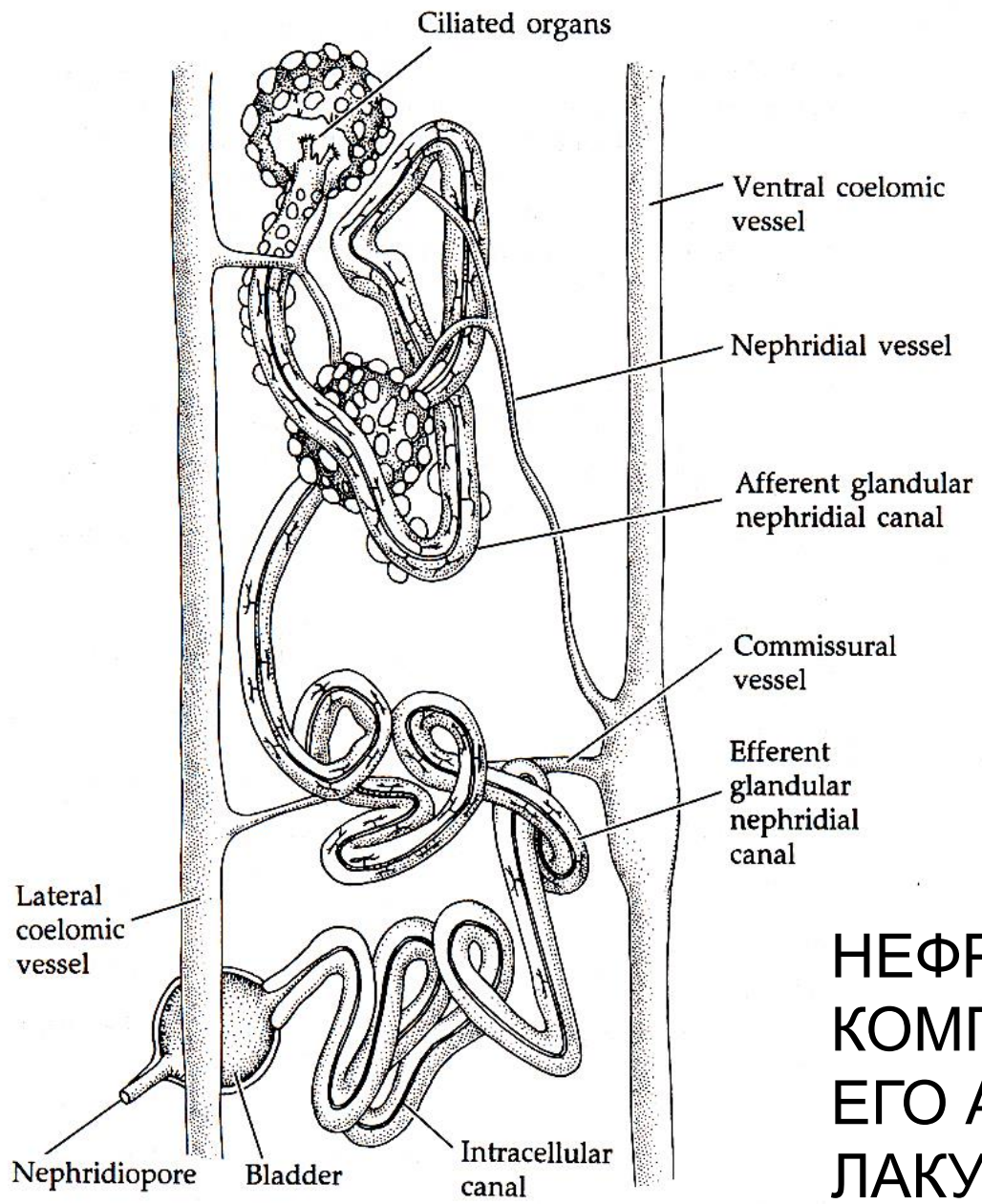




## СТРОЕНИЕ МЕТАНЕФРИДИЯ

**ВИДЫ НЕФРОМИКСИЕВ У  
ПОЛИХЕТ С  
ПРОТОНЕФРИДИЕМ И  
МЕТАНЕФРИДИЕМ**

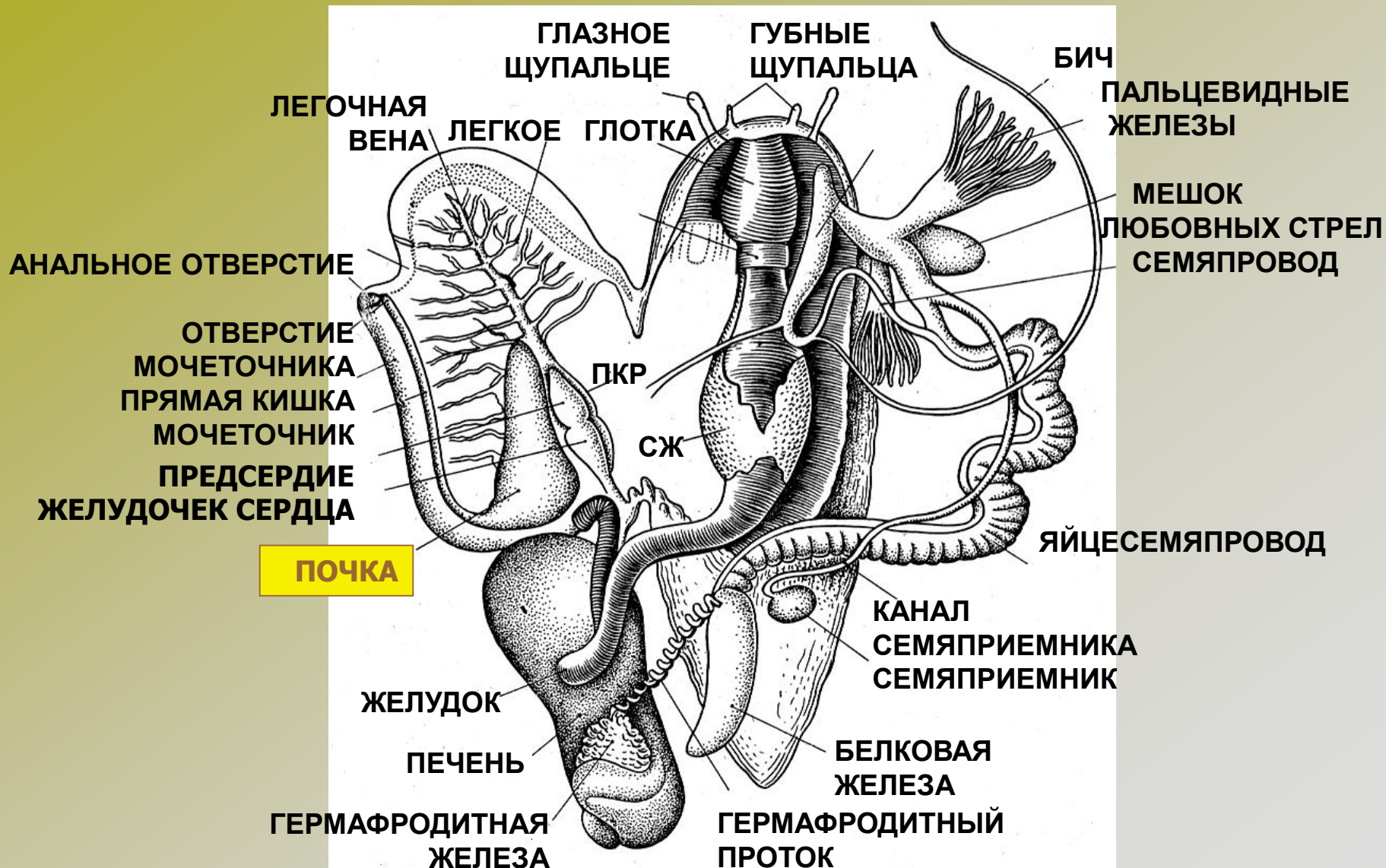




НЕФРИДИАЛЬНЫЙ  
КОМПЛЕКС ПИЯВОК И  
ЕГО АССОЦИАЦИЯ С  
ЛАКУНАРНОЙ СИСТЕМОЙ



# ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА МОЛЛЮСКОВ





# СХЕМА СТРОЕНИЯ КОКСАЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ CRUSTACEA

МОЧЕВОЙ  
ПУЗЫРЬ

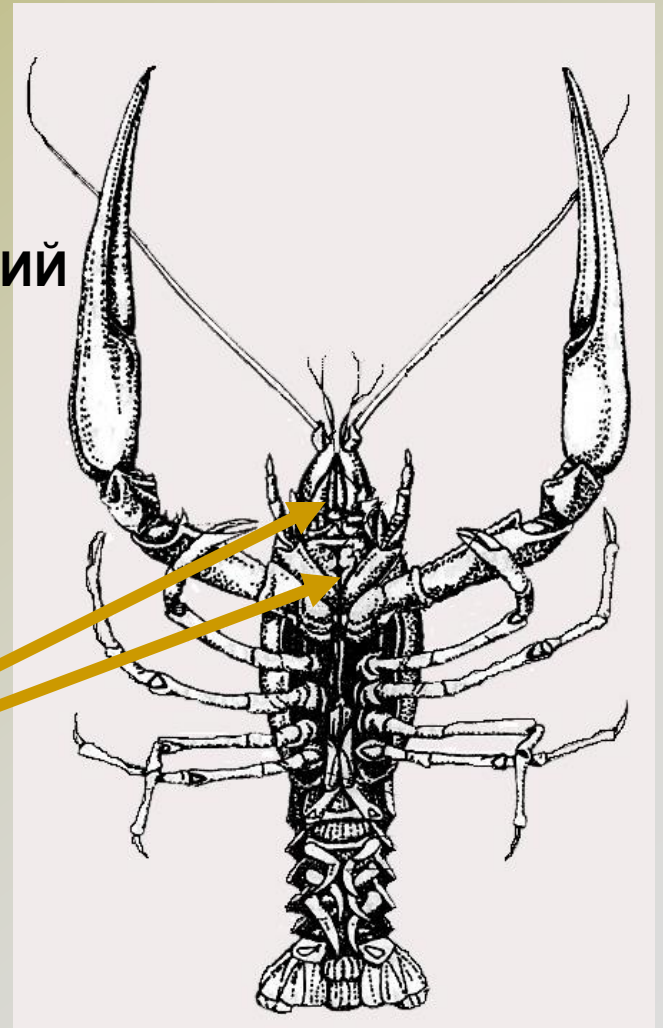


ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ  
ПОРА

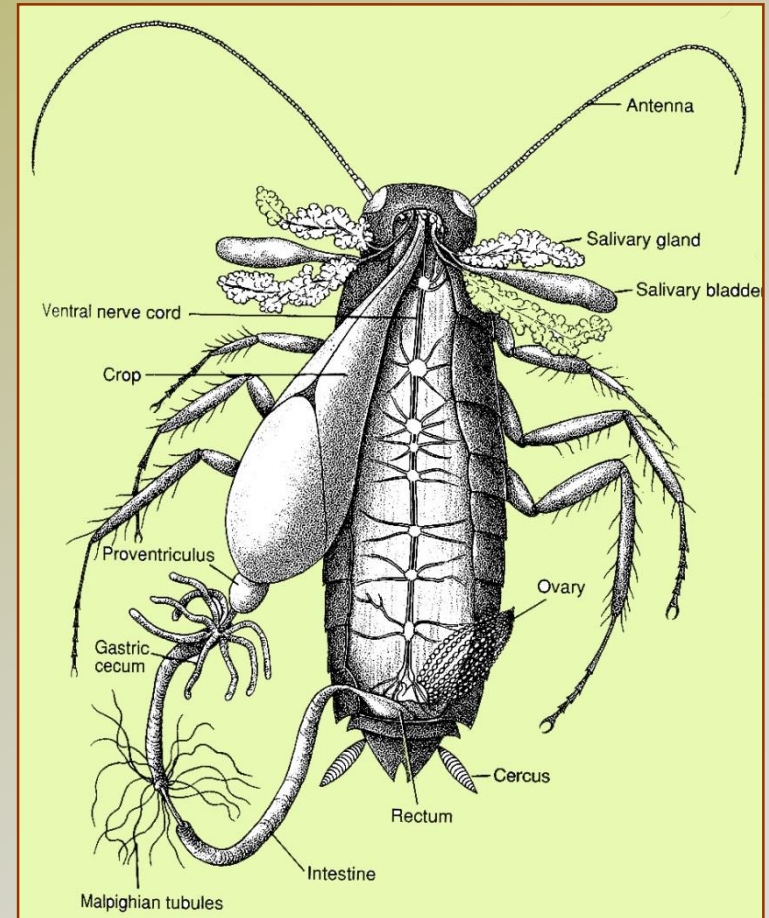
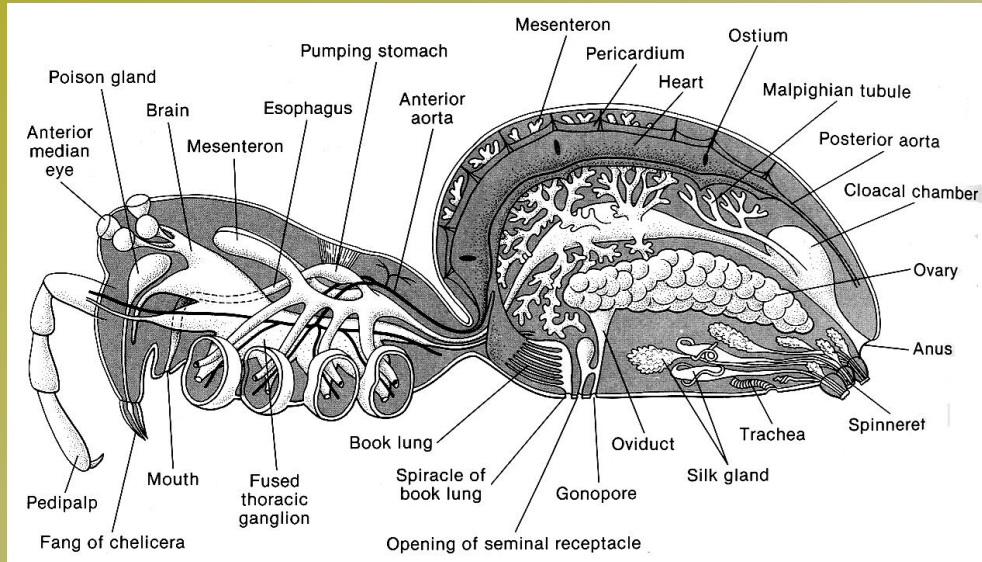
ЦЕЛОМИЧЕСКИЙ  
МЕШОЧЕК

УЧАСТКИ  
ВЫДЕЛИТЕЛЬНОГО КАНАЛА

ВЫДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ПОРЫ  
В ОСНОВАНИИ  
КОНЕЧНОСТЕЙ (АНТЕНН  
ИЛИ НИЖНИХ ЧЕЛЮСТЕЙ)



# ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА АРТТРОПОДА



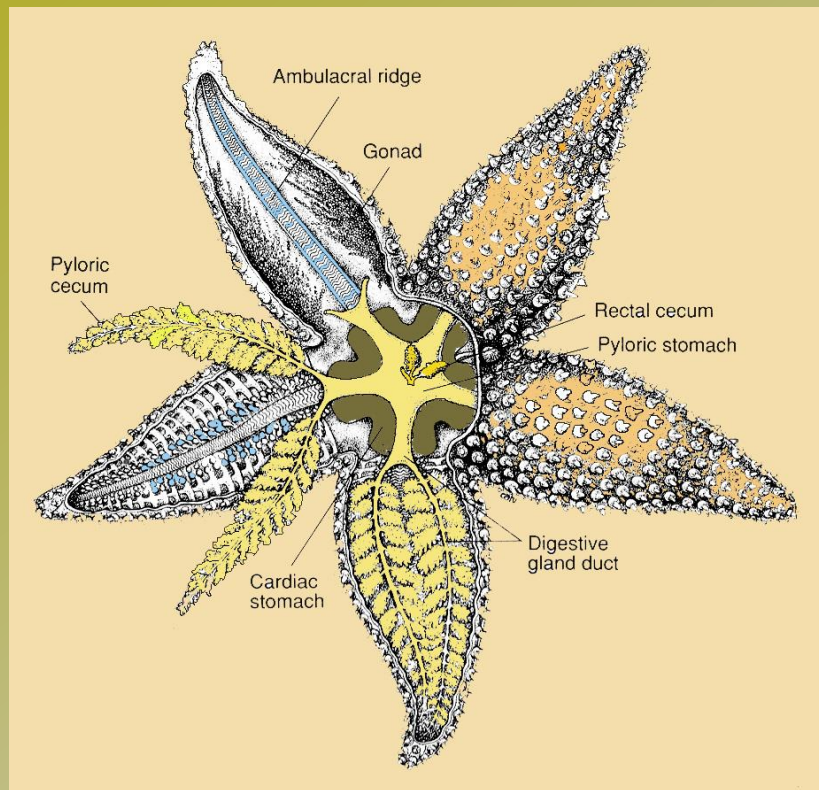
**МАЛЬПИГИЕВЫ  
СОСУДЫ ARACHNIDA**

**МАЛЬПИГИЕВЫ  
СОСУДЫ INSECTA**



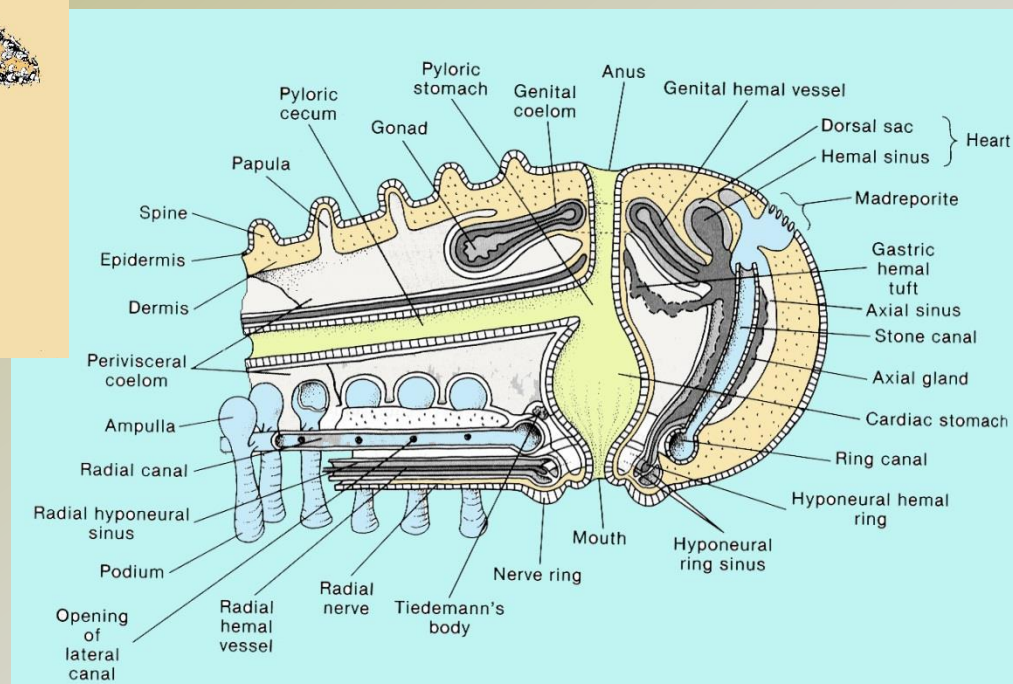
# АНАТОМИЯ ЗВЕЗДЫ *Asterias sp.*

(ВИД С АБОРАЛЬНОЙ СТОРОНЫ. СЛЕВА У ТРЕХ ЛУЧЕЙ СТЕНКА ТЕЛА УДАЛЕНА)



## ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА – АМЕБОИДНЫЕ КЛЕТКИ ЦЕЛОМА

### СХЕМА СРЕЗА В ОБЛАСТИ ОСЕВОГО КОМПЛЕКСА ОРГАНОВ





# СИСТЕМЫ ОРГАНОВ

ЦЕЛОМ

## ДЫХАТЕЛЬНЫЕ ПИГМЕНТЫ

**ГЕМОЦИАНИН** ( $\text{Cu}^{2+}$ ) –  
синий/голубой  
цвет/бесцветный

**ГЕМОВАНАДИЙ** ( $\text{Va}^{2+}$ ) –  
прозрачный

**ГЕМЭРИТРИН** ( $\text{Fe}^{2+}$ ) –  
фиолетовый/розовый

**ХЛОРОКРУАРИН** (закисное  
железо  $\text{Fe}^{2+}$ ) – зеленый  
цвет

**ГЕМОГЛОБИН** или  
**ЭРИТРОКРУОРИН**  
(окисное железо  
 $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ) –  
красный/темно-  
красный цвет

ДВИГАТЕЛЬНАЯ

ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ

ПОЛОВАЯ

НЕРВНО-СЕНСОРНАЯ

ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ

КРОВЕНОСНАЯ

ДЫХАТЕЛЬНАЯ

**ЗАМКНУТАЯ, НЕЗАМКНУТАЯ (ЛАКУНЫ, СИНУСЫ), СОКРАТИМЫЕ СОСУДЫ,  
СЕРДЦЕ (ПРЕДСЕРДИЕ, ЖЕЛУДОЧЕК), ЛАКУНАРНАЯ СИСТЕМА, КРОВЬ,  
ГЕМОЛИМФА**

**ГАСТРУЛЯЦИЯ И  
ОБРАЗОВАНИЕ  
ТЕЛОБЛАСТОВ**

**ОБРАЗОВАНИЕ  
ЦЕЛОМА В  
МЕЗОДЕРМЕ**

**МЕЗОДЕРМА С  
ВТОРИЧНОЙ ПОЛОСТЬЮ  
(ЦЕЛОМОМ)**

**ОБРАЗОВАНИЕ  
ЗАРОДЫШЕВЫХ  
ЛИСТКОВ В  
ЭМБРИОГЕНЕЗЕ**

**ЭКТОДЕРМА**

**ЭНТОДЕРМА**

**ТЕЛОБЛАСТЫ**

**ПЕРВИЧНАЯ  
ПОЛОСТЬ ТЕЛА  
(ИЗ БЛАСТОЦЕЛЯ)**

**ЭКТОДЕРМА**

**МЕЗОДЕРМА**

**КИШЕЧНИК  
(ЭНТОДЕРМА)**

**МЕЗОДЕРМА**

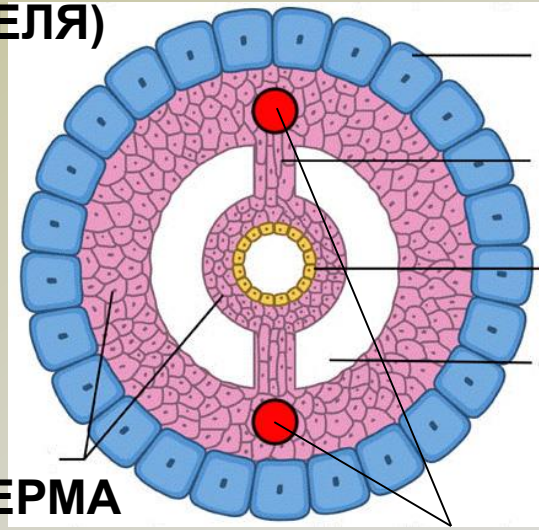
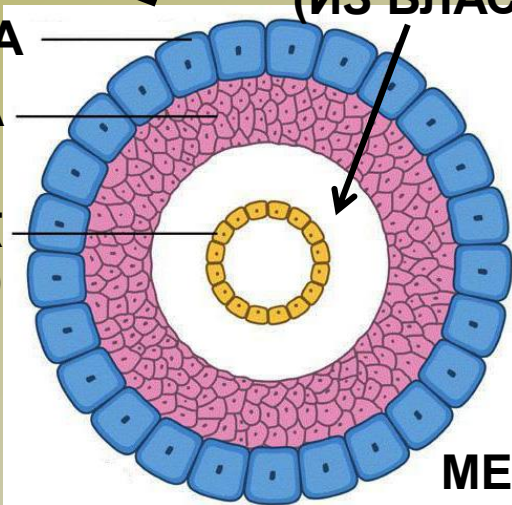
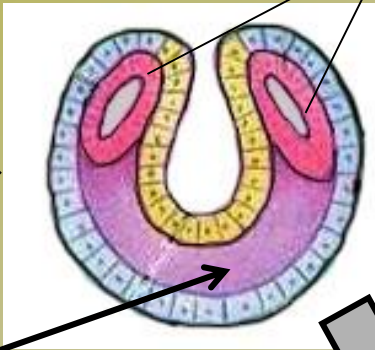
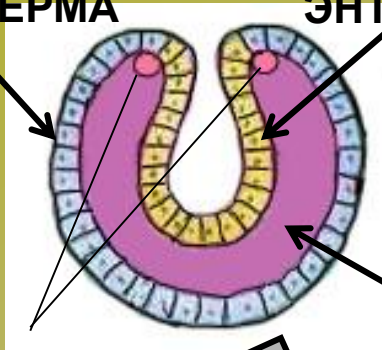
**ЭКТОДЕРМА**

**МЕЗЕНТЕРИЙ**

**КИШЕЧНИК  
(ЭНТОДЕРМА)**

**ВТОРИЧНАЯ  
ПОЛОСТЬ  
ТЕЛА (ЦЕЛОМ)**

**ОСТАТКИ ПЕРВИЧНОЙ ПОЛОСТИ –  
КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА**



# ОБЩИЕ ПЛАНЫ ГИСТОЛОГИЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ BILATERIA

ПАРЕНХИМА

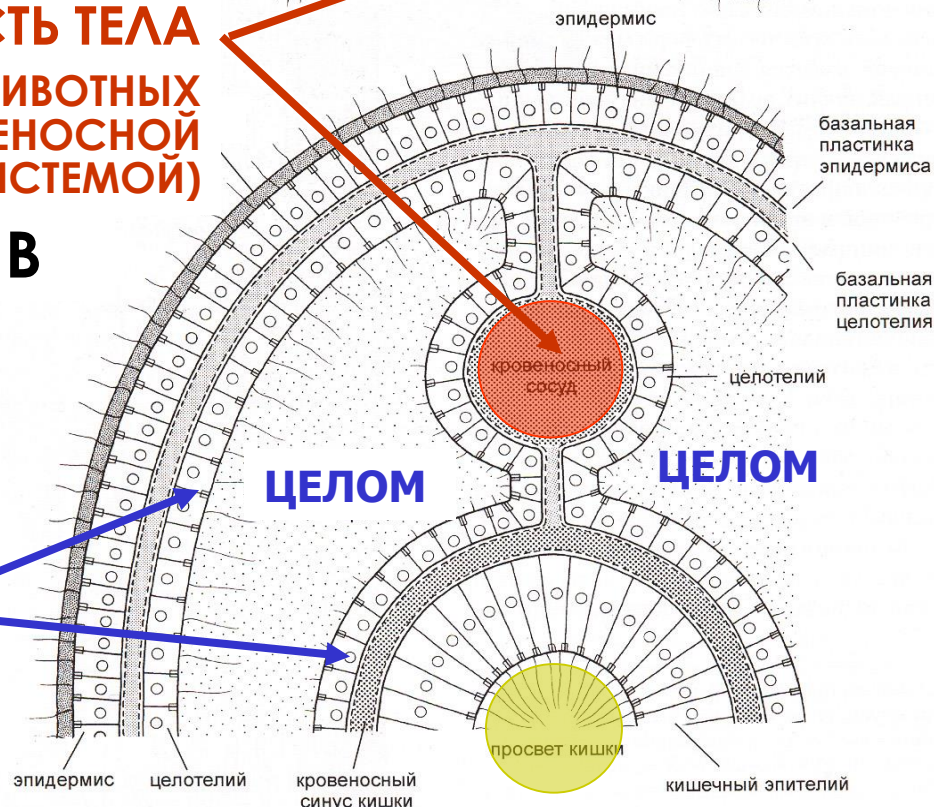
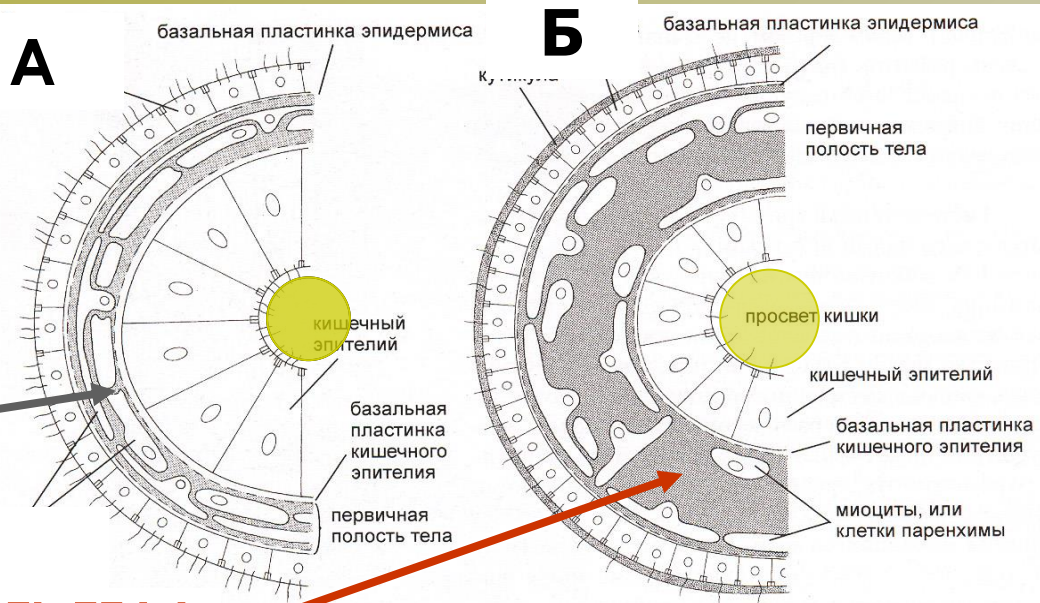
**ПЕРВИЧНАЯ ПОЛОСТЬ ТЕЛА  
(У ЦЕЛОМИЧЕСКИХ ЖИВОТНЫХ  
ПРЕДСТАВЛЕНА КРОВЕНОСНОЙ  
СИСТЕМОЙ)**

**А – НЕЦЕЛОМИЧЕСКИЙ,  
ПАРЕНХИМАТОЗНЫЙ**

**Б - ПЕРВИЧНОПОЛОСТНОЙ**

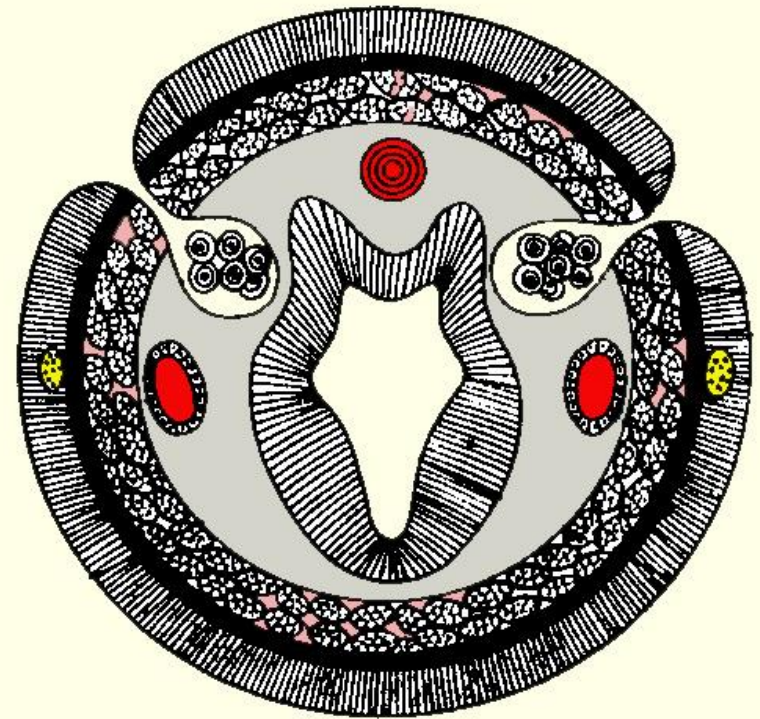
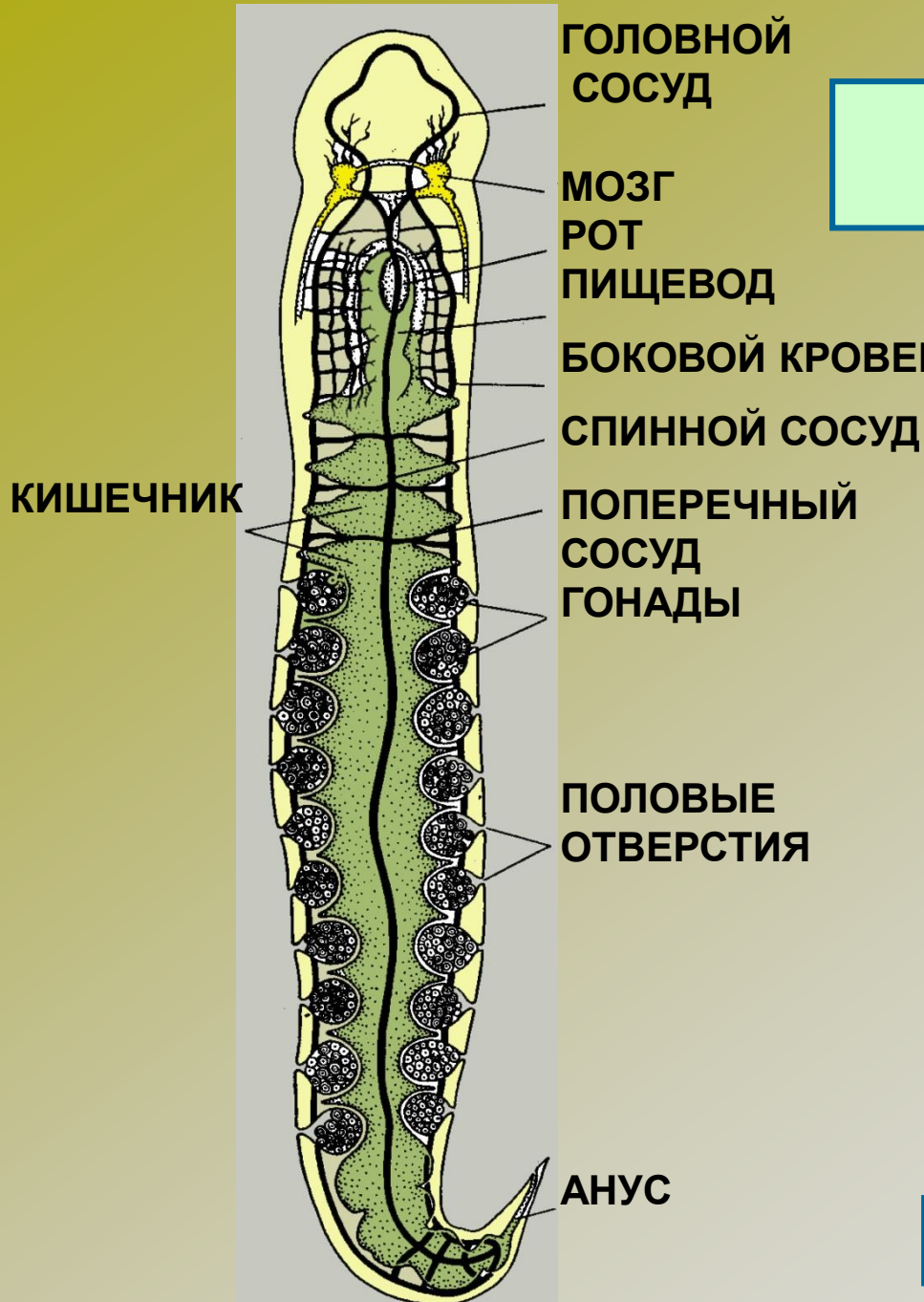
**В - ЦЕЛОМИЧЕСКИЙ**

целотелий }  
перитониальный }  
эпителий }





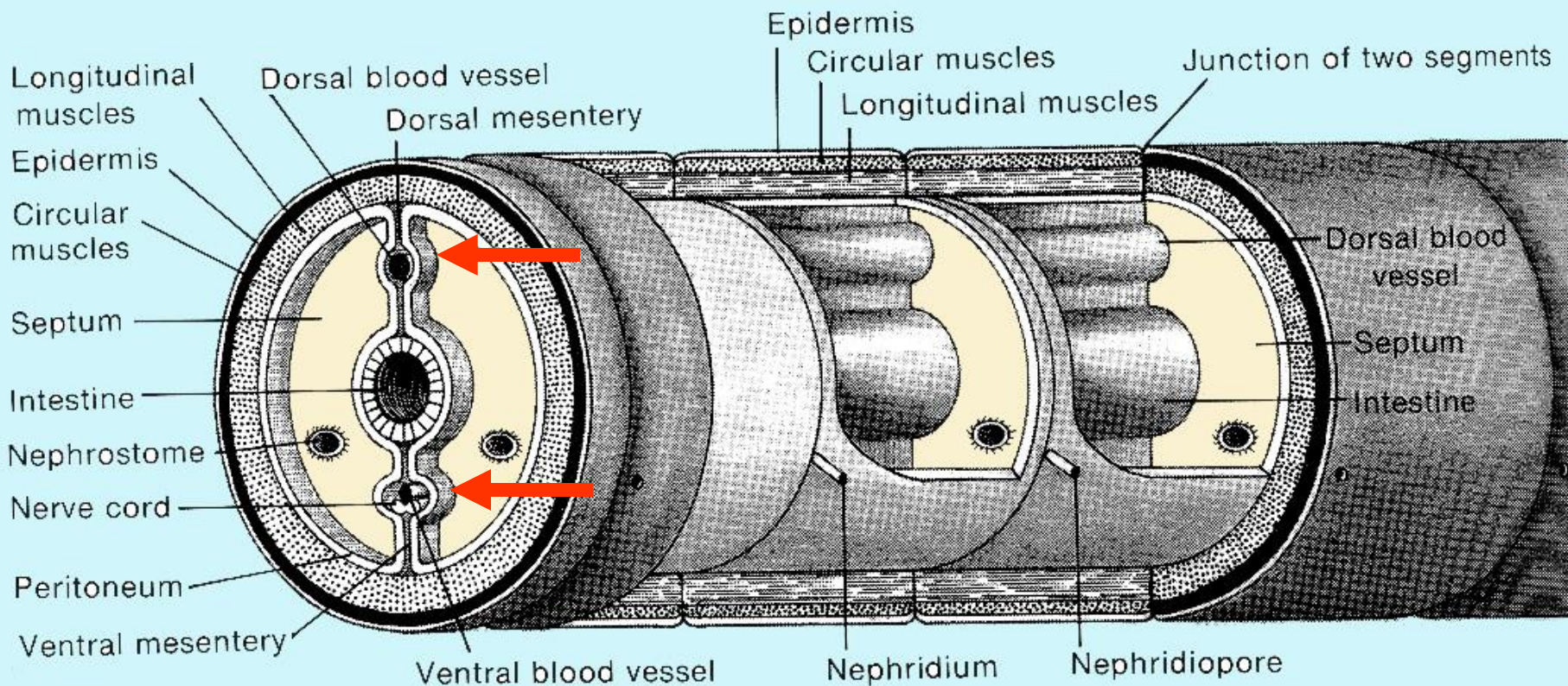
## СХЕМА ОРГАНИЗАЦИИ НЕМЕРТИНЫ



## СХЕМА ПОПЕРЕЧНОГО СРЕЗА



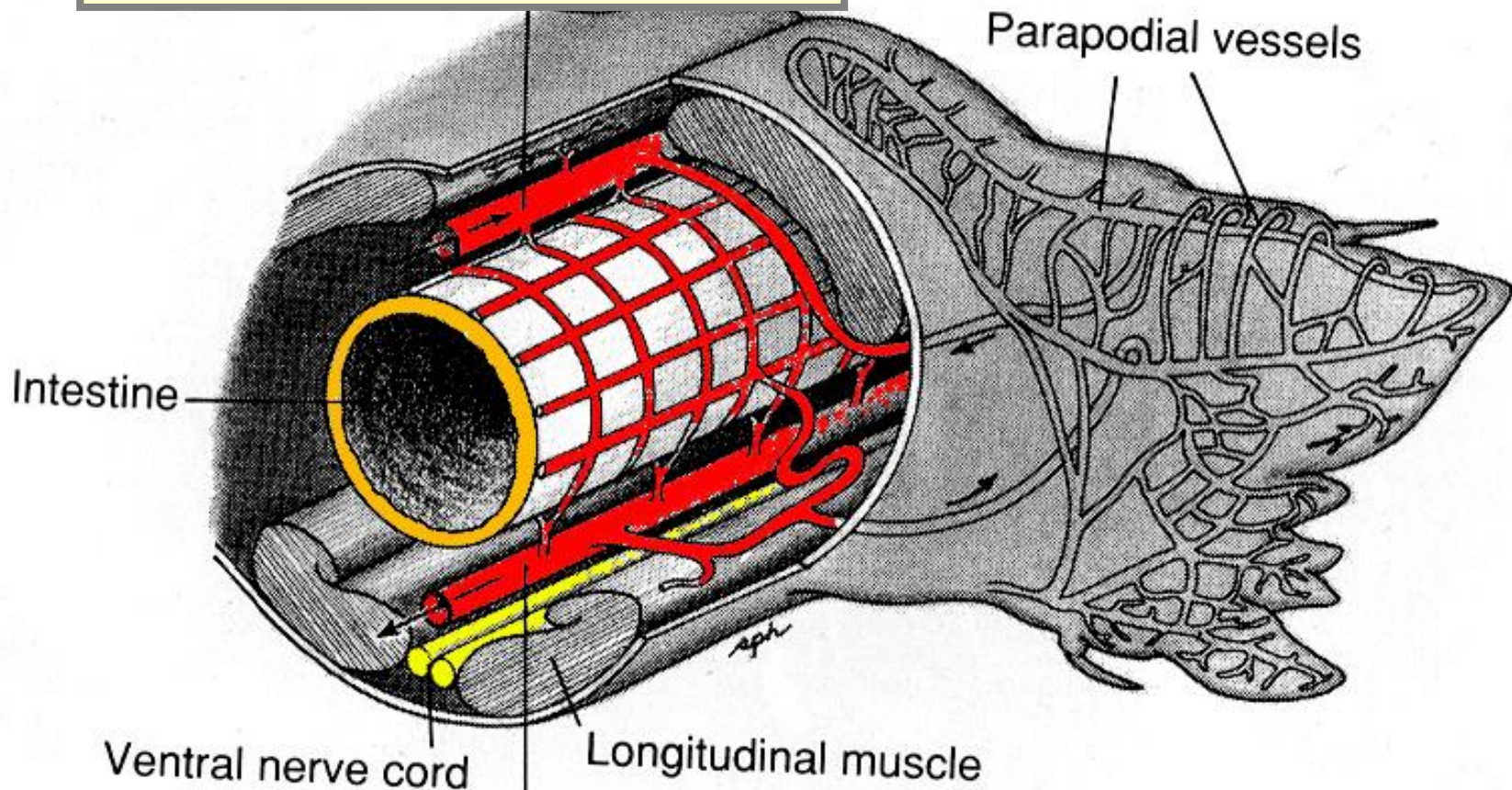
# СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ЦЕЛОМИЧЕСКИХ МЕШКОВ В СЕГМЕНТАХ (МЕТАМЕРАХ)



**СПИННОЙ (ДОРСАЛЬНЫЙ) КРОВЕНОСНЫЙ СОСУД  
БРЮШНОЙ (ВЕНТРАЛЬНЫЙ) КРОВЕНОСНЫЙ СОСУД  
КАПИЛЛЯРНАЯ СЕТЬ**



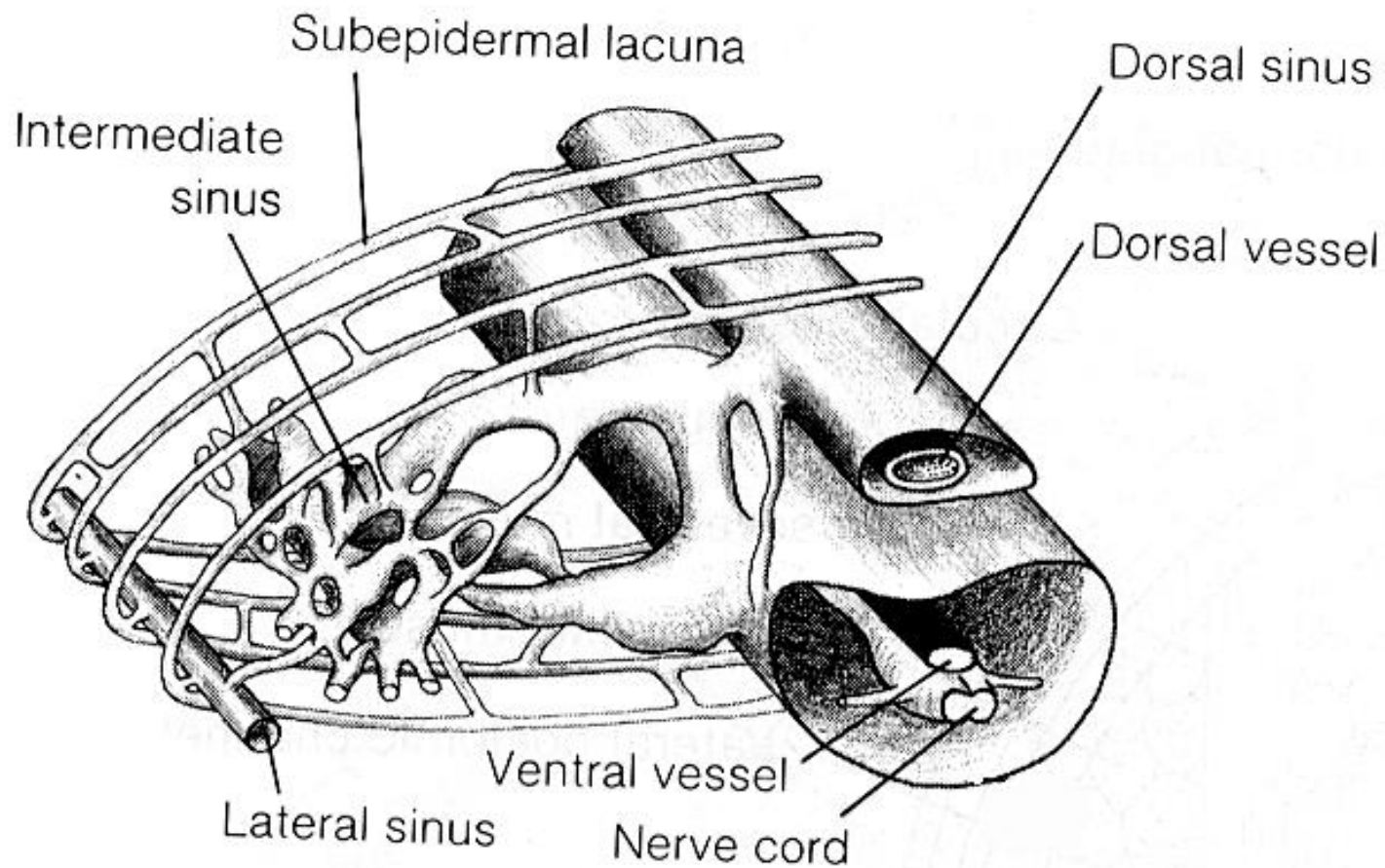
**СПИННОЙ КРОВЕНОСНЫЙ  
СОСУД**



**БРЮШНОЙ КРОВЕНОСНЫЙ  
СОСУД**

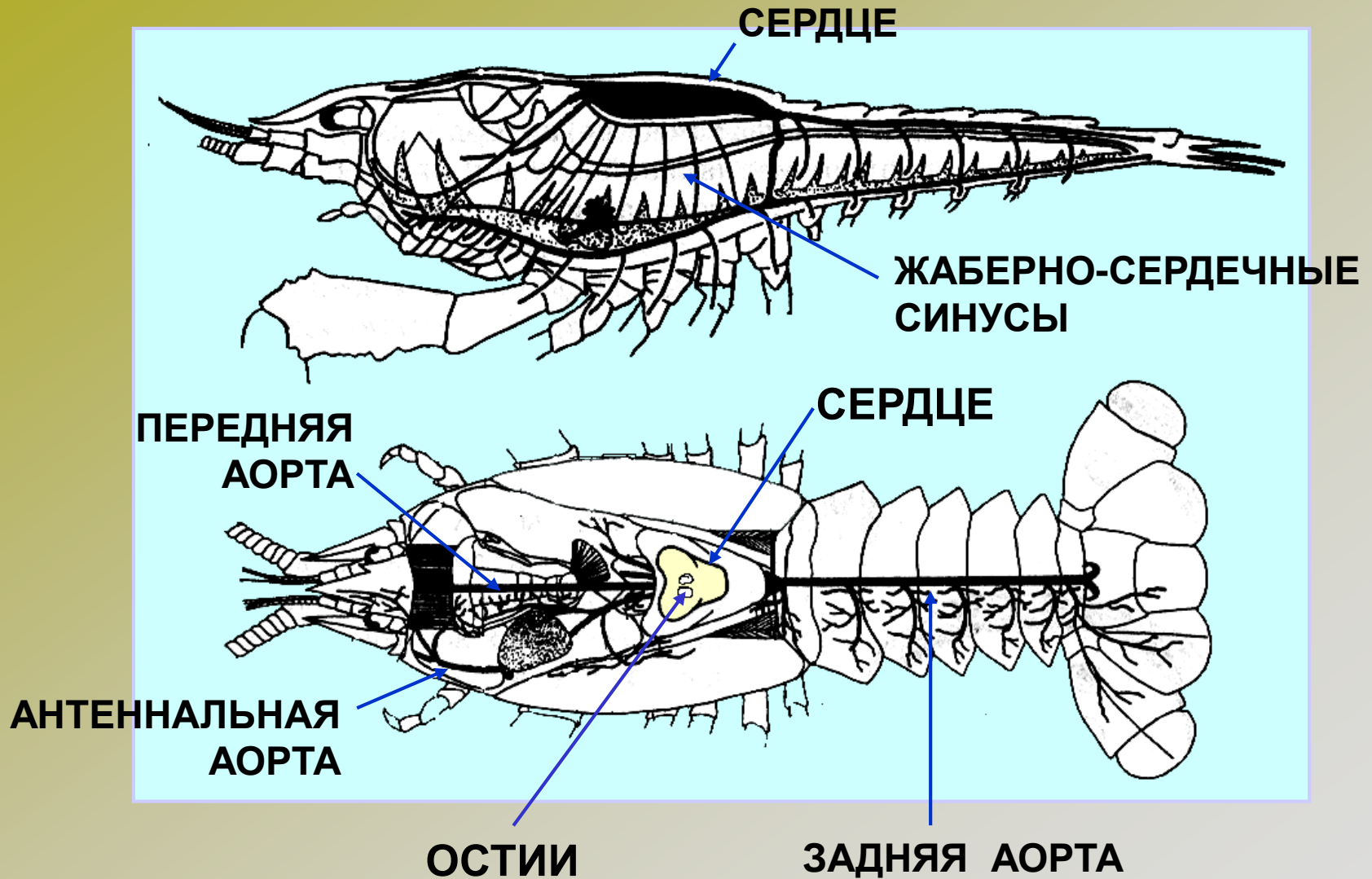
**ПОЛОЖЕНИЕ ОСНОВНЫХ КРОВЕНОСНЫХ СОСУДОВ**



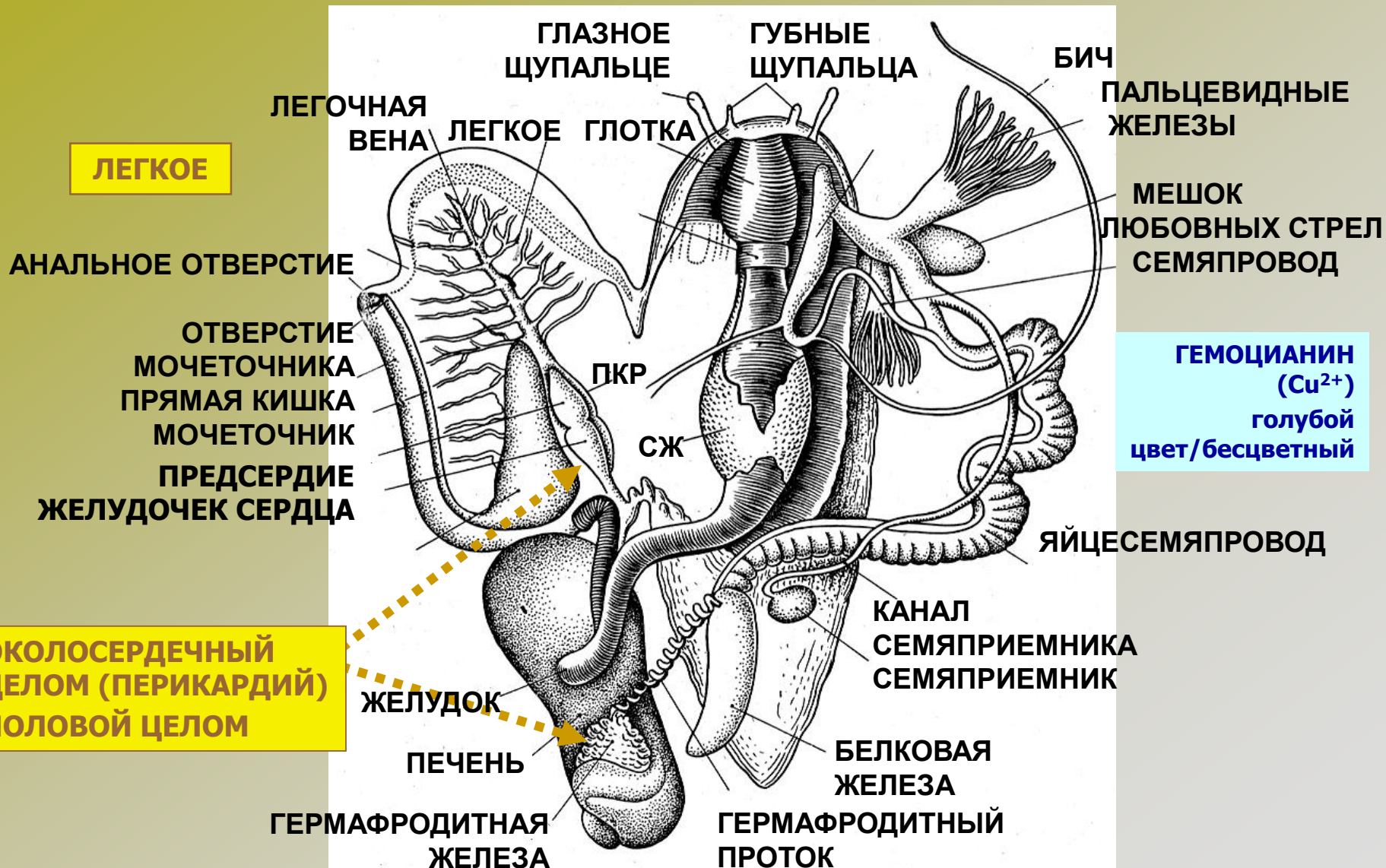


**СХЕМА СТРОЕНИЯ ЛАКУНАРНОЙ СИСТЕМЫ  
ПИЯВОК**

# СХЕМА КРОВЕНОСНОЙ СИСТЕМЫ CRUSTACEA

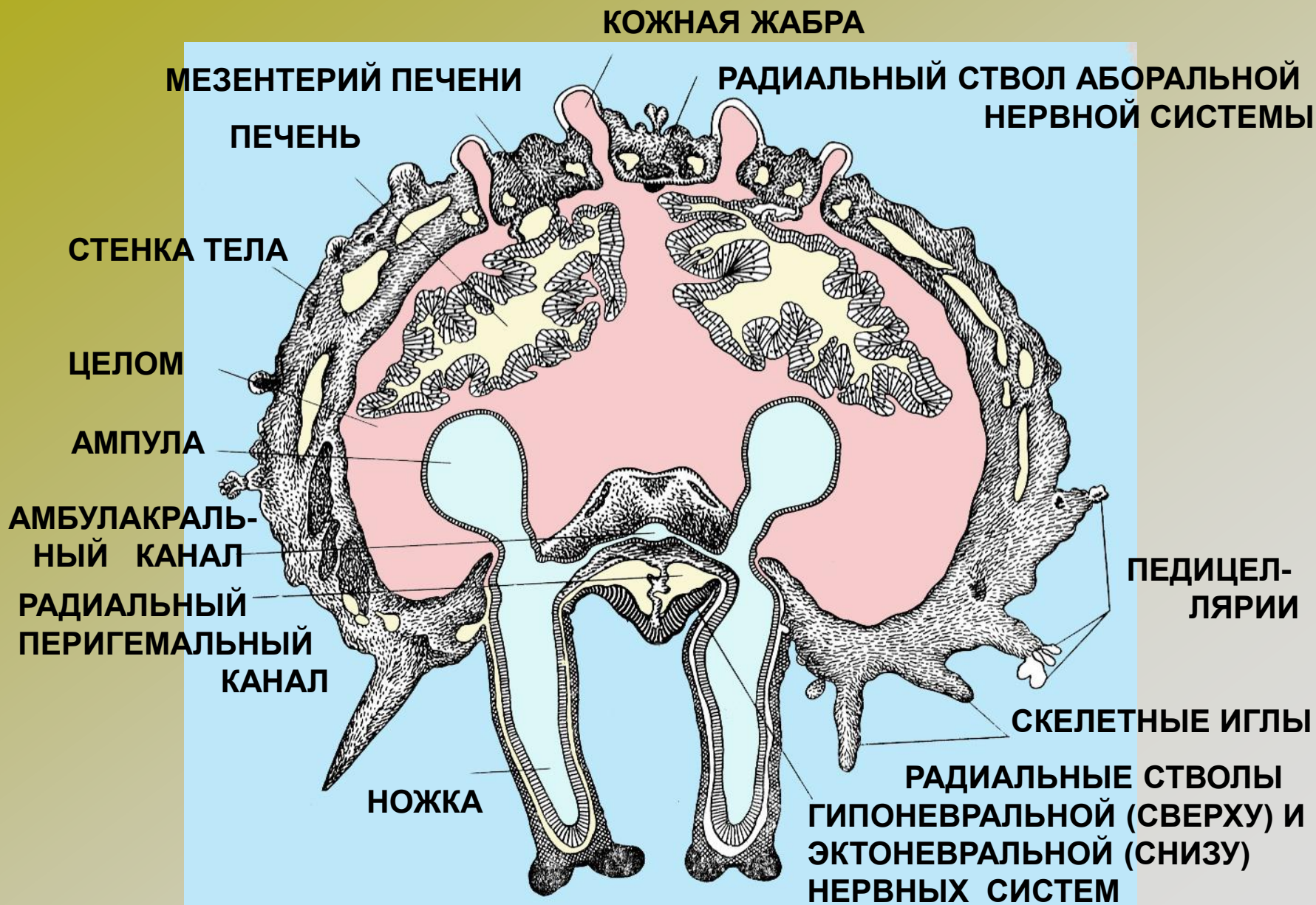


# СХЕМА КРОВЕНОСНОЙ СИСТЕМЫ MOLLUSCA





# ВНУТРЕННЯЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ИГЛОКОЖИХ



# СИСТЕМЫ ОРГАНОВ

ЦЕЛОМ

ДВИГАТЕЛЬНАЯ

ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ

ПОЛОВАЯ

НЕРВНО-СЕНСОРНАЯ

ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ

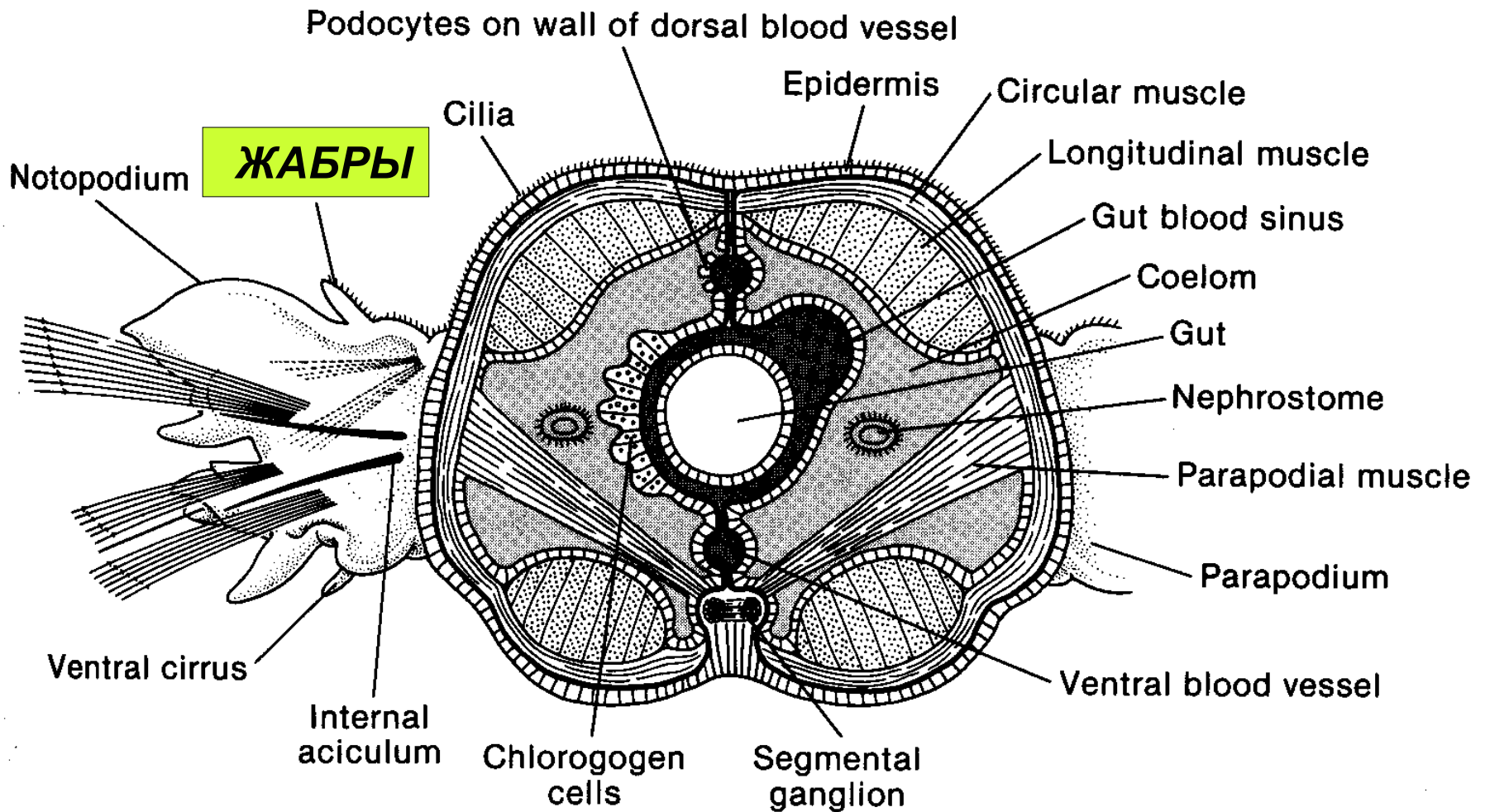
КРОВЕНОСНАЯ

ДЫХАТЕЛЬНАЯ



**СОКРАТИТЕЛЬНАЯ ВАКУОЛЬ У ПРОСТЕЙШИХ, ДИФФУЗНО, ЖАБРЫ (ПАРАПОДИАЛЬНЫЕ, ВЫРОСТЫ КОНЕЧНОСТЕЙ, ВЫРОСТЫ СТЕНКИ ТЕЛА), ТРАХЕЙНАЯ СИСТЕМА, ЛЕГКИЕ**

# СХЕМА ПОПЕРЕЧНОГО СРЕЗА ПОЛИХЕТЫ



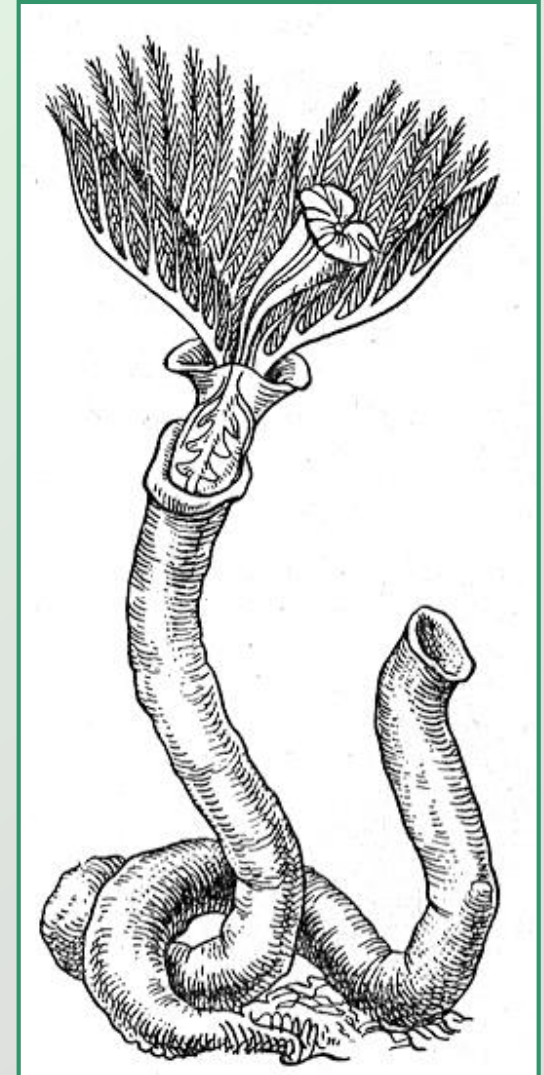
**ПАРАПОДИАЛЬНЫЕ ЖАБРЫ**



## СЕДЕНТАРНАЯ ПОЛИХЕТА

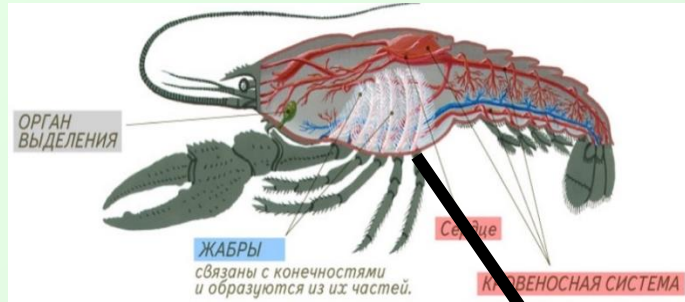
*Eudistylia sp.*

КРОНА ИЗ СИЛЬНО  
РАЗВИТЫХ ПАЛЬП У  
*Eudistylia sp.*  
ДЛЯ ФИЛЬТРАЦИИ ПИЩИ И  
ДЫХАНИЯ





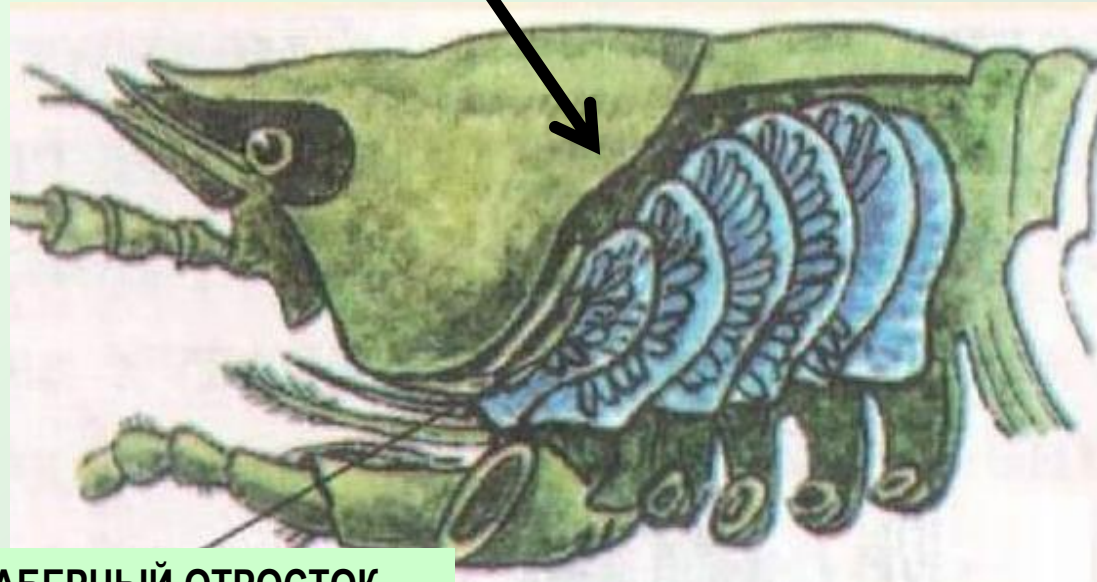
# ДЫХАТЕЛЬНЫЕ ПРИДАТКИ КОНЕЧНОСТЕЙ ARTHROPODA



ЖАБРОНОСНЫЕ  
ГРУДНЫЕ  
КОНЕЧНОСТИ  
РАКООБРАЗНЫХ  
(Branchiata,  
Crustacea)



ЖАБРОНОСНЫЕ  
БРЮШНЫЕ КОНЕЧНОСТИ  
(6) МЕЧЕХВОСТОВ  
(Chelicerata, Xiphosura)



ЖАБЕРНЫЙ ОТРОСТОК  
(ЭПИПОДИТ) ПЕРЕОПОДЫ

# ДЫХАТЕЛЬНЫЕ ПРИДАТКИ КОНЕЧНОСТЕЙ (ЖАБРЫ) CRUSTACEA

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

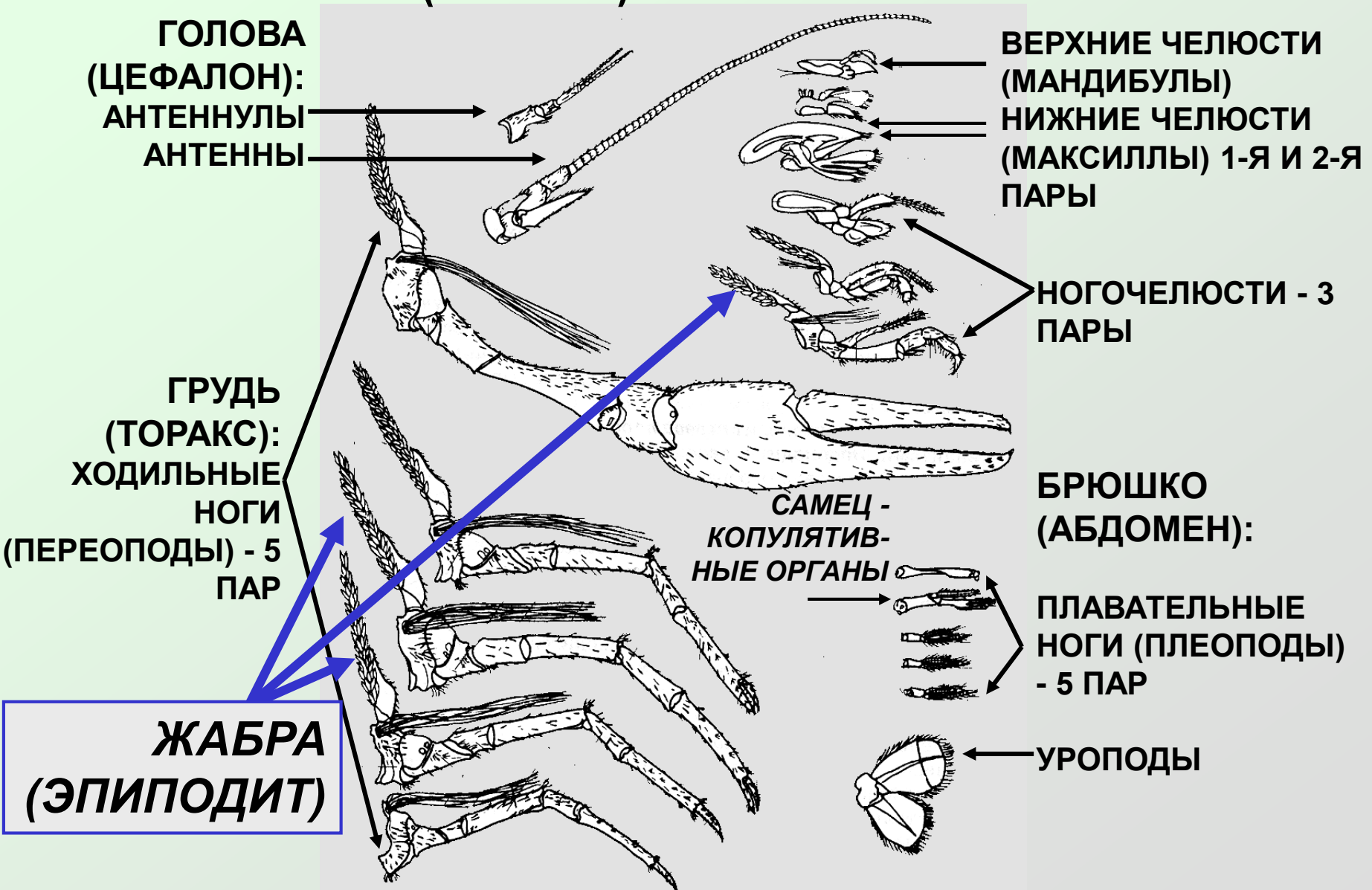
БРЮШКО  
(АБДОМЕН):

САМЕЦ -  
КОПУЛЯТИВ-  
НЫЕ ОРГАНЫ

ПЛАВАТЕЛЬНЫЕ  
НОГИ (ПЛЕОПОДЫ)  
- 5 ПАР

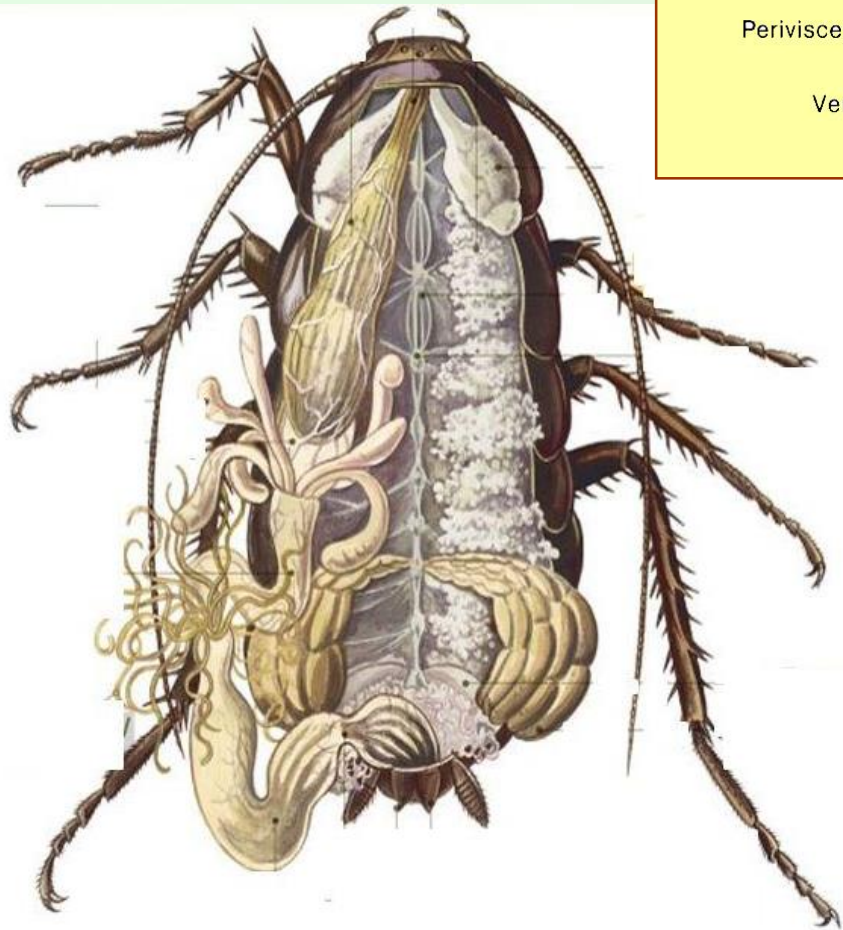
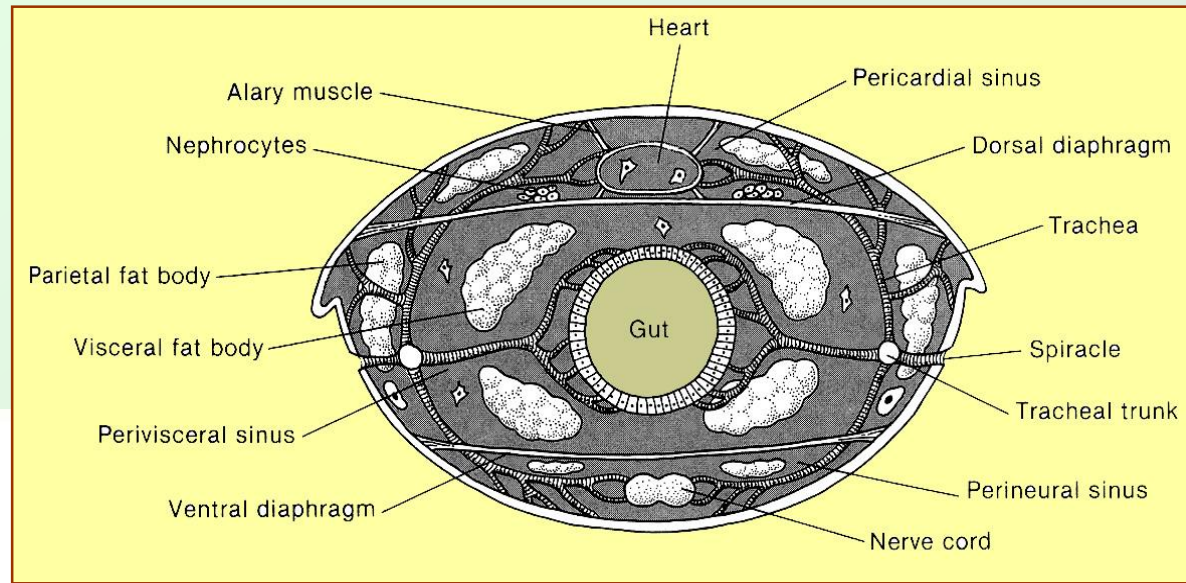
**ЖАБРА  
(ЭПИПОДИТ)**

УРОПОДЫ



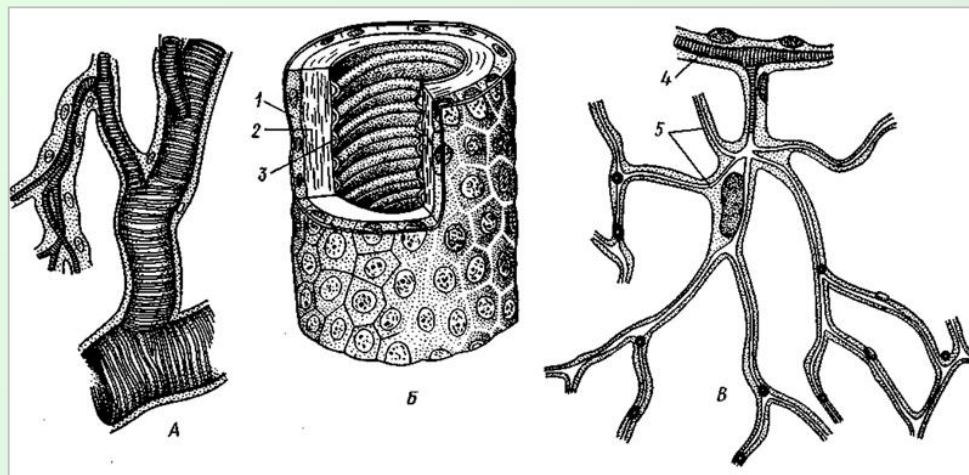
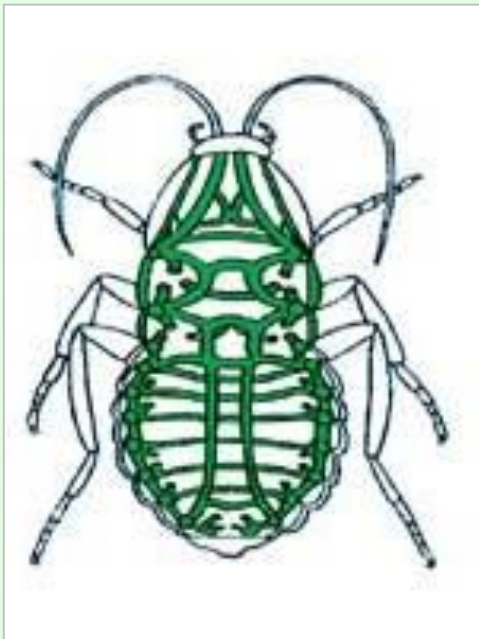


# СТИГМЫ, ТРАХЕЙНАЯ СИСТЕМА, ТРАХЕОЛЫ



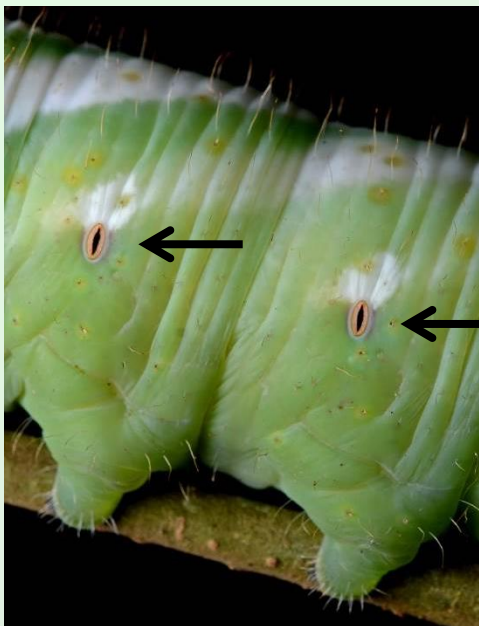
## ДЫХАТЕЛЬНАЯ ТРАХЕЙНАЯ СИСТЕМА INSECTA

# ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА НАЗЕМНЫХ ЧЛЕНИСТОНОГИХ

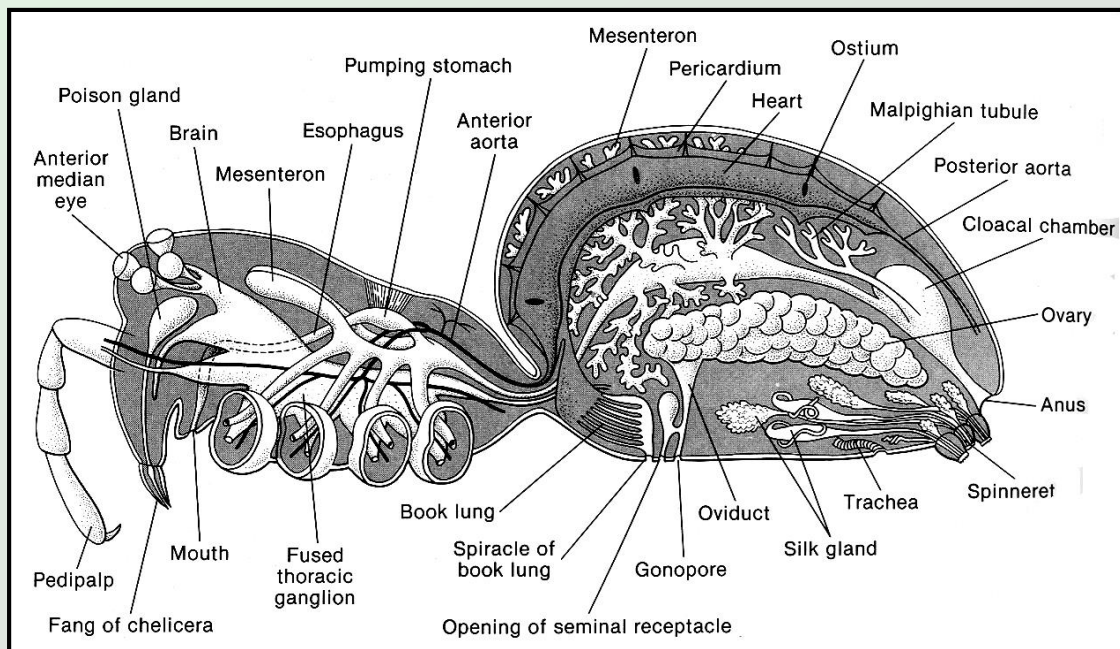


**СТИГМЫ,  
ТРАХЕИ,  
ТРАХЕОЛЫ**

**ЛЕГОЧНЫЕ  
МЕШКИ**



**СТИГМЫ**





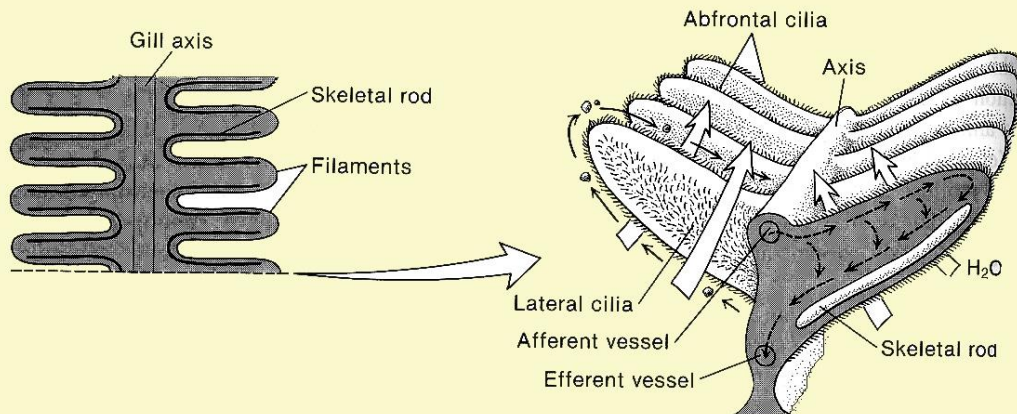
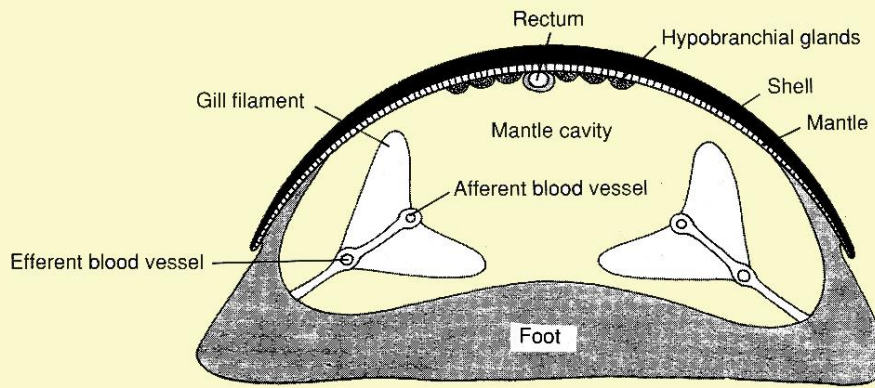
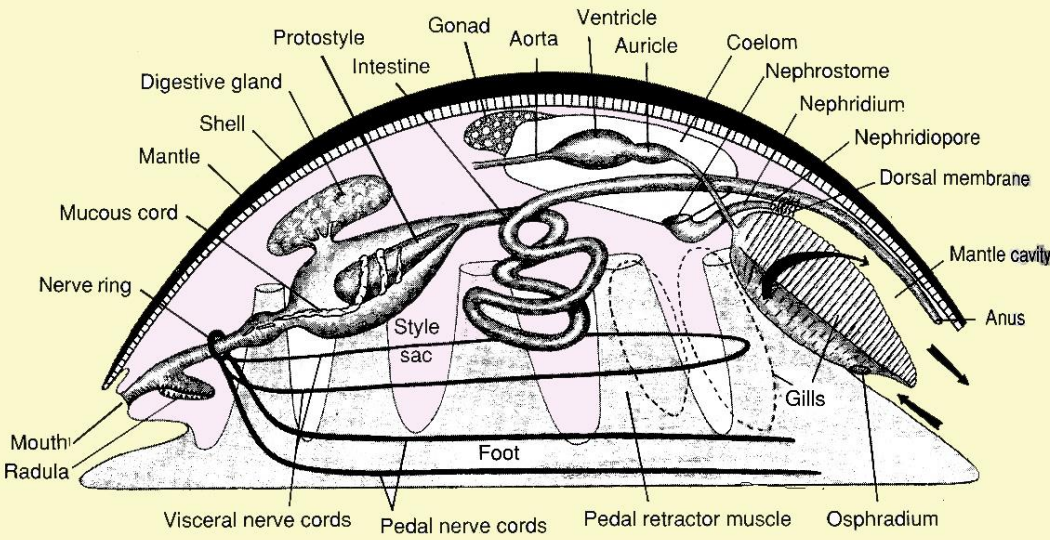
# СХЕМА ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЖАБРОДЫШАЩИХ MOLLUSCA

**КТЕНИДИИ**

**ЖАБЕРНЫЕ ФИЛАМЕНТЫ**

**МЕРЦАТЕЛЬНЫЙ ЭПИТЕЛИЙ**

**ПРИНОСЯЩИЕ И ВЫНОСЯЩИЕ КРОВЕНОСНЫЕ СОСУДЫ**



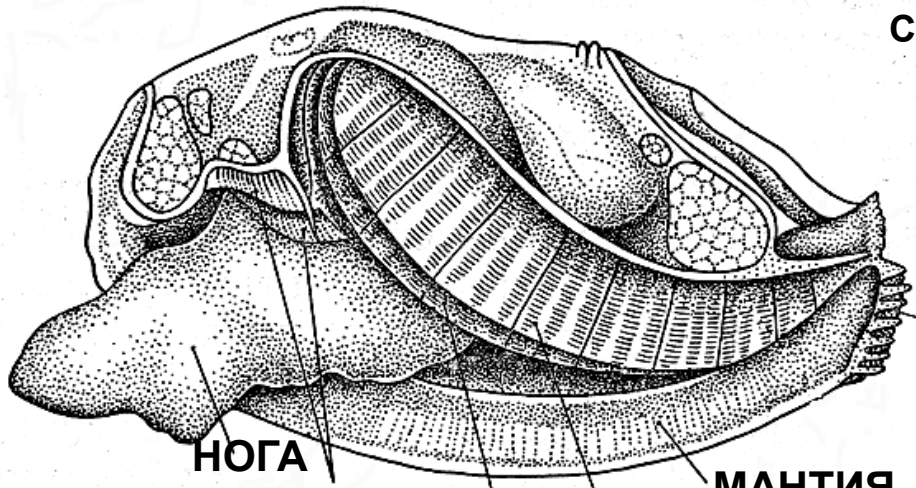


# ЖАБРЫ (КТЕНИДИИ) МОЛЛЮСКОВ

Gastropoda



Bivalvia



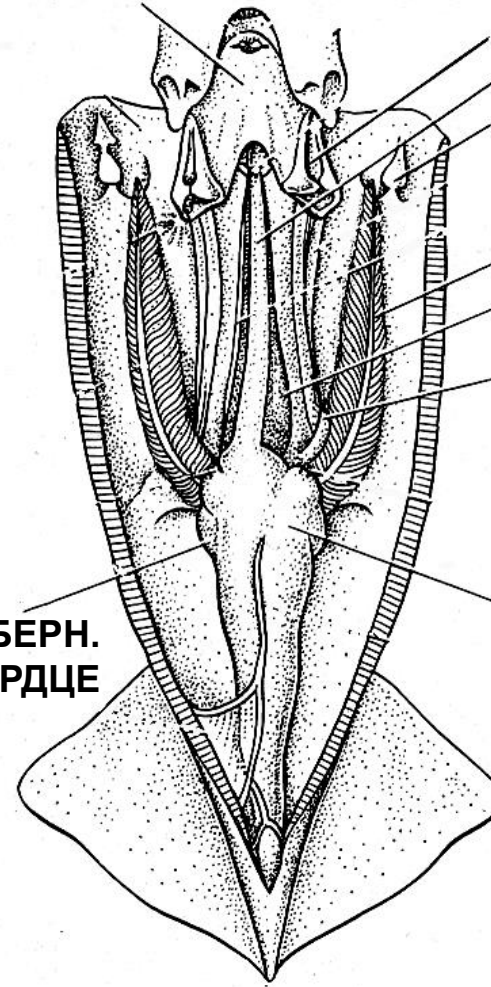
НОГА

РОТОВЫЕ  
ЛОПАСТИ

ЛЕВЫЕ НАРУЖНАЯ И  
ВНУТРЕННЯЯ ПОЛУЖАБРЫ

МАНТИЯ

ВОРОНКА



ЖАБЕРН.  
СЕРДЦЕ

ВОРОНОЧНЫЙ  
ХРЯЩ  
ЗАДНЯЯ КИШКА  
МАНТИЙНЫЙ  
ХРЯЩ

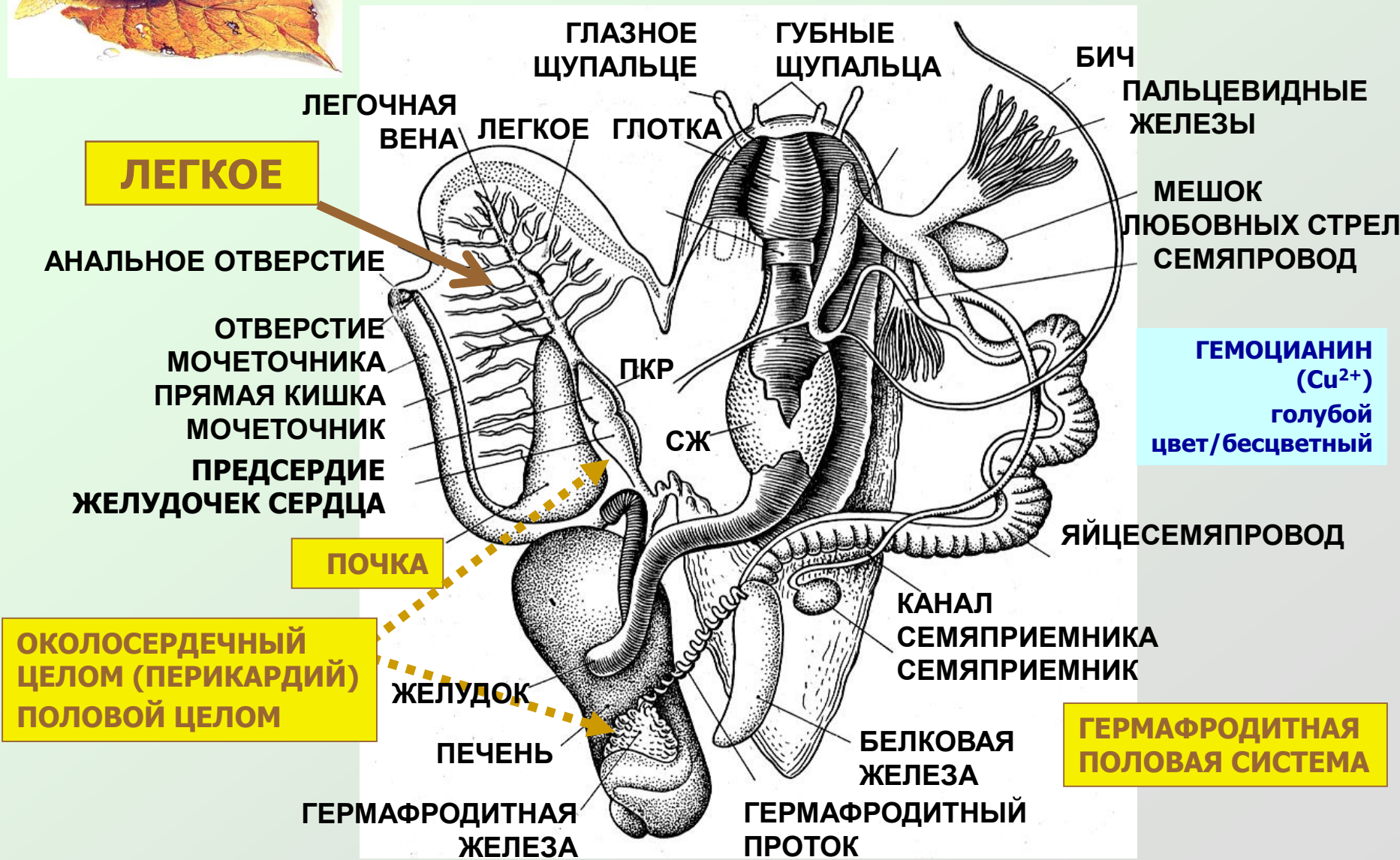
ЖАБРА  
ЧЕРНИЛЬН.  
МЕШОК  
ПОЛОВОЕ  
ОТВЕРСТИЕ

ВИСЦЕРАЛЬНАЯ  
МАССА

Cephalopoda

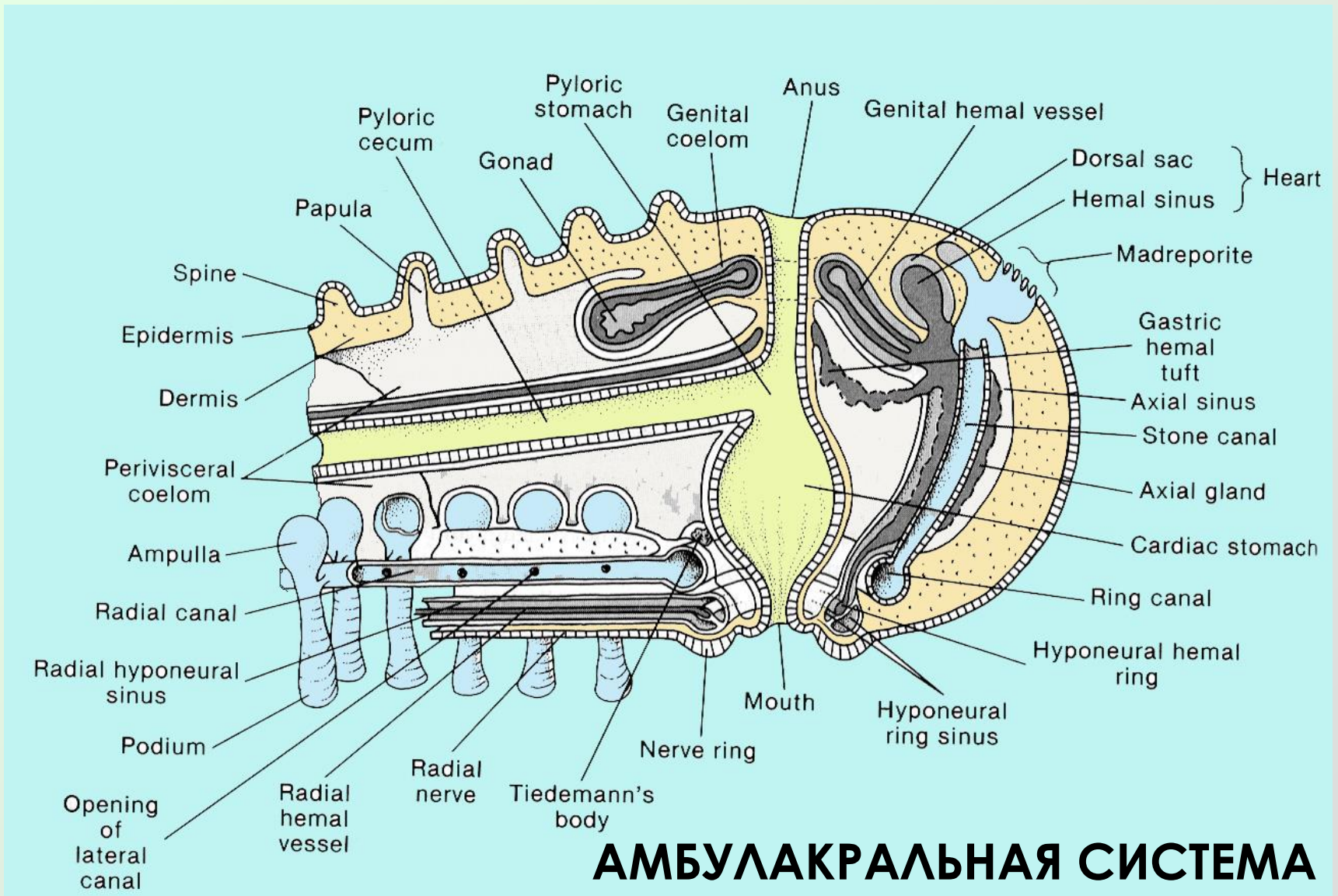


# СХЕМА ОРГАНИЗАЦИИ ЛЕГОЧНОГО БРЮХОНОГОГО МОЛЛЮСКА

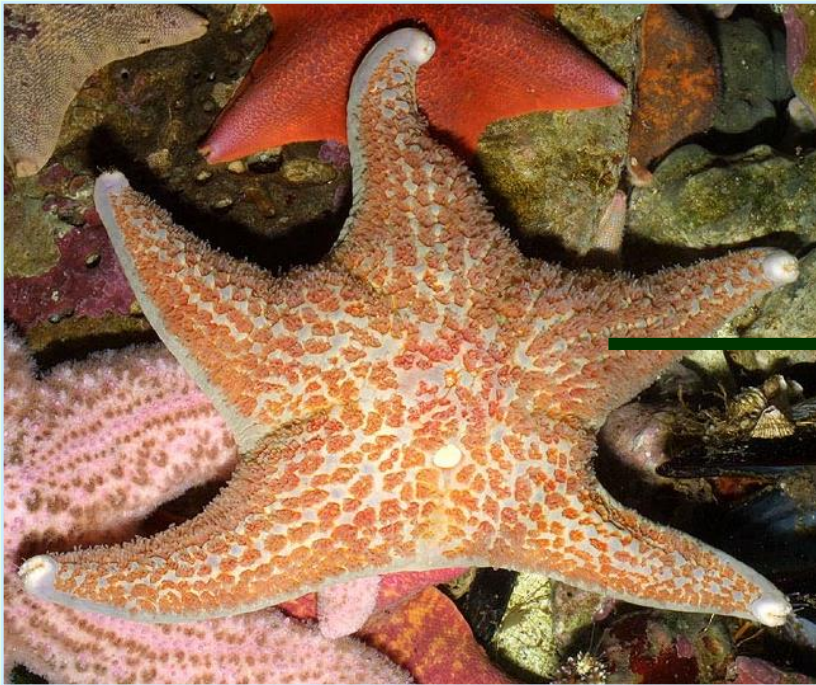




# СХЕМА СРЕЗА В ОБЛАСТИ ОСЕВОГО КОМПЛЕКСА ОРГАНОВ



**АМБУЛАКРАЛЬНАЯ СИСТЕМА**



**АМБУЛАКРАЛЬНАЯ СИСТЕМА ИГЛОКОЖИХ: ДЫХАНИЕ, ДВИЖЕНИЕ, ОСЯЗАНИЕ**

**ВОДНЫЕ ЛЕГКИЕ ГОЛОТУРИЙ**





# СИСТЕМЫ ОРГАНОВ

ДВИГАТЕЛЬНАЯ

ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ

ПОЛОВАЯ

НЕРВНО-СЕНСОРНАЯ

ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ

КРОВЕНОСНАЯ

ДЫХАТЕЛЬНАЯ

**ЦЕЛОМ**

*АМЕРНЫЙ, ОЛИГОМЕРНЫЙ, ТРИМЕРНЫЙ,  
ПОЛИМЕРНЫЙ*