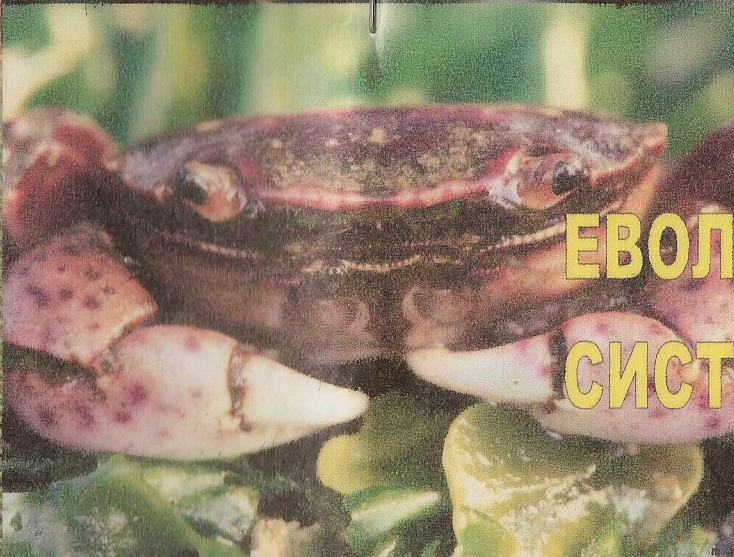
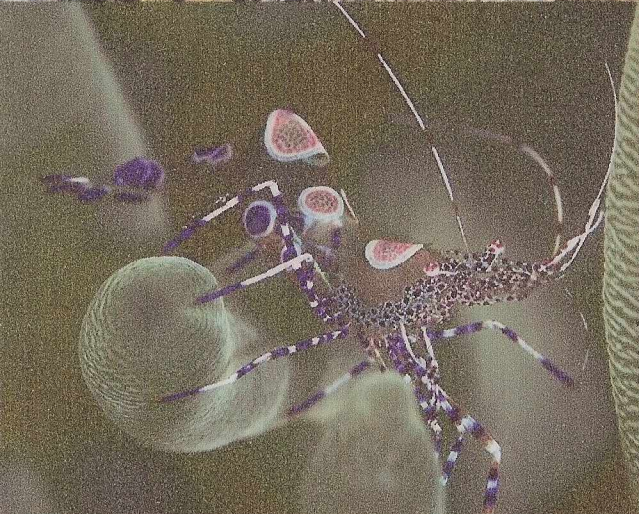


592(07)  
E15

Щербина Ю.Г., Заруднева М.Т.  
Пехова К.О., Москальова Х.Л.  
Куценко С.І., Іванів А.В.



# ЕВОЛЮЦІЯ КРОВОНОСНОЇ СИСТЕМИ БЕЗХРЕБЕТНИХ ТВАРИН



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Криворізький державний педагогічний університет  
Кафедра зоології

---

Навчально–методичний  
посібник

# ЕВОЛЮЦІЯ КРОВОНОСНОЇ СИСТЕМИ БЕЗХРЕБЕТНИХ ТВАРИН

*Для студентів факультету «Природознавства»  
очної та заочної форм навчання*

Кривий Ріг  
2008

ББК 54.06

Щ59

Рецензенти:

Дидур О. А., кандидат біологічних наук, ДГУ  
Сметана О. М., кандидат біологічних наук, КТУ  
Стригунов В. І., кандидат біологічних наук, КДПУ

Щербина Ю.Г., Заруднева М.Т., Пехова К.О., Москальова Х.Л.,  
Куценко С.І., Іванів А.В.

Щ59 Еволюція кровоносної системи безхребетних  
тварин: Навчально-методичний посібник. –  
Кривий Ріг: «Видавничий дім», 2008. – 74 с.

Навчально-методичний посібник містить основні інформаційні та довідкові матеріали з тем: «Безхребетні тварини», «Будова кровоносної системи безхребетних тварин». Посібник рекомендовано для використання при вивченні тем курсу «Зоологія безхребетних».

Матеріали можуть бути використані викладачами та студентами факультету «Природознавства» Криворізького державного педагогічного університету та спеціальності «Екологія» Криворізького технічного університету.

ББК 54.06

© Щербина Ю.Г., Заруднева М.Т.

Затверджено до друку рішенням кафедри «Зоологія» Криворізького державного педагогічного університету № 11, від .08.22.05-08

Навчальне видання

Щербина Ю.Г., Заруднева М.Т.,  
Пехова К.О., Москальова Х.Л., Куценко С.І., Іванів А.В.  
**ЕВОЛЮЦІЯ КРОВОНОСНОЇ СИСТЕМИ БЕЗХРЕБЕТНИХ ТВАРИН**  
*Навчально-методичний посібник*

Підписано до друку 15.05.2008.

Формат 60x84/16.

ПП «Видавничий дім»

50063, м. Кривий Ріг, вул. Тухачевського, 26

Свідоцтво ДК № 515 від 3.07.2001.

т. (0564)66-23-18

Друкарня СПД Щербенюк С. Г.

Свідоцтво ДП 126-р.

вул. Рокосовського, 5/3, м. Кривий Ріг, 50027

(0564) 92-20-77.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	<b>6</b>
<b>1. ТИП КІЛЬЧАСТІ ЧЕРВИ (ANNELIDA)</b> .....	<b>26</b>
1.1. Клас Багатошетинкові черви ( <i>Polychaeta</i> ) .....	26
1.2. Клас Малошетинкові черви ( <i>Oligochaeta</i> ) .....	27
1.3. Клас П'явки ( <i>Hirudinea</i> ) .....	28
<b>2. ТИП ЕХІУРИДИ (ECHIURIDA)</b> .....	<b>30</b>
2.1. Клас Ехіуриди ( <i>Echiurida</i> ) .....	30
<b>3. ТИП ЧЛЕНИСТОНОГІ (ARTHROPODA)</b> .....	<b>31</b>
3.1. Підтип Ракоподібні ( <i>Crustacea</i> ) .....	31
3.1.1. Клас Зяброногі ракоподібні ( <i>Branchiopoda</i> ) ..	33
3.1.2. Клас Черепашкові ракоподібні ( <i>Branchiopoda</i> )	33
3.1.3. Клас Вищі Раки ( <i>Malacostraca</i> ) .....	34
3.1.3.1. Ряд Ротоногі, або Раки-богомолі ( <i>Stomatopoda</i> ) .....	35
3.1.3.2. Ряд Бокоплави, або Різноногі ( <i>Amphipoda</i> ) .....	36
3.2. Підтип Трахейнодишні ( <i>Tracheata</i> ) .....	36
3.2.1. Клас Губоногі ( <i>Chilopoda</i> ) .....	36
3.2.2. Клас Двопарноногі ( <i>Diplopoda</i> ) .....	36
3.2.3. Клас Комахи ( <i>Insecta</i> ) .....	37
3.3. Підтипу Хеліцерові ( <i>Chelicerata</i> ) .....	40
3.3.1. Клас Меростомові ( <i>Merostomata</i> ) .....	41
3.3.1.1. Підклас Мечохвости ( <i>Xiphosura</i> ) .....	41
3.3.2. Клас Павукоподібні ( <i>Arachnida</i> ) .....	41
3.3.3. Клас Морські павуки ( <i>Pantopoda</i> ) .....	42
<b>4. ТИП ОНІХОФОРИ (ONYCHOPHORA)</b> .....	<b>43</b>
4.1. Клас Первиннотрахейні ( <i>Protracheata</i> ) .....	43
<b>5. ТИП МОЛЮСКИ (MOLLUSCA)</b> .....	<b>44</b>
5.1. Клас Панцирні ( <i>Polyplacophora</i> ) .....	44
5.2. Клас Безпанцирні ( <i>Aplacophora</i> ) .....	45
5.3. Клас Двостулкові ( <i>Bivalvia</i> ) .....	45
5.4. Клас Моноплакофори ( <i>Monoplacophora</i> ) .....	46
5.5. Клас Черевоногі ( <i>Gastropoda</i> ) .....	47
5.6. Клас Головоногі ( <i>Cephalopoda</i> ) .....	47
<b>6. ТИП ФОРОНІДИ (PHORONIDA)</b> .....	<b>51</b>
6.1. Клас Фороніди ( <i>Phoronidea</i> ) .....	51
<b>7. ТИП ПЛЕЧОНОГІ (BRACHIPODA)</b> .....	<b>52</b>

7.1.	Клас Плечоногі ( <i>Branchiopoda</i> )	52
<b>8.</b>	<b>ТИП ПОГОНОФОРИ (ROGONOPHORA)</b>	<b>53</b>
8.1.	Клас Вузdechкові ( <i>Frenulata</i> )	53
<b>9.</b>	<b>ВТОРНННОРОТІ (DEUTEROSTOMIA)</b>	<b>54</b>
9.1.	Тип Напівхордові ( <i>Hemichordata</i> )	54
9.1.1.	Клас Кишководишні ( <i>Enteropneusta</i> )	54
9.1.2.	Клас Крилозязброві ( <i>Pterobranchia</i> )	55
9.2.	Тип Голкошкірі ( <i>Echinodermata</i> )	55
9.2.1.	Підтип Стебельцеві ( <i>Crinozoa</i> )	55
9.2.1.1.	Клас Морські лілеї ( <i>Crinoidea</i> )	55
9.2.2.	Підтип Ехінозої ( <i>Echinozoa</i> )	55
9.2.2.1.	Клас Голотурії ( <i>Holothuroidea</i> )	55
9.2.2.2.	Клас Морські їжаки ( <i>Echinoidea</i> )	58
9.2.3.	Підтип Астерозої ( <i>Asterozoa</i> )	58
9.2.3.1.	Клас Морські зірки ( <i>Asteroidea</i> )	58
10.2.3.2.	Клас Зміїхвістки ( <i>Ophiuroidea</i> )	59
<b>ВИСНОВКИ</b>		<b>60</b>
	Тип Кільчасті черви	60
	Клас Багатошетинкові черви	60
	Клас Малошетинкові черви	60
	Клас П'явки	61
	Клас Ехіуриди	61
	Тип Членистоногі	61
	Підтип Ракоподібні	61
	Клас Зяброногі ракоподібні	61
	Клас Черепашкові ракоподібні	61
	Ряд Ротоногі, або Раки-богомолі	61
	Ряд Бокоплави, або Різноногі	62
	Підтип Трахейнодишні. Клас Губоногі	62
	Клас Двопарноногі	62
	Клас Комахи	62
	Підтип Хеліцерові. Клас Меростомові.	
	Підклас Мечохвости	62
	Клас Павукоподібні	62
	Клас Морські павуки	63
	Тип Оніофори	63
	Клас Первиннотрахеїні	63
	Тип Молюски	63
	Клас Панцирні	63

Клас Безпанцирні .....	63
Клас Двостулкові .....	64
Клас Моноплакофори .....	64
Клас Червоногі .....	64
Тип Фороніди. Клас Фороніди .....	64
Тип Плечоногі. Клас Плечоногі .....	64
Тип Поgonoфори. Клас Вузечкові .....	64
Вториннороті. Тип Напівхордові .....	64
Тип Голкошкірі .....	65
Підтип Стебельцеві. Клас Морські лілеї .....	65
Підтип Ехінозої. Клас Голотурії .....	65
Клас Морські їжаки .....	65
Підтип Астерозої. Клас Морські зірки .....	65
<b>ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ ЗНАТЬ .....</b>	<b>66</b>
<b>ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ .....</b>	<b>67</b>
<b>ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА .....</b>	<b>71</b>
Навчальні посібники .....	71
Література за темами «Основні етапи в розвитку життя на Землі», «Геохронологія Землі» .....	71
Література за темами «Зоологія», «Будова безхребетних тварин» .....	74

## ВСТУП

---

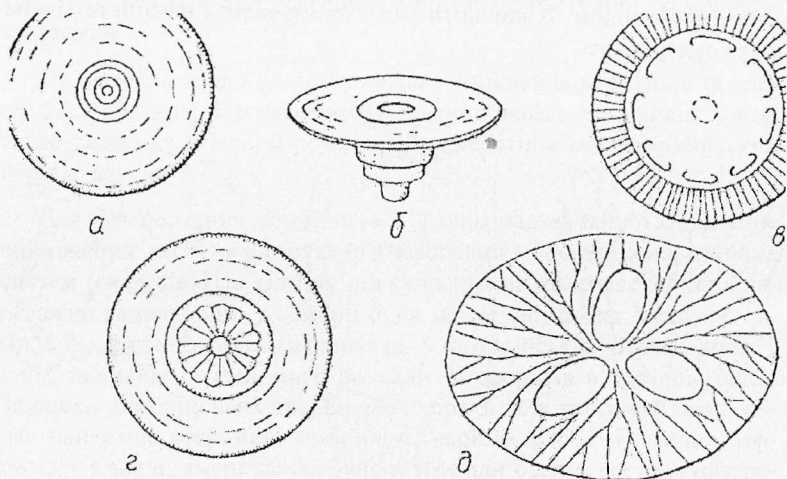
Перші знахідки безхребетних тварин стосуються Протерозойської ери. В що еру виникають багатоклітинні організми. Найстародавніші кишковопорожнинні, що відомі науці, – це безскелетні медузоподібні організми. Палеонтологи віднесли їх до класу *Ceclozoa*. Цикломедузи прикріплювалися аборальним полюсом до субстрату, їх гастральна порожнина не мала поділу на шлунок і гастроваскулярні канали, як у сучасних медуз. Більшість цикломедуз мала досить виражені циклічні структури на аборальному боці дзвона. У деяких з них концентрична пекрекресленість комбінувалася з радіальними елементами (є припущення, що це були радіальні канали).

Серед вендських медуз траплялися також радіально-симетричні форми, але їх радіальна симетрія мала невизначений порядок, який змінювався навіть у онтогенезі – у процесі розвитку організму виростали нові гілки радіальних каналів, щупальця тощо. Ці організми палеонтологи об'єднали в клас *Inordoza*. Рідше траплялися медузи з трипроменевою симетрією, що охоплювала кишені шлунка, радіальні канали гастроваскулярної системи, ротові лопаті, гонади. Їх віднесли до класу *Trilobozoa*.

Були також і медузи з чотирипроменевою симетрією, яка власлива сучасним сцифоїдним медузам, ці організми умовно віднесли до класу *Scyphozoa*.

У вендській фауні знайдено також перших гідроїдних. Це були поодинокі безскелетні організми, близькі до сучасних хондрофор (клас *Hydzoza*, ряд *Chondrophora*). Вони мали форму диска, на

верхньому боці якого містився кіль, подібний до паруса сучасних *Vetella*. На відміну від більшості сидячих цикломедуз, вони плавали на поверхні океану.



Мал. 1. Реконструкція будови вендських кишковопорожнинних:  
 а, б – *Cyclomedusa plana* (Cyclozoa); в – *Armillifera parva*;  
 з – *Bonata septata* (Inordoza); д – *Albumares brunsaе* (Trilobozoa)

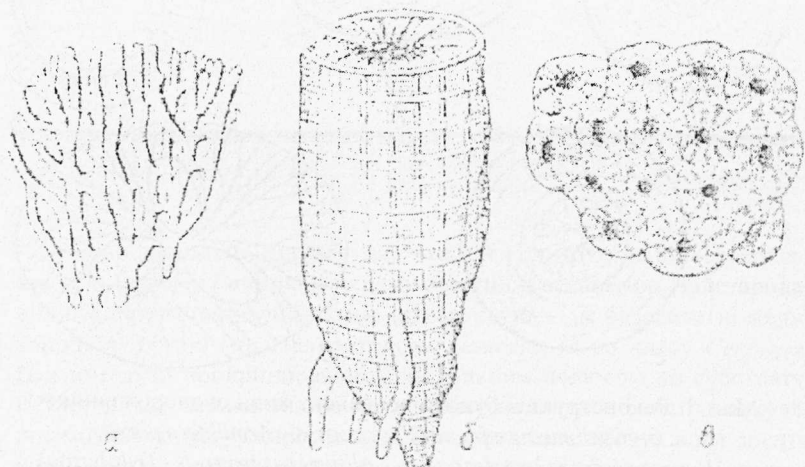
Вважають, що вендська фауна існувала порівняно недовго й майже вся вимерла ще до початку кембрійського періоду.

Початок кембрію ознаменувався появою тварин, що утворювали скелет, але серед кишковопорожнинних таких ще не існувало. Перші скелетні корали з'явилися всередині Ордовіка. Найстародавніші корали відрізнялися від сучасних тим, що мали вигляд невеличких келихів, на внутрішніх стінках яких ще не було справжніх септ, а лише невеличкі реберця. Вони не утворювали великих колоній, а стелилися по субстрату. Ці організми віднесли до класу *Anthozoa*.

Пізніше виникла ще одна група коралів, які мали справжні септи в гастральній порожнині, причому в них закладалися шість первинних склеросепт, а наступні септи утворювалися не в шести, а в чотирьох секторах, тому їх вважають чотирипроменевими коралами



(підклас *Rugosa*). Ще одна група викопних коралів – геліолітоїдеї (підклас *Heliolithoidea*) утворювала масивні колонії з добре розвиненим ценосарком, їх кораліти характеризувалися наявністю дванадцяти склеросепт.



Мал. 2. Викопні корали:

*a* – колонія коралів *Tabulata*; *б* – поодинокий чотирипроменевий корал *Omphium*; *в* – колонія *Heliolithoidea*

Але жодна згадана група коралів не збереглася до наших днів. Протягом геологічної історії кілька разів масово вимирали одні групи й виникали інші. Коралові комплекси вимирали тричі – наприкінці середнього девону (палеозой), на межі пермського та триасового періодів, на початку крейдяного періоду (кінець мезозойської ери). Перші справжні восьмипроменеві корали з'явилися в силурійському періоді палеозойської ери, а склерактинії – в середньому триасі (початок мезозойської ери). Близькі до сучасних гідроїдні (гідрокорали) відомі з ордовіка. Вони були представлені колоніями з хітиноїдними і вапняковими скелетами. Повзаючих, плаваючих чи сидячих вендських безхребетних з двобічною симетрією за браком даних про їх будову важко віднести до відомих систематичних груп: це так звані проблематики венду. На межі венду та кембрію

єдиний суперконтинент розпався на окремі платформи, що призвело до майже повної загибелі вендської біоти. У нових умовах морські мілководдя стали осередками розвитку наступної, кембрійської, фауни.

*Палеозойська ера* являється часом виникнення всіх типів та класів безхребетних; життя опановує прісні водойми та суходіл. Виняткове значення в історії розвитку безхребетних має Кембрійський період.

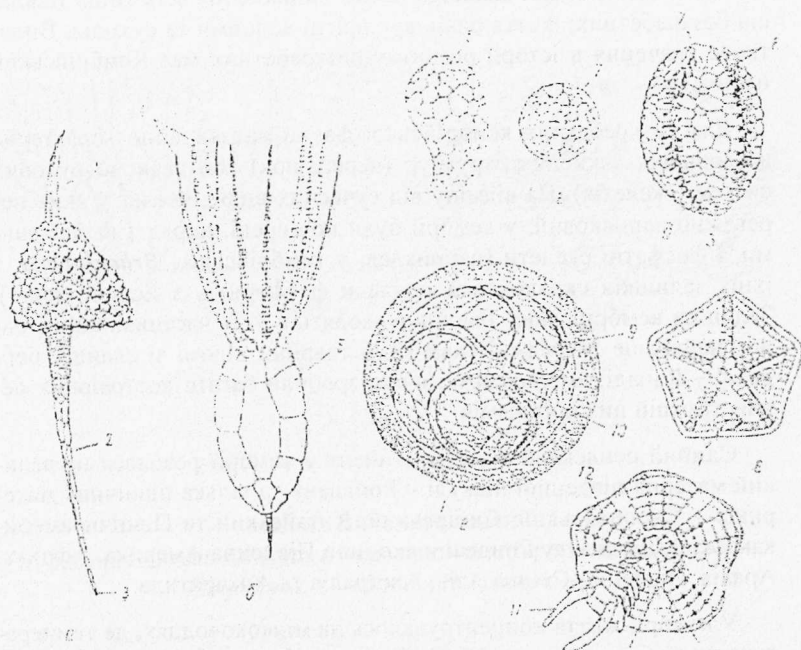
Для безхребетних кембрійської фауни надзвичайно характерне виникнення захисних структур (черепашок) або захисно-рухових систем (скелетів). На відміну від сучасних видів, скелет у яких переважно вапняковий, у кембрії були поширені, поряд з вапняковими, і фосфатні скелети (наприклад, у кембрійських *Brachiopoda*; з їхніх залишків складаються поклади фосфоритів в Естонії тощо). Залишки кембрійських тварин знаходять в усіх частинах світу, однак найкраще збережені скам'янілі тварини відомі зі сланців Берджис у Канаді; американські вчені зробили багато достовірних реконструкцій цих організмів.

Єдиний вендський суперконтинент у кембрії розпався на великий материк південної півкулі – Гондвану та кілька північних материків – Європейський, Сибірський, Китайський та Північноамериканський. До складу Гондвани входили Південна Америка, Африка, Аравія, Південно-Східна Азія, Австралія та Антарктида.

У кембрії життя концентрувалось на мілководдях, де температура води була в межах 25-35°C. Багата флора придонних зелених та червоних водоростей і добре розвинений фітопланктон складали харчову базу тварин. Вже з раннього кембрію відомі найпростіші – форамініфери та радіолярії. Кембрійські форамініфери мали однокамерну аглютиновану дископодібну черепашку (рід *Lukatiella*), а радіолярії – простий сферичний скелет з двоокису кремнію.

До підтипу Гомалозої (*Homalozoa*) належать виключно викопні голкошкіри, які відомі з кембрію–девону. Підтип об'єднує білатерально симетричних повзаючих голкошкірих. Основу їх тіла становила чашечка різноманітної форми. Її скелет був утворений шаром багатокутних платівок (табличок), які не мали отворів (пор).

Відомо кілька класів голкозой, з яких найбільше вивчено представників класу **Карпоїдей (Carpoidea)**, (мал. 3). Карпоїдеї були бентосними організмами. На передньому кінці тіла у них був розташований рот та членистий відросток, вкритий двома рядами таблицок. Анальний отвір знаходився на протилежному кінці тіла. Таку будову мав, наприклад, поширених в ордовіцьких морях *Microcystites*.



Мал. 3. Викопні голкошкірі:

*a* – *Heckericystis* та *б* – *Rhipidocystis* (клас *Carpoidea*);  
*в* – *Aristocystis*, вигляд збоку та *г* – з орального полюса; *д* – *Proteroblastus* (клас *Cystoidea*); *е* – *Lepidodiscus* та *є* – *Cyathocystis* (клас *Edrioasteroidea*); *ж* – *Eucladia* (клас *Ophiocystia*). 1 – анальний конус або піраміда; 2 – стебельце; 3 – місце прикріплення до субстрату; 4 – руки; 5 – чашечка; 6 – статеві пори; 7 – рот; 8 – амбулакральна борозна з брахіолями; 9 – амбулакральні пластинки; 10 – мадрепорова пластинка; 11 – амбулакральні ніжки; 12 – отвори для них

В інших представників карпоїдей, наприклад, у ордовицького *Rhipidocystis*, рот був оточений десятьма членистими додатками (руки, або брахіоли), на які продовжувались травні жолобки. На протилежному кінці тіла в цієї тварини було розташоване членисте стебельце. З губок домінували археоціати, які поряд зі строматолітами утворювали рифи; відомі також численні знахідки спікулу *Demospongiae*. У ранньому кембрії з'являються перші рецептакуліти, що належали до особливого класу *Radiocyatha*. На відміну від венду, кишковопорожнинні в кембрії нечисленні. Це група поліпів Hydrocerozoa, залишки яких являють собою невеликі (кілька міліметрів) порожнисті конуси, та окремі відбитки сифонофор сцифомедуз, а також пірамідальні скелети сидячих сцифоїдних поліпів з окремого підкласу *Conulata* (мал. 4а).

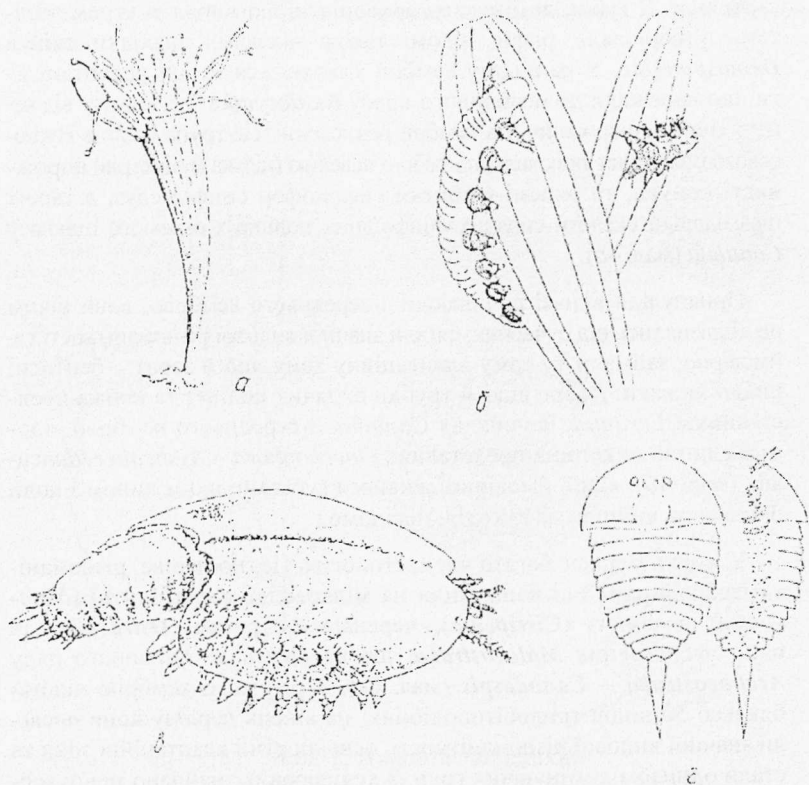
Приапуліди відомі починаючи з середнього кембрію; вони нічим не відрізнялись від сучасних, сягали значної видової різноманітності та, ймовірно, займали ту саму адаптаційну зону, що й зараз – бентосні риючі хижакі. Добре відомі трубки сидячих поліхет та кілька представників *Errantia*, наприклад *Canadia*. З середнього кембрію відомий єдиний викопний представник *Onychophora* – *Ayshcaia redunculata* (мал. 4б), який, ймовірно, живився губками; яким чином і коли оніхофори вийшли на суходіл, невідомо.

У морях мешкає багато членистоногих. Це, по-перше, різноманітні зябродішні. Усі вони жили на мілководді морів: щитні (*Notostraka*), вусонігі (*Cirripedia*), черепашкові рачки (*Ostracoda*) та один представник *Malacostraka*, що належить до викопного ряду *Archacostraka* – *Canadaspis* (мал. 4в). З раннього кембрію відомо близько 50 видів трилобітоподібних; на кінець періоду вони досягли значної видової різноманітності, освоїли різні адаптаційні зони та стали однією з домінуючих груп. З хеліцерових знайдено мечохвостів, які належали до особливого кембрійського ряду *Aglaspidida* (мал. 4г). Багато форм членистоногих, знайдених переважно в сланцях Берджис (Канада), не належить до жодного з відомих класів.

Багато форм членистоногих, знайдених переважно в сланцях Берджис (Канада), не належить до жодного з відомих класів.

*Marrcella splendens* (мал. 5а) – бентосна тварина до 2 см завдовжки, сегментацією тіла нагадувала трилобітів, але на відміну від останніх мала на голові дві пари напрямлених назад загострених

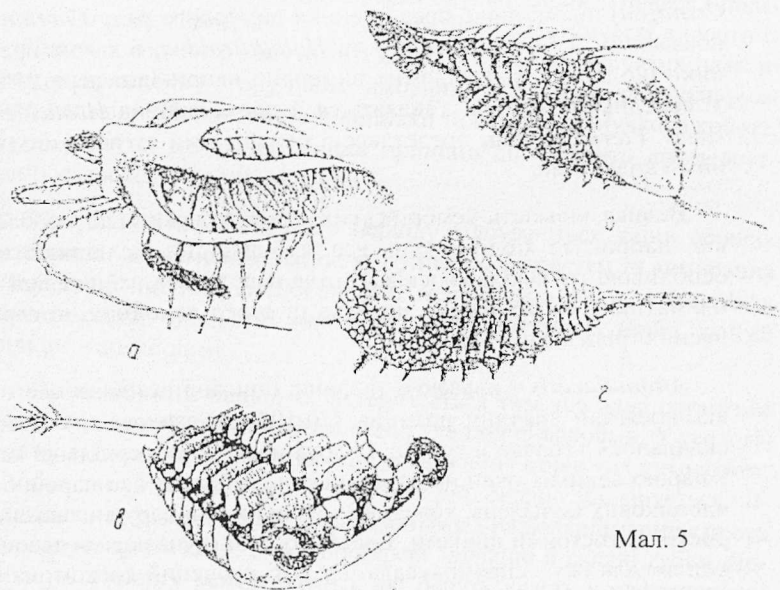
відростків; сегменти її тулуба не мали характерних для трилобітів бічних виростів. Канадські вчені запропонували виділити для цього виду окремий клас – *Marrellomorpha*, близький до *Trilobitomorpha*.



Мал. 4. Реконструкції представників кембрійської фауни:  
 а – *Archaeoconulana* (клас *Scyphozoa*, підклас *Conulata*); б – *Aysheia*  
 (тип *Onychophora*); в – *Canadaspis* (клас *Malacostraca*);  
 г – *Aglaspella* (клас *Xyphosura*)

*Sidneyia* (мал. 5б) мала великі розміри (до 20 см); подібно до річкового рака повзала по дну й плавала. Її широке плоске тіло складалося з протоцефалона, тулуба та хвостової частини. З боків протоцефалона розташовувались парні очі та багаточленикові антени;

кінцівки тулуба були одногіллястими з жуйними відростками; п'ять пар задніх кінцівок були коротші за передні і мали зяброві вирости. Хвостова частина складалась із трьох сегментів без кінцівок та лопатеподібного тельсона.



Мал. 5

*Sarotrocercus* (мал. 5а) – тварина, що плавала на спині. Тіло її складалося з протоцефалона, тулуба та шилоподібного тельсона з кількома голками на кінці; тулубні кінцівки пере творені на гребені пластинки.

*Habelia* (мал. 5б) – бентосна тварина з широким, опуклим зверху тілом, що складалося з голови, вкритого товстим шипуватим панцирем тулуба та вузької хвостової частини з шипами.

З початку кембрію відомі такі групи молюсків, як моноплакофори, гастроподи, двостулкові (рід *Fordilla*), стенотекоїди, ксеноконхії, хіоліти. Головоногі з'являються в середньому кембрії; вони мали конічну черепашку та належали до особливого ряду наутилоїдей – *Plectronoceratida*. *Brachiopoda* (як замкові, так і беззамкові) відомі починаючи з раннього кембрію, а наприкінці періоду стають ри-

фоутворювачами та домінують у морях разом із трилобітами. З кембрію відомі також і фороніди. У кембрійських відкладах знайдено трубки якихось бентосних тварин, яких було названо *Sabelliditida*. Тривалий час їх вважали близькими до сидячих *Polychaeta*, однак сучасні дослідження показали, що насправді це трубки *Pogonophora*. У кембрії були досить поширені як сидячі, так і повзаючі *Echinodermata*, що належали до восьми класів. Із сидячих (підтип *Crinozoa*) відомі лише представники вимерлого ряду *Eocrinoidea*, з повзаючих – *Edrioasteroidea* та *Holothuroidea*, а також представники ще деяких маловідомих вимерлих наприкінці періоду класів. У середньому кембрії з'являються й представники *Hemichordata* з класу *Pterobranchia*, представлені бентосними та псевдопланктонними колоніями.

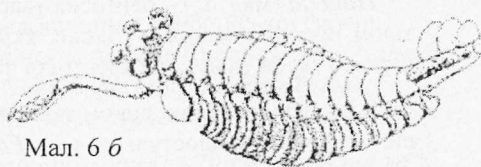
Велика кількість кембрійських видів належить до проблематиків, наприклад хіоліти, яких все ж більшість дослідників вважає особливою групою моллюсків. Нижче наводяться найцікавіші з проблематиків, які не мають аналогів ні серед викопних, ні серед сучасних (рецентних) таксонів.

*Anomalacaris* – плаваючі тварини; описано два види цього роду, які досягали значних розмірів (70-100 см завдовжки). Тіло їхнє складалося з голови й тулуба. Голова мала вигляд суцільної капсули з парою великих очей на коротеньких стебельцях та парою багаточленикових щупалець, кожен членик яких мав пару видовжених виростів із гострими шипами. Вважають, що щупальцями тварина захоплювала їжу і спрямовувала її у рот, оточений диском, на якому розташовувались кілька рядів хітинових зубців. Видовжений плескатий тулуб мав слабо виражену сегментацію та ніс кілька пар бічних нечленистих м'яких лопатей, які утворювали гребний апарат.

На мал. 6. показані реконструкції тварин-проблематиків кембрію: а – *Wiwaxia*; б – *Opabinia*. *Opabinia* – плаваюча хижа тварина.



Мал. 6 а



Мал. 6 б

Вона мала червоподібне тіло, яке складалося з суцільної голови, багатосегментного тулуба та заднього відділу з трьох сегментів. На голові були розташовані п'ять очей та довгий, напрямлений уперед хоботок, який мав вигляд гнучкої циліндричної трубки, а на кінці були дві лопаті з довгими голками на внутрішніх поверхах. Можливо тварина хоботком захоплювала їжу, потім він згинався і подавав її до рота. Сегменти тулуба мали бічні пластинчасті вирости із зябрами, а сегменти хвостового відділу – по парі округлих пластинок, напрямлених вгору і вбік; ймовірно, цей відділ грав роль руля при плаванні. Непочленовані кінцівки та наявність гнучкого хобота, який, мабуть, мав гідравлічний принцип дії, свідчать про відсутність екзоскелета в цієї тварини.

Наприкінці кембрійського періоду відбуваються зміни обрисів материків, що зумовило часткову руйнацію екосистем та вимирання ряду груп: поліпів *Hydroconozoa*, мечохвостів ряду *Aglaspidida*, стенотекоїдів; повністю зникають проблематики кембрію, майже цілком – археоціати.

**Ордовицький період** характеризується тим, що живі організми освоїли всі глибини Світового океану та прісні водойми. У геологічному відношенні це був період переважання морів над суходолом; він був такий самий теплий, як і кембрій. Значно збільшується чисельність та різноманітність форамініфер і радіолярій; вони стають породоутворювачами. Дуже поширені звичайні й скляні губки. Досягають розквіту рецептакуліти, які беруть участь у рифотворенні поряд із кораловими поліпами підкласів *Tabulata*, *Heliolitihoidea* та гідроїдними поліпами підкласу *Stromatoporoidea* (колоніальні форми, які відрізнялись масивним скелетом особливої будови).

У прісних водоймах з'являються перші *Oligoshaeta*. З членистоногих починається розквіт *Trilobitomorpha*: мечохвості представлені особливим рядом *Chasmataspidida*. Підтип трилобітоподібні (*Trilobitomorpha*) це морські тварини що досягли розквіту на початку палеозойської (кеморійський та ордовицький періоди), а до її кінця повністю вимерли. Розміри трилобітоподібних були переважно невеликі (від кількох міліметрів до 10 см), однак деякі види сягали довжини 75 см. На наш час описано понад 10 тис. викопних видів.

Для представників цього підтипу характерне поєднання рис високої спеціалізації (значна цефалізація, одногіллясті кінцівки) та



примітивних ознак (неспеціалізовані ротові кінцівки, гомономна сегментація тулуба, аноморфоз тощо). Для трилобітоподібних характерне розчленування тіла на голову й тулуб. На голові розміщені пара вусиків та чотири пари ротових кінцівок, які не відрізняються від тулубних

Трилобоподібні, особливо трилобіти, є керівними формами, за якими визначають вік осадкових порід та їх належність до того чи іншого періоду палеозойської ери. Відомо чотири класи; один з них – *Trilobita*, куди входять понад 90% усіх описаних видів трилобітоподібних і який найкраще вивчено, ми й розглянемо.

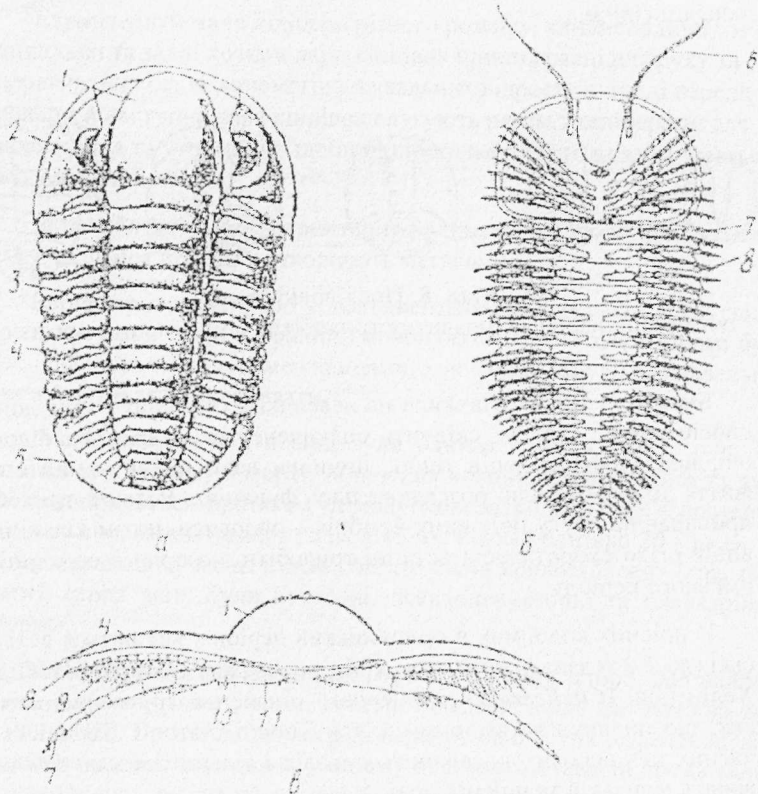
Клас трилобіти (*Trilobita*). Тіло трилобітів зі спинної сторони вкрите твердим панцирем-спенним щитом, прсякнутих вуглекислим, а іноді фосфорнокислим кальцієм, поверхня панцира часто має різну скульптуру. Спинний щит найчастіше має видовжену форму й двома борозенками розділений на три частини, або лопаті; середня лопать більш опукла. Крім поздовжнього, є ще поперечний поділ панцира на головний, тулубний і хвостовий щити (мал. 7). Від тричленного поділу походить латинська назва класу.

По боках головного щита у більшості трилобітів є по різному розвинені очі двох типів: фасеткові та агреговані. Фасеткові складаються з великої кількості відносно великих шести- або чотирикутних лінз (фасетки, або аматидії), вкритих загальною оболонкою, при чому кількість фасеток коливається від кількох десятків до 15 тисяч агреговані очі складаються з округлих лінз, відокремлених одна від одної проміжками кутикули, яка має сітчасту структуру. Кількість фасеток коливається в них від однієї–двох до кількох сотень

Черевна сторона, на відміну від спинної, плоска й укрита тонкою оболонкою (мембраною). На нижній стороні голови, попереду ротового отвору, є пара багаточленикових вусиків; чотири пари ротових кінцівок нічим не відрізняються від кінцівок тулуба. Усі вони одно гіллясті, зі спинним зябровим виростом (епіподит): їхні базальні членики мають спеціальний жуйний виріст, спрямований до середньої лінії тіла. Отже, всі ноги трилобітів крім рухової функції, мали ще дихальну та жуйну.

Внутрішню будову трилобітів вивчено погано. У деяких викопних решток трилобітів на спинному щиті з внутрішньої сторони

знаходять відбитки деяких органів. Рот розташовувався знизу голови, за ним - короткий стравохід, що відкривався в шлунок, який також містився в головному відділі. Від шлунка в усі боки розходилися коротенькі сліпі відростки: вважають, що ці утвори гомологічні травній залозі ракоподібних. Далі кишечник у вигляді трубки досягав пігидія. Де закінчувався анальним отвором.

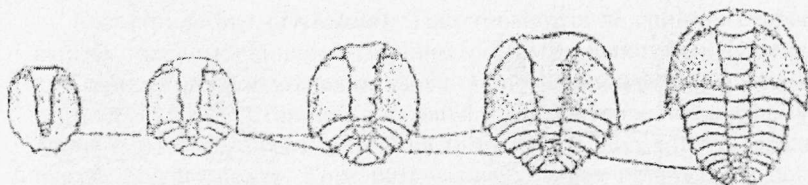


Мал. 7. Схема будови трилобітів:

- a, б* – загальний вигляд відповідно зі спинної та черевної сторін;
- в* – поперечний переріз тулуба; *1* – середня частина голозного щита;
- 2* – складне око; *3* – середня та бічна частини тулубного щита;
- 5* – хвостовий щит; *6* – вусик; *7* – нога; *8* – дихальний придаток - епіподит; *9* – яброві пелюстки; *10* – основний членок ноги; *11* – жувальний відросток

Над кишкою знайдено довгий канал, який вважають залишком кровоносної системи.

Трилобіти роздільностатеві. У будові самців і самиць спостерігався певний диморфізм. Розвиток супроводжувався метаморфозом, який мав кілька фаз. Трилобіти відклали яйця невеликих розмірів, з яких виходила личинка – протаспіс (мал. 8). Розміри протаспіса не перевищували 1 мм. Далі під час кожного линяння кількість тулубних сегментів збільшувалася; зона росту нових сегментів містилась перед пігдієм.



Мал. 8. Послідовні стадії постембріонального розвитку трилобітів, починаючи з протаспіса

Більшість трилобітів жила на невеликих глибинах і вела донний спосіб життя. Про це свідчить сплющене тіло, спрямовані догори очі, відсутність плавців тощо. Личинки вели планктонний спосіб життя й виконували розселювальну функцію. Розквіт трилобітів припадає на другу половину кембрія – ордовіка, потім кількість їх видів різко скоротилась; останні трилобіти вимерли в середині пермського періоду.

У прісних водоймах в ордовицький період з'являються велетенські (до 2-3 м завдовжки) хижі хіліцерові з ряду *Eurypterida*. Підтип Хеліцерові (*Chelicerata*) хеліцерові – численна група членистоногих, що опланувала як наземні, так і водні біотопи. Більшість сучасних хеліцерових населяють суходіл і тільки близько 5% видів живе в морській та прісній воді.

Будова представників окремих груп хеліцерових дуже різноманітна, але ряд ознак *хsarsi*. Вскрытая

Головний мозок хіліцерових, на відміну від інших членистоногих, складається з прото- та тритоцеребрума; дейтоцеребрум, від якого іннервуються антети (наприклад, у комах), відсутні.

До підтипу *Chelicerata* належить ряд чітко відокремлених за багатьма ознаками груп тварин, яких окремі зоологи групують у таксономи різних рівнів.

Клас Меростомові (*Merostomata*) Меростомові – група водяних хіліцерових, які дихають зябрами. До них відносяться уже вимерлих палеозойських евриптерит (*Euryptezida*) та нині існуючих мечохвостів (*Xiphosur*).

Евриптерити мали хіліцери різного розміру, клішнеподібні; педипальпи та задні чотири пари кінцівок пристосовані для руху та перетирання їжі за допомогою жувальних відростків; іноді передипальпи й наступна пара кінцівок слугують разом з хеліцерами для захоплення та утримання здобичі; шоста пара часто видозмінюється в плавальні ноги.

Черевце (опістосма) евриптерит поділене на 12 рухомих сегментів, з яких сім передніх утворюють метасому.

Евриптериди знайдено в континентальних відкладах, а це свідчить, що вони жили в прісній і солонуватій воді й здебільшого були, очевидно, донними мешканцями, хоч форми, що мали плавальні ноги, могли активно плавати.

*Brachiopoda* в цей період були однією з домінуючих груп. У ранньому ордовіку в морях та прісних водоймах з'являються та дуже поширюються протягом періоду моховатки (*Bryozoa*). Спостерігається справжній розквіт голкошкірих: відомо близько 20 класів, у тому числі всі сучасні. Відомо багато видів крилозябрових (граптоліти), серед яких були бентосні, псевдопланктонні та планктонні форми.

Клас *Cephalopoda* впродовж своєї геологічної історії: дав найбільшу різноманітність форм, із семи підкласів лише два дожили до наших днів. Протягом зміни ер та періодів одні групи цефалопод замінювались іншими, однак у цілому ці молюски завжди процвітали і знаходились, як і зараз, у стані біологічного прогресу.

З кембрійського періоду відомі лише представники підкласу *Nautiloidca*, кілька видів яких живе й досі. Черепашка в них була спіральною, прямою, рогоподібною тощо. До підкласу належать кілька рядів, з яких лише *Nautilida*, що виник у девоні, дожив до наших днів.

**Підклас Амоніти (*Ammonoidea*)** – найчисельніший з викопних головоногих. Черепашка звичайно складалася з кількох закрутків, розташованих у більшості видів в одній площині, а в деяких – сильно видозмінювалась впродовж онтогенезу й мала різноманітну форму. Тіло містилося в передній камері, яка, на відміну від наутилоїдей, була більш-менш видовженою. Вустя черепашки затулялося вапняковою кришечкою. Діаметр черепашки коливався від 1-2 см до 2 - 3 м. До підкласу належить понад 10 рядів та кілька тисяч видів.

Амоніти відомі, починаючи з девонського періоду; їх історія чітко поділяється на чотири етапи. На кожному з них домінували певні ряди, які вмили і змінювались іншими. Такі зміни фаун мали місце на межах девону та карбону, пермі та тріасу, тріасу та юри.

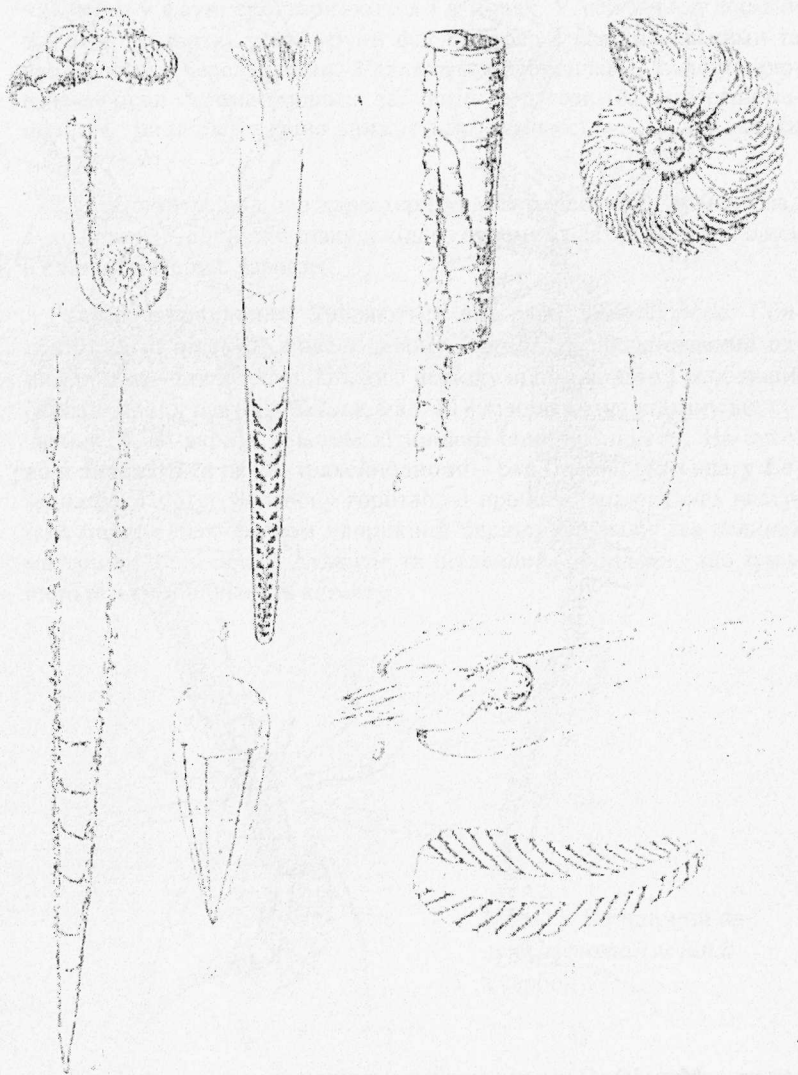
І найпоширенішими в сучасних морях є представники підкласу *Colcoidea*. Вони відомі, починаючи з девону, коли виник ряд Белемніти (*Belemnitida*), який проіснував до початку палеогену. Завдяки окремим відбиткам загалом відома будова м'якого тіла цих тварин: вони мали 10 рук, великі очі, хвостовий плавець, чорнильний мішок; зовні нагадували кальмарів (мал. 9).

Вони мали велику конусоподібну черепашку, яка добре зберігається в викопному стані.

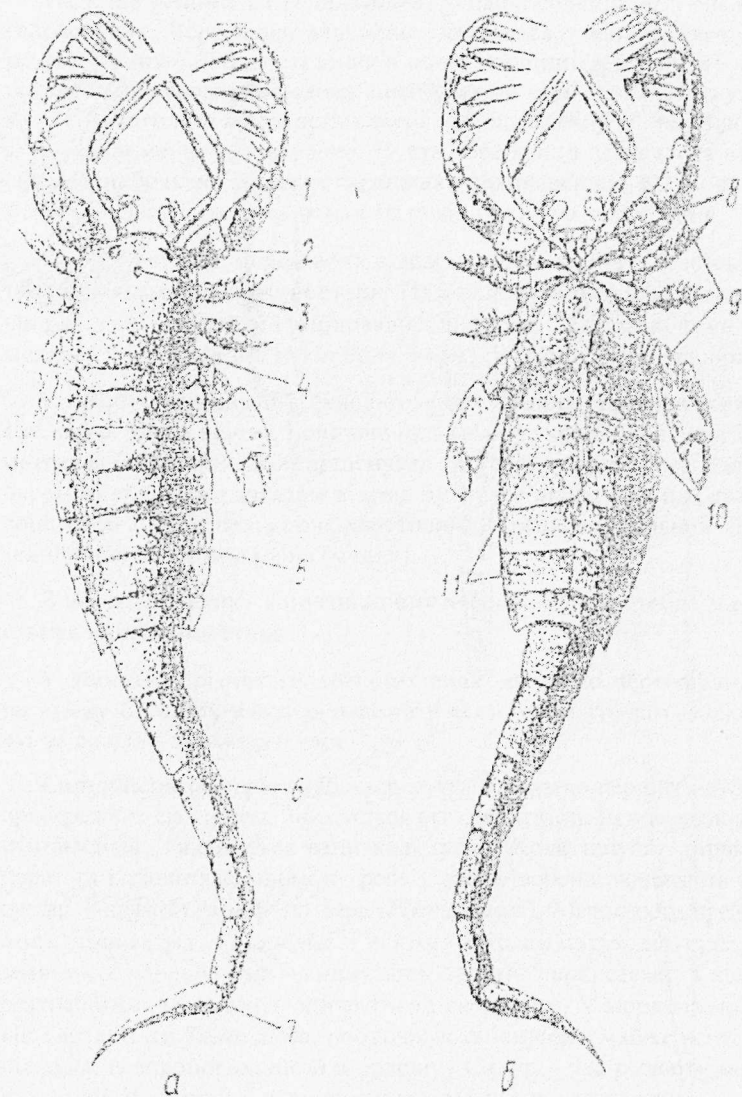
У відкладах різних геологічних епох знайдено черепашки, які, на думку багатьох вчених, належать особливим групам молюсків, які не дожили до нашого часу.

**Силурійський період** характеризується появою перших наземних прибережних екосистем. Знижується різноманітність та чисельність респіракулів. З'являються вапнякові губки. Крім табулят, строматопорат та геліолітоїдей, помітну роль у рифоутворенні починають грати ругози. З'являються морські пера (*Pennatulacea*). Мечохвости представлені сучасним рядом *Limulida*. У зв'язку з виходом на суходіл перших наземних рослин-рініофітів – виникають наземні екосистеми, в яких із безхребетних мешкають олігохети та скорпіони. У морях із молюсків з'являються *Tentaculita*, продовжують існувати майже всі ті самі підкласи головоногих, що й в ордовіку Силур – час розквіту морських лілей. Наприкінці періоду зникає більшість граптолітів.

**Девонський період** характеризується подальшим освоєнням живими організмами суходолу, в тому числі й безхребетними. Зна-



Мал. 9. Виявні молюски

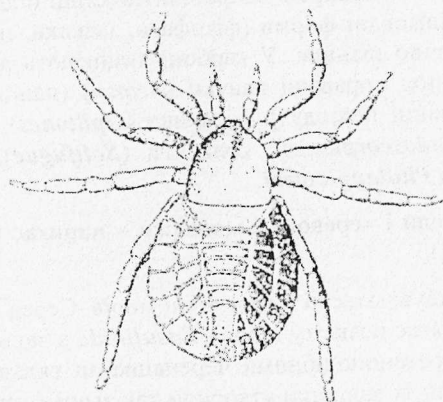


Мал. 10. *Eurypterida: Mixopterus* – вигляд зі спинної (а) та черевної (б) сторін

чні зміни у фауні спостерігаються і в морях. У цей період досягли значного розвитку деякі групи форамініфер з аглютинованими та вапняковими черепашками. З'являються реброплави. Рифоутворювачами були строматопорати, табуляти та ругози. Видова різноманітність трилобітів значно знижується, з'являються морські павуки – *Pantopoda*.

Це теплий період, що характеризувався переважанням моря над суходолом. У північній півкулі кілька окремих платформ з'єднались в єдиний материк Лавразія.

Серед зябродишних з'являються два ряди *Branchiopoda*: *Conchostraca* та відомий лише з девону *Lipostraca*, представлений одним родом – *Lepidocaris*. Із цього періоду відомі кліщі та особливий ряд панцирних павуків (*Soluta*; мал. 11), тіло яких, на відміну від сучасних, було вкрите товстим хітиновим спинним щитом. На суходолі з'являються перші трахейнодишні – ряд *Collembola* з класу *Entognatha*. Протягом девону горотворчі процеси змінювались наступом моря, однак загалом наприкінці періоду існували два великих материки: північний – Атлантия та південний – Гондвана, що зумовило різьку зональність клімату.



Мал. 11. Панцирний павук *Cryptomartus hindi* з карбону

Кам'яновугільний період (карбон) відомий насамперед як час виникнення справжніх комах (*Ectognatha*), що пов'язано з освоєнням живими організмами більшої частини суходолу. Перші комахи відомі з середнього карбону. Це, з одного боку, первиннобезкрилі



(ряд *Machilida*), з іншого – кілька рядів крилатих комах. Найпримітивнішими із них був ряд *Proptera*. Це були комахи з гризучими ротовими органами, двома парами крил із сітчастим жилкуванням; розвиток, ймовірно, відбувався по типу архіметаболії. Вони мешкали на деревах та жилились генеративними органами (спорангіями спорових чи стробілами голонасінних). Вважають, що від протоптер походять усі інші крилаті комахи; саме цей ряд вимер у другій половині карбону. У середньому карбоні виникли й такі хижаки, як бабки (*Odonata*). Деякі з них досягли 70 см у розмаху крил. Цікаво, що личинки бабок карбону вели наземний спосіб життя. У пізньому карбоні кількість рядів комах значно збільшується. Це пояснюється тим, що комахи почали житись рослинним опадом. З другої половини періоду було відомо багато мешканців підстилки та поверхні ґрунту – детритофагів, що належали до рядів тарганових (*Blattoidea*), грилоблатид (*Grylloblattida*) (ці комахи живуть і в наш час; нагадують тарганів, однак передні крила не перетворені на надкрила) та деяких викопних груп. З кінця періоду відомі прямокрилі (*Orthoptera*), представлені на той час особливими групами хижаків. Усього на кінець карбону відомо 15 рядів комах. Цікаво, що у викопних комах знайдено залишки паразитичних плоских червів, ймовірно, трематод. З цього часу відомі й ківсяки (*Diplopoda*).

У ґрунті та підстилці були поширені сапробіонтні кліщі підряду *Acariformes*; більш спеціалізовані форми (фітофаги, хижаки, паразити тощо) появились значно пізніше. У карбоні виникають деякі групи хижих паукоподібних: справжні павуки (*Aranei*) (панцирні павуки вимирають наприкінці періоду), косарики (*Opiliones*), несправжні скорпіони (*Pseudoscorpiones*), сольпуги (*Solifugae*), та особливий карбоновий ряд *Phalangiotarbi*.

У цей час суходіл освоїли і черевоногі молюски – виникає підклас легневих (*Pulmonata*).

Досить великі зміни відбуваються і в населенні морів. Серед фораміфер з'являється і досягає розквіту підряд *Fusulinida* з вапнковими багатокамерними веретеноподібними черепашками складної будови до 20 мм завдовжки; їх залишки утворили так звані фузулінові вапняки. Серед губок домінують представники ряду *Tetraxonida*; знайдено спікули прісноводних форм із ряду *Cornacuspungida*, що нагадують сучасних. На початку періоду вими-

рають останні *Receptaculita*. З коралів домінують *Tabulata* та *Rugosa*.

Починаючи з ордовицького періоду ми маємо бачити розвиток у безхребетних тварин кровоносної системи, яка має еволюційне значення. Вона виникає у вигляді зачатків ще у безхребетних тварин у вендську фауну.

За декілька мільйонів років вона стала виконувати функції: транспорту поживних речовин по організму, імунну (захисну), видільну. В Кайнозойську ератему, в онтогенезі, кровоносна система вперше з'явилась у кільчастих черв'яків. Розглянемо будову кровоносної системи у різних типів безхребетних тварин Кайнозойської ератеми.

## 1.ТИП КІЛЬЧАСТІ ЧЕРВИ (*ANNELIDA*)

---

Більшість кільчастих червів – вільноживучі тварини. Вони мешкають у морях, прісних водоймах та ґрунтах. Лише незначна частина їх видів веде паразитичний спосіб життя. Вони мають розміри від кількох міліметрів до трьох метрів. Відомо понад 12 тис. видів.

Кровоносна система, як правило, добре розвинена, замкнена, тобто кров рухається по судинах і не потрапляє в порожнину тіла.

Будова кровоносної системи однакова в усіх класів кільчастих червів: черевна та спинна судини з'єднані кільцевими; є навколокишковий кровоносний синус (або сітка капілярів), розгалуження капілярів у стінках шкірно-м'язового мішка та зябер, якщо вони є. Лише в класі П'явки (*Hirudinea*) спостерігається редукція кровоносної системи та заміщення її системою целомічних лакун.

### 1.1. Клас Багатощетинкові черви (*Polychaeta*)

Цей клас об'єднує понад 6 тис. видів морських (переважно) та прісноводних (рідше) тварин. У Чорному та Азовському морях знайдено близько 200 видів.

Кровоносна система складається зі спинної та черевної судин, що залягають відповідно у спинному та черевному мезентеріях над і під кишечником. Крім цих судин, навколо кишечника між його зовнішньою стінкою та целомічних епітелієм є вузький щілиноподібний простір – навколокишковий синус. У великих поліхет замість

нього утворюється навколокишкове плетиво судин. Ще одна поздовжня судина тягнеться вздовж черевного нервового ланцюжка (нарколонервова). По навколо кишковому синусу та спинній судині кров рухається ззаду наперед; по черевній і нарколонервовій – спереду назад. Поздовжні судини з'єднуються між собою метамерними кільцевими судинами. Кожний сегмент має дві судини: одна несе кров від спинної судини до навколокишкового синуса, а звідти насичену поживними речовинами кров до черевної судини, інша – від черевної і нарколонервової судин до стінки тіла, параподій та зябер (якщо вони є), де судини розпадаються на капіляри. У шкірі та зябрах кров насичується киснем, звідти повертається до спинної судини і навколокишкового синуса.

Стінки кровоносних судин утворені опорною пластинкою – щільною речовиною з окремими вкrapленими в неї клітинами. Великі судини (спинна, деякі кільцеві) мають мускулатуру, завдяки якій пульсують. Кров поліхет розносить поживні речовини від кишечника до органів тіла, а також виконує дихальну функцію. У багатьох видів вона містить у розчиненому вигляді дихальні пігменти – гемоглобін чи хлорокруорин.

У частини видів спеціалізовані органи дихання відсутні, і газообмін відбувається через покриви тіла, особливо в параподіях. Багато видів поліхет мають зябра різної будови: у частини сидячих поліхет на зябра перетворюються пальпи або перистомальні вусики; у більшості – спинний вусик параподій. Зябра мають листоподібну, пірчасту або кушоподібну форму. У середині зябер є кровоносні капіляри, і через їх поверхню відбувається газообмін. Як правило, зябра розташовуються не на всіх сегментах, а лише на певних ділянках тіла.

## 1.2. Клас Малошетенкові черви (*Oligochaeta*)

Малошетенкові живуть у прісних водоймах, ґрунті, рідше (близько 200 видів) у морях. Більшість олігохет – риючі форми, деякі живуть на поверхні дна серед решток, що гниють; невелика кількість видів паразитує на зябрах ракоподібних. Відомо близько 5000 видів. У прісних водоймах України виявлено близько 200 видів олігохет, у фауні Чорного та Азовського морів – 33 види. Ґрунтові олігохет тут вивчено недостатньо, відомо близько 35 видів дощових

черв'їв. Більшість малошетинкових черв'їв має розміри від 0,5 мм до 40 см, а деякі види тропічних земляних черв'їв досягають 3 м.

Кровоносна система в олігохет як і в інших кільчаків, замкнена. Судини залягають під целомічних епітелієм кишечника та стінок тіла; капіляри проростають у товщу тканин. Кровоносна система складається з кишкового синуса, що може замінюватися кишковим сплетінням судин, спинної, черевної, кільцевих та поперечних судин, які не утворюють повних кілець. Кільцеві судини, що оточують стравохід, мають товсті м'язові стінки й виконують функцію сердець, що женуть кров із спинної судини до черевної. У різних олігохет їх кількість різна; *Lumbricus terrestris* має п'ять пар сердець. Крім того, у зв'язку зі шкірним диханням розвивається густа підшкірна сітка дрібних судин та капілярів. Це дуже тонкі судини, які проростають у товщину шкірно-м'язового мішка. Особливо багато їх у кільцевому шарі м'язів; найтонші їх голочки проникають навіть у товщу епідерміса. У багатьох олігохет кров безбарвна; у частини вона має червоний колір завдяки наявності близького до гемоглобіну пігменту гемокруорину, розчиненого в плазмі. Зрідка (у деяких дощових черв'їв) пігмент міститься всередині спеціальних клітин (гемоцитів). У тропічних велетенських дощових черв'їв (рід *Megascolides*) кров зеленкувата завдяки присутності іншого пігменту – хлорокруорину. У крові є також багато безбарвних клітин різної будови. Стінки кровоносних судин утворені неклітинною опорною пластикою, зовні вони вкриті хлорогагенними клітинами. Великі судини (спинна, кільцеві) мають у стінках м'язи.

### 1.3. Клас П'явки (*Hirudinea*)

П'явки – це прісноводні, рідше – морські чи наземні хижі або кровосисні тварини, розмірами від кількох міліметрів до 20 і більше сантиметрів. Відомо близько 400 видів, із них в Україні – близько 30.

У п'явок спостерігається редукція кровоносної системи і заміна її новою транспортною системою – лакунарною, що є системою каналів целома. Справжня замкнена кровоносна система, подібна за будовою до системи олігохет, є лише в щетинконосних п'явок. У хоботних кровоносна система також замкнена, є спинна та черевна кровоносні судини, що залягають відповідно у спинній та черевній

лакунах целома, проте у них відсутні кільцеві судини і шкірна сітка капілярів. У безхоботних п'явок кровеносна система зовсім відсутня, її функції взяв на себе целом. Поздовжні лакунарні канали у безхоботних п'явок з'єднані безліччю дуже розгалужених проміжних лакун, які утворюють густу сітку капілярів у паренхімі між шкірно – м'язовим мішком і кишечником. Від поздовжніх каналів також відгалужуються лакуни, що утворюють густу межу в шкірних покривах. Їхні розгалуження лежать між основами епідермальних клітин. Наявність стінки капілярів у шкірі має велике значення для забезпечення газообміну. Целомічна рідина, яка заміщує у цих п'явок кров, рухається завдяки пульсації бічних лакун, що мають м'язові стінки.

## 2. ТИП ЕХІУРИДИ (*ECHIURIDA*)

---

Ехіуриди – морські донні черви. Більшість видів – мешканці тропічних морів. У полярні широти заходить лише незначна кількість видів, як наприклад, дуже поширений по всьому арктичному узбережжі вид *Echiurus echiurus*. Зустрічаються вони на різних глибинах, від мілководдя до глибини 9 км. Усього відомо близько 150 видів.

### 2.1. Клас Ехіуриди (*Echiurida*)

Кровоносна система замкнена. Вона складається з довгої черевної судини, що проходить уздовж усього тіла над черевним нервовим стовбуром. Позаду ротового отвору вона роздвоюється, обидві гілки проходять всередині хобота; в передній його частині вони знову з'єднуються в непарну спинну судину, яка, виходячи з хобота, проходить над стравоходом, охоплює його кільцем і з'єднується з черевною судиною. Судинне кільце навколо стравоходу має м'язові стінки і пульсує, виконуючи функцію серця. Кров безбарвна, містить амебоїдні клітини.

### 3. ТИП ЧЛЕНИСТОНОГІ (*ARTHROPODA*)

---

Членистоногі – найбагатший видами тип тваринного світу. Описано понад 1,5 млн. видів членистоногих, проте реальне число сучасних видів, на думку вчених, сягає 3-5 млн.

Членистоногі опанували всі середовища існування в межах біосфери і поряд з деякими хребетними набули здатності до активного польоту (більшість комах). Життєві форми, типи живлення, адаптації до навколишнього середовища у них надзвичайно різноманітні. Важко знайти такі місця, де б не було членистоногих. Вони живуть у всіх морях та океанах – і в товщі води, і на дні, і у ґрунті на різних глибинах; мешкають у всіляких прісних водоймах; багато груп членистоногих пристосувалися до життя на суші. Багато видів членистоногих – паразити тварин.

Кровоносна система членистоногих, на відміну від кільчастих червів, незамкнена і частково редукована. У ній залишаються лише головні судини – спинна, іноді черевна та деякі бічні, але вона зовсім не має капілярів та дрібних судин. Зате з'являється центральний пульсуючий орган – серце. Усі великі судини – це артерії, вони відкриваються безпосередньо в порожнину тіла. В ній і в кровоносних судинах циркулює одна й та сама рідина – гемолімфа, яка омиває внутрішні органи.

#### 3.1. Підтип Ракоподібні (*Crustacea*)

До цього підтипу належать організми, що найбільш повно освоїли водне середовище: вони зустрічаються в пересихаючих калюжах,



прісних і морських водоймах, заселюючи всю товщу води, від глибоководних морських западин до гіпонеїстона (поверхневої плівки води). Більшість із них – вільноживучі, рухливі тварини, серед них є й сидячі, прикріплені до субстрату види, а також паразити інших водяних тварин. Невелика група ракоподібних перейшла до наземного існування. Розміри ракоподібних коливаються від часток міліметра до 80 см. Описано понад 40 тис. видів.

Кровоносна система ракоподібних незамкнена, тобто гемолімфа тече не тільки по судинах, а й виливається в міксоцель. Будова кровоносної системи певною мірою залежить від ступеня розвитку органів дихання. Це явище в біології носить назву кореляції. Кровоносна система найбільш редукована або зовсім відсутня у ракоподібних, у яких немає органів дихання. Чим краще розвинені зябра, тим більше є судин, що пов'язано з необхідністю правильного кровообігу при транспорті кисню від органів дихання.

Звичайно у ракоподібних є центральний пульсуючий орган – серце, що лежить над кишечником, недалеко від зябер. У більшості ракоподібних воно міститься в грудному відділі, а в *Isopoda*, в яких зябра зв'язані з черевними кінцівками, – у черевному. По боках серця є отвори з клапанами (остії), через які кров надходить до серця. У зяброногих, ротоногих раків та бокоплавів серце має вигляд багатокамерної трубки з багатьма парами остій, тоді як у десятиногих раків – це короткий мішечок із трьома парами остій, а в гіллястовусих – з однією. Від серця майже завжди відходить передня і рідше задня аорта; від аорт можуть відходити додаткові артерії. Врешті-решт гемолімфа з артерій потрапляє в порожнину тіла, звідки по її відокремлених ділянках (синусах) іде до зябер, де збагачується киснем і по спеціальних каналах, що є відділами міксоцеля («зяброво-серцеві канали»), протікає в ділянку міксоцеля, що оточує серце – перикардій, а потім, через остії, в саме серце. Усі згадані ділянки міксоцель (синуси, перикардій) відокремлені тоненькими плівками, які утворюються з проміжної речовини і не мають клітинної структури.

Отже, у ракоподібних є лише артерії, що несуть кров від серця, але відсутні вени; до серця кров рухається по ділянках міксоцель. Крім того, в них нема капілярів.

До складу гемолімфи входять досить різноманітні клітини, переважно амебоїдні форми, здатні до фагоцитозу. У гемолімфі присутні речовини, що вбивають патогенні мікроорганізми, однак білки типу імуноглобулінів хребетних, з яких утворюються антитіла, відсутні.

Кисень розчиняється в плазмі розчинений пігмент, здатний транспортувати кисень – гемоціанін. Він за будовою близький до гемоглобіну, однак замість заліза містить двовалентну мідь. Гемолімфа має здатність згортатися при пошкодженні покривів та утворювати згусток; механізм цієї реакції досі вивчено недостатньо, однак відомо, що в згортанні беруть активну участь гранулярні амебоцити – клітини з численними включеннями в цитоплазмі.

### 3.1.1. Клас Зяброногі ракоподібні (*Branchiopoda*)

Зяброногі ракоподібні живуть у різноманітних континентальних водоймах, включаючи печерні води, калюжі, солоні озера та лимани. Всі вони ведуть вільний спосіб життя. Описано більше 800 видів.

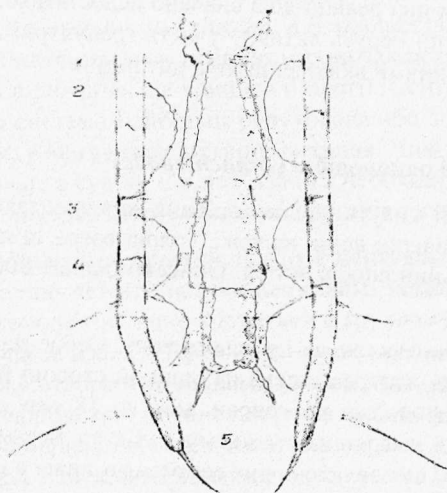
Загальна схема будови така ж, як і у всього типу. Серце має вигляд поздовжньої судини, яка розміщена на спинній стороні й тягнеться від кінця черевця майже до голови; має до 18 пар остій. Окремих камер воно не має, однак у ньому є кілька метамерно розміщених клапанів, які зумовлюють рух гемолімфи лише в одному напрямку – до голови.

### 3.1.2. Клас Черепашкові ракоподібні (*Crustacea*)

Це морські або прісноводні дрібні (1-30 мм) ракоподібні, що населяють усі типи водойм від невеликих калюж до найбільших глибин світового океану.

Більшість остракод веде бентосний спосіб життя, повзаючи за допомогою антен і грудних ніжок, в основному другої пари. Деякі форми (прісноводні *Cypridae*) можуть повзати і повзати, і плавати; є спеціалізовані планктонні морські форми з добре розвиненими складними очима. Деякі здатні підвішуватися черевцем догори до плівки поверхневого натягу та пересуватись уздовж неї (*Notodromas*

та ін.) Багато видів здатні закупорюватись у мул на глибину до 7см. Частина живе як коменсали на поверхні тіла інших тварин, наприклад *Isopoda*, річкових раків та ін. Серед них є навіть сім наземних видів (роди *Mesocypris* та *Sotia*), що мешкають у підстилці вологих лісів півдня Африки, Мадагаскару, Австралії та Нової Зеландії. Відомо 2 тис. сучасних та 12 тис. викопних видів. У фауні України у прісних водоймах знайдено 90 видів та 110 видів у Чорному й Азовському морях. Серце у частини видів остракод має вигляд пухирця; у більшості ж кровоносна і дихальна системи відсутні.



Мал. 12. *Branchipus*. Чотири задні камери серця молодого статевонезрілого екземпляра із спинної сторони (за С. Claus):

1 – повздовжній м'яз тіла, 2 – з'єднувальноткані тяжі, на яких підвішене серце, 3 – остії, 4 – м'язові клітини стінки серця, 5 – задня непарна остія

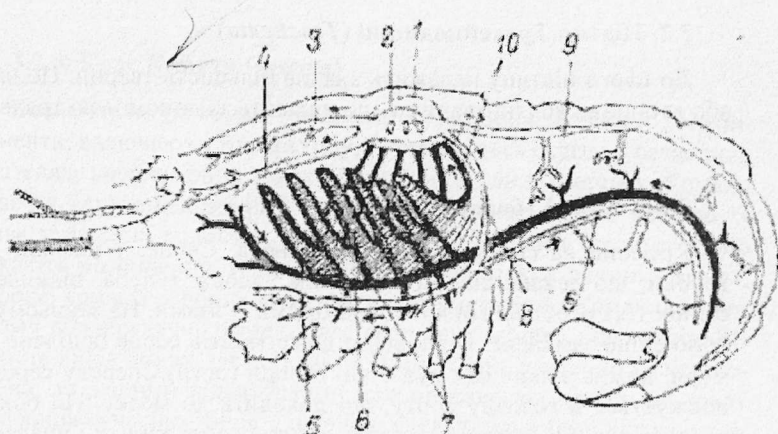
### 3.1.3. Клас Вищі Раки (*Malacostraca*)

Клас *Malacostraca* об'єднує близько 23 тис. сучасних і кілька тисяч викопних видів. Сюди належать ракоподібні, різні за розмірами (від 1мм до 3м у розмаху ніг у деяких крабів), будовою та екологічними особливостями.

Живуть вищі раки у водоймах усіх типів на різних глибинах. Відомі й суходільні форми. Серед них є хижаки, різноїдні, рослиноїдні, детритофаги, труподни, фільтратори, а також невелика кількість паразитів. Однак за деякими рисами організації вони утворюють компактну монофілетичну групу.

### 3.1.3.1. Ряд Ротоногі, або Раки-богомолі (*Stomatopoda*)

Більшість ротоногих живе на мілководді тропічних і субтропічних морів; кілька видів трапляється в Середземному морі, з них найбільш поширений *Squilla oratoria*. Всі вони високоспеціалізовані хижаки, що підстерігають здобич. Описано близько 300 видів. Розміри ротоногих досить великі – до 60 см завдовжки. Кровоносна система добре розвинена. Серце займає більшу частину грудей і доходить до V черевного сегмента; має вигляд трубки з 12 парами остій, від нього відходять 15 пар бічних артерій і передня непарна аорта.



Мал. 13. Схема кровоносних судин і найголовніших лакун у представників класу CRUSTACEA, – *Decapoda macrur* (за Blass та Gegenbar):

1 – серце, 2 – перикардій, 3 – передня аорта або очна артерія (*aorta mediana-arteria ophthalmica*), 4 – сязкова артерія (*arteria lateralis cephalica-arteria antennularis*), 5 – нижня черевна (піднервова) артерія (*a. subneuralis*), 6 – черевний венозний синус, 7 – приносячі зяброві судини, 8 – низхідна артерія, 9 – верхня черевна артерія (*a. dorsalis pleica*), 10 – зяброво-серцеві канали. Печінкові артерії на схемі не зображені

### 3.1.3.2. Ряд Бокоплави, або Різноногі (*Amphipoda*)

Представники цього ряду – досить велика група морських і прісноводних *Malacostraca*. Описано близько 4,5 тис. видів. Із них у прісних водах України знайдено лише 30, а в Чорному та Азовському морях – 107. розміри тіла – від кількох міліметрів до 10-20 см. Серце має вигляд потовщеної судини, що лежить у дорзальній частині II-VI грудних сегментів, воно має три пари остій. Є передня і задня аорти, по яких кров надходить у черевний синус, омиває зябра і йде до перикардіального синусу, а звідти через остії – в серце.

### 3.2. Підтип Трахейнодишні (*Tracheata*)

До цього підтипу належить значна більшість тварин. Це наземні або вторинно водяні тварини, що дихають за допомогою трахей.

#### 3.2.1. Клас Губоногі (*Chilopoda*)

Кровоносна система добре розвинена. Серце, у вигляді довгої трубки, що лежить над кишечником уздовж тулуба, підвішене до стінок тіла особливими крилоподібними м'язами. На задньому кінці воно сліпо замкнене. Відповідно до сегментів серце поділене на камери, кожна з яких має два бічні отвори (остії). Спереду серце продовжується в головну аорту, що доходить до мозку. По боках від аорти відходить артеріальне кільце, що огинає кишку і впадає в черевну судину. Крім остій, що ведуть до навколосерцевої сумки, від кожної камери відходять по дві бічні артерії.

Усі судини, що відходять від серця та черевної судини, більше чи менше розгалужуються. Кров із них впадає в лакуни, з яких знову повертається в навколосерцеву сумку, звідки через остії потрапляє до серця. По серцевій судині кров рухається від заднього кінця до переднього, а по черевній – у зворотному напрямку.

#### 3.2.2. Клас Двопарноногі (*Diplopoda*)

Двопарноногі – найчисленніший клас багатоніжок. Описано понад 8 тис. видів, хоч є думка, що їх не менше ніж 50 тис. Більшість

*Leptojulius semenkevitchi* та підвид *Polydesmus montanus ukrainicus* занесено до Червоної Книги України.

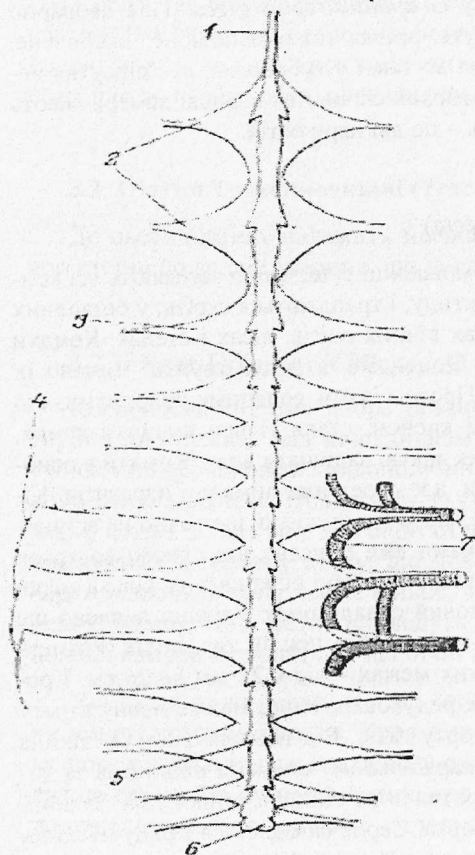
Розміри коливаються від кількох міліметрів (наприклад, у дуже поширеного виду *Polyxenus lagurus* довжина становить 2,1-5,2 мм) до 28 см у тропічного виду *Graphidostreptus gigas*. Тіло двопарно ногих, як правило, витягнуте, зрідка мокрицеподібне, вкорочене. Кровоносна система подібна до такої у губоногих, але відсутня черевна судина. У перших чотирьох сегментах серцеві камери мають по одній парі, а в усіх інших – по дві пари остій.

### 3.2.3. Клас Комахи (*Insecta*)

Більшість видів комах – мешканці суші. Вони заселяють усі континенти, включаючи Антарктиду, і трапляються скрізь: у безводних пустелях, високогірних зонах вічних снігів, лісах і степах. Комахи освоїли всі типи наземних біоценозів, а також ґрунти. Чимало їх живе у прісних водоймах. Проте цілком водяними тваринами, що дихають розчиненим у воді киснем, стали тільки личинки комах, дорослі крилаті особини яких здатні залишати воду. Комахи в основному вільноживучі тварини, але серед них чимало і паразитів. Кількість видів комах, що заселяють земну кулю, ще точно не встановлено: за різними підрахунками вже описано від одного до трьох мільйонів сучасних видів, і щорічно вчені відкривають кілька тисяч нових для науки видів. Видовий склад комах України вивчено ще недостатньо: вважають, що є не менше ніж 40 тис. видів. Розміри комах коливаються у широких межах – від 0,25 мм до 26 см. Кровоносна система комах дуже редукована через майже повну втрату гемолімфою функції транспорту газів. Від неї залишається спинна судина, розташована в перикардіальному синусі й підвішена за допомогою сполучнотканинних тяжів до спинної стінки тіла. Задня її частина – серце, передня – аорта. Серце складається з ряду послідовних камер і розташоване в черевній тагмі. Кожна камера серця має пару бічних отворів – остій з клапанами. Через них гемолімфа потрапляє з перикардія всередину серця. Клапани перешкоджають її зворотному руху. Камери сполучені між собою отворами, у частини комах – із клапанами, що не дають змоги крові рухатись назад. Задній кінець серця замкнений, передній – подовжений у трубчасту аорту, яка відкривається в міксоцель поблизу голови. До верхньої ді-

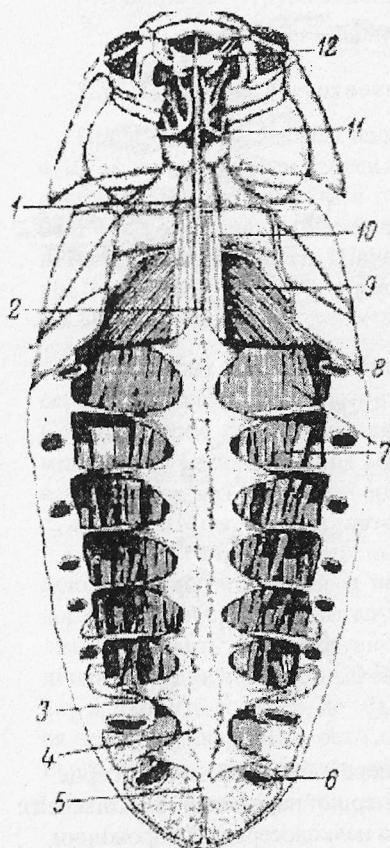
афрагми та нижньої сторони кожної камери прикріплюється пара крилоподібних м'язів. Камери серця почергово розширюються (діастола), і гемолімфа через остії з перикардія надходить в серце, а потім звужуються (систола), і гемолімфа тече вперед. Пульсація серця спричиняється еластичністю його стінок, а також роботою крилоподібних та інших м'язів. З аорти гемолімфа потрапляє в порожнину

голови, де утворюється зона підвищеного тиску. Відповідно в задній частині тиск гемолімфи менший, тому вона по середньому й нижньому синусах тече назад, а по спинній судині знову повертається вперед. частота серцевих скорочень залежить від виду комах, її фізіологічного стану, фази розвитку та впливів зовнішнього середовища й коливається від 10 до 150 скорочень на хвилину.



Мал. 14. Схема серця *Blatta orientalis*. Вид знизу (за Miall and Denny):

- 1 – аорта, 2 – крилові м'язи. грудного відділу,  
 3 – перший криловий м'яз брюшка, 4 – тергіти брюшних сегментів,  
 5 – остія, 6 – кінцева камера серця, 7 – трахеї які оплітають навколо-серцеву перетинку

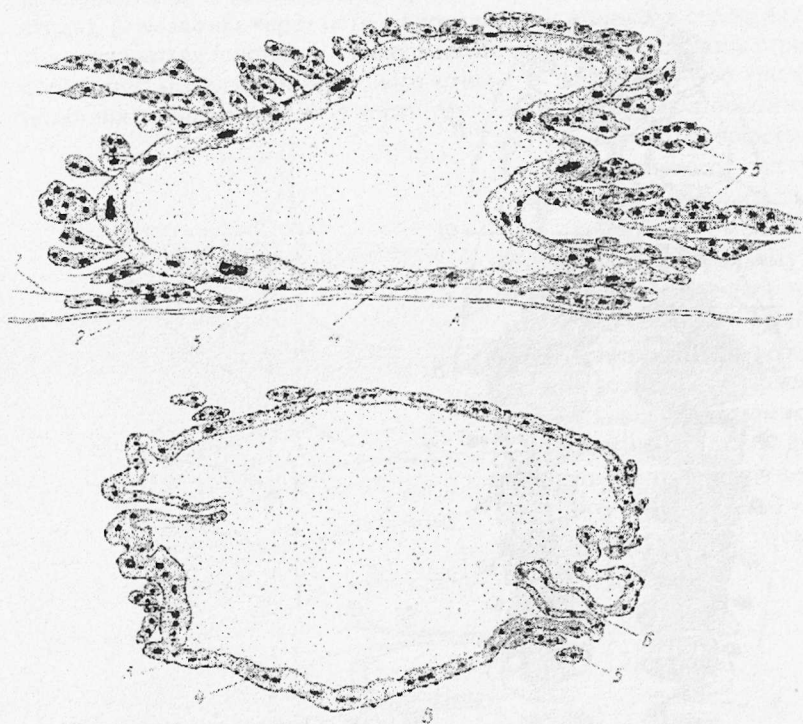


Мал. 15. *Dytiscus marginalis*. Кровоносна система.

Вид на спину сторону. Вскриття з брюшної сторони жука (за Korschelt):

1 – аорта, 2 – початок аорти, 3 – крилові м'язи, 4 – остій, 5 – задня камера серця, 6 – восьма брюшна стигма; 7 – *m. transversales abdominis*, 8 – перша брюшна стигма, 9 – *m. lateralis metathoracis posterior*, 10 – *m. rhedianus metathoracis*, 11 – спинна гілка головної трахеї, 12 – надглотковий ганглії. Внутрішні органи, жирове тіло, трахеї, видалені





Мал. 16. *Dytiscus marginalis*. Поперековий розріз через серце.  
 А – момент систоли; Б – на рівні першої пари остій (за Korschelt):  
 1 – еластичні волокна, 2 – стінка навколосерцевої порожнини,  
 3 – *adventitia* та її ядра, 4 – кільцеві м'язи, 5 – перикардіальні клітини,  
 6 – остії з клапанами

### 3.3. Підтип Хеліцерові (*Chelicerata*)

Хеліцерові – чисельна група членистоногих, що опанувала як наземні, так і водні біотопи. Більшість сучасних видів населяють суходіл і тільки близько 5% видів живе в морській та прісній воді.

### 3.3.1. Клас Меростомові (*Merostomata*)

Меростомові – група водяних хеліцерових, які дихають зябрами.

#### 3.3.1.1. Підклас Мечохвости (*Xiphosura*)

Представники підкласу населяють мілководдя морів на глибині 4-10 м, проте можуть спускатися континентальним шельфом до глибини 250 м. трапляються також у гирлах річок у прісній воді. У наш час вони живуть лише на атлантичному узбережжі Північної Америки та біля берегів Південно-Східної Азії й прилеглих островів. Зараз існує лише 5 видів мечохвостів. Їхні розміри коливаються від 50 до 90 см.

Кровоносна система добре розвинена. Є довге трубкоподібне серце з 8 парами остій, котрі ведуть в перикардіальну порожнину. Спереду серце продовжується в передню аорту, а ззаду сліпо замкнене. По боках від серця відходять короткі бічні артерії, що зливаються у великі поздовжні артерії, які розгалужуються на численні судини. Є також черевна артеріальна судина, розташована між кишечником та черевним нервовим ланцюжком. Вона з'єднується парою дугоподібних судин із переднім кінцем серця або передньою аортою. Завдяки такій розгалуженій сітці артеріальних судин гемолімфа доходить до всіх органів і тканин мечохвоста, але в кінцевих ділянках судин вона виливається в міксоцель у систему лакун, через яку надходить до зябер, де збагачується киснем, а потім повертається через перикардій та остії в серце. Гемолімфа в мечохвостів синього кольору, вона містить пігмент гемоціанін.

### 3.3.2. Клас Павукоподібні (*Arachnida*)

Павукоподібні поширені по всій земній кулі, основна маса видів – вільноживучі наземні тварини, й лише серед кліщів є паразити тварин і рослин, а також мешканці солоних та прісних вод. Описано близько 60 тис. видів. Ступінь розвитку кровоносної системи пов'язаний із розмірами тварин, почленованістю їхнього тіла та будовою органів дихання. З розвитком трахейної системи кровоносна система стає більш примітивною.

Найкраще кровоносна система розвинена у скорпіонів. Серце в них має вигляд довгої трубки, яка тягнеться на спинній стороні майже через усю передню частину черевця. Серце розташоване у тонкостінному перикардії й підвішене в ньому парними сполучнотканинними тяжами (лігаментами). На спинній стороні серця є сім метамерно розташованих остій. Через них, завдяки спеціальним клапанам, гемолімфа проходить лише в одному напрямку – з перикардія до серця. Спереду і ззаду серце продовжується в передню та задню аорти, від яких відходять численні судини, що, розгалужуючись, несуть кров до органів і тканин. Крім аорт, від серця відходять 9 пар бічних артерій; вісім з них занурюються в печінку, де утворюють численні розгалуження, що пронизують весь орган. Кінцеві гілочки всіх судин відкриті, й гемолімфа потрапляє в систему лакун і синусів, частина яких має власні сполучнотканинні стінки. Їх можна назвати венами. У голово грудях, та перед черевці з лакун, венозна гемолімфа збирається в пару поздовжніх вентральних синусів, які біля легень утворюють розширення – легеневі синуси, котрі омивають легеневі мішки. Заходячи в лакуни легеневих пластинок, гемолімфа збагачується киснем. Із легеневих синусів сімома парами легеневих вен гемолімфа надходить до перикардія, а звідти через остії – до серця. В інших павукоподібних серце відповідно до будови тіла вкорочується, кількість остій зменшується, залишається тільки передня аорта, зменшується кількість бічних судин, а в більшості кліщів відокремлена кровоносна система взагалі відсутня, й гемолімфа циркулює в порожнині тіла. Гемолімфа павукоподібних містить пігмент гемоціанін.

### 3.3.3. Клас Морські павуки (*Pantopoda*)

До цього класу належать виключно морські членистоногі, що стоять, незважаючи на свою зовнішню схожість на павуків, цілком окремо серед інших членистоногих. Відомо понад 640 видів. Кровоносна система незамкнена, представлена U-подібно зігнутою трубкою, що виконує функції серця, та системою лакун. Гемолімфа безбарвна.

## 4.ТИП ОНІХОФОРИ (*ONYCHOPHORA*)

---

Оніхофори – невелика група наземних хижих безхребетних, які живуть лише в умовах підвищеної вологості в тропічному та помірному поясах південної півкулі Землі. У північній півкулі вони трапляються лише в Мексиці та Південно-Східній Азії. Усього відомо понад 70 видів. Кровоносна система незамкнена і представлена трубчастим серцем з метамерними остіями.

### 4.1. Клас Первиннотрахейні (*Protracheata*)

Вологолюбиві тварини. Знаходять оптимальні для життя умови у підстилці тропічних та субтропічних лісів, під камінням та корчами, у різних укриттях поблизу води. Вони дуже чутливі до висихання, тому в сухіших місцях зариваються в ґрунт. Розміри оніхофор коливаються від 2 до 15 см.

Кровоносна система незамкнена, дуже спрощена, від неї залишається лише довга трубкоподібна судина – серце, що лежить над кишечником. Будь-яких периферичних судин немає. Задній кінець серця сліпо замкнений, передній відкритий. З боків є парні метамерні отвори – остії, через які гемолімфа заходить в серце, завдяки його пульсації проштовхується вперед і через передній кінець виливається в міксоцель. Остії мають клапани, завдяки яким при пульсації серця гемолімфа рухається вперед і не витікає через бічні отвори. Серце лежить в перикардії – частині міксоцелю, відокремленій від загальної порожнини тіла тоненькою неповною перегородкою – діфрагмою.

## 5. ТИП МОЛЮСКИ (*MOLLUSCA*)

---

Молюски – це переважно водяні, рідше наземні вільноживучі тварини, лише деякі з них пристосувалися до паразитичного життя. Тип налічує близько 130 тис. видів. Це ціломічні тварини, які стоять на такому самому рівні організації, що й членистоногі. Молюски мають незамкнену кровоносну систему, лише в більшості головоногих вона стає майже замкненою. Кровоносна система молюсків побудована складніше, ніж у будь-кого з інших безхребетних. У них є серце, кровоносні судини й лакуни. Серце має різну будову й розташування в різних молюсків; воно складається з 1-4 передсердь і 1-2 шлуночків та оточене перикардіальним це ломом. Від шлуночка серця відходять здебільшого дві аорти, які поділяються на артерії; далі кров виливається в лакуни й синуси, що не мають власних стінок, а оточені тканинами й органами тіла. Кров (гемолімфа) потрапляє до передсердя по виносних судинах органів дихання (зябер, легень). Іноді, крім серця, є додаткові пульсуючі органи (зяброві серця головоногих). У більшості молюсків венозні судини нечосленні, замість них є венозні синуси, і лише в головоногих венозна система повністю сформована.

### 5.1. Клас Панцирні (*Polyplacophora*)

До цього класу належать виключно морські тварини, які мешкають переважно на літоралі, і лише деякі з них проникають на більші глибини. Малорухомі тварини. Усього відомо близько 1000 видів.

Кровоносна система незамкнена; до її складу входять серце, кровоносні судини, лакуни та синуси. Серце міститься в перикардії на спинній стороні тіла; складається з одного шлуночка та двох передсердь, що лежать обабіч шлуночка. І передсердя, і шлуночки мають мускулясті стінки, що пульсують. В серці наявні клапани, що перешкоджають зворотному рухові крові. Позаду шлуночка передсердя сполучаються тонким каналом. Задній кінець замкнений сліпо, а передній продовжується в аорту, яка проходить посередині тіла до голови, де широким отвором відкривається в синус голови. Аорта утворює численні розгалуження на артерії, які проникають у товщу статевої залози. Решта кровоносної системи – це вузькі щілини в сполучній тканині – лакуни та оформлені порожнини – синуси. Із головного синуса кров надходить до кишечника й печінки, далі потрапляє в систему лакун, які зливаються в три поздовжні синуси ноги. З них венозна кров прямує до приносних зябрових синусів і, насичена киснем, виносними синусами потрапляє до передсердь, які перекачують її в шлуночок.

## 5.2. Клас Безпанцирні (*Aplacophora*)

До цього класу належать виключно морські тварини, поширені в усіх морях. Донні. Усього відомо близько 150 видів.

Кровоносна система безпанцирних незамкнена і має дуже просту будову. Справжніх кровоносних судин немає, кров тече по синусах та лакунах. Є два поздовжні синуси: спинний та черевний. Із задньої частини спинного синуса утворюється серце; передсердь немає. Через таку недосконалу будову кровоносної системи циркуляція крові дуже слабка.

## 5.3. Клас Двостулкові (*Bivalvia*)

Двостулкові – виключно водні тварини, що мешкають як у морській, так і в прісній воді. Розміри тіла – від кількох міліметрів до 1,5 м. до цього класу належить близько 20000 видів.

Кровоносна система незамкнена, складається із серця, кровоносних судин та системи лакун і синусів. Серце міститься на спинній стороні тіла і має здебільшого один шлуночок та два бічних перед-

серця. Воно оточене навколосерцевою сумкою – перикардієм, який утворений целомічних епітелієм. Кожне передсердя сполучається із шлуночком отвором, перекритим складчастим клапаном. Завдяки цьому при скороченні передсердь гемолімфа прямує лише від передсердь до шлуночка. Крізь шлуночок серця в більшості двостулкових проходить задня кишка, але порожнини їх не сполучаються. Від шлуночка до переднього і заднього кінців тіла відходять передня та задня аорти, які поділяються на артерії, що галузяться й врешті-решт відкриваються в лакуни.

Циркуляція гемолімфи забезпечується роботою серця й м'язів тіла. насичена киснем гемолімфа з передсердь надходить у шлуночок серця, звідти виштовхується в судини, далі – в лакуни, де віддає кисень тканинам і насичується вуглекислим газом. З тканин венозна гемолімфа збирається в центральний венозний синус під перикардієм. Потім потрапляє до видільної системи, де звільнюється від продуктів обміну, а звідти пере ганяється в зябра. зябровий апарат має складну систему судин і лакун, де гемолімфа збагачується киснем. Потім вона надходить в зяброві вени, які відкриваються в передсердя. Крім того значна частина гемолімфи насичується киснем у мантиї та ротових лопатях. З цих органів по мантийних венах гемолімфа надходить також у зяброві вени. У більшості двостулкових крізь шлуночок серця проходить задня кишка, проте в деяких форм серце лежить над або під кишкою. Це пояснюється тим, що під час ембріонального розвитку парний мезодермальний зачаток, з якого утворюється перикардій, серце й нирки, спочатку міститься обабіч кишки, а потім обидві його половини з'єднуються над і під кишкою, охоплюючи її у вигляді муфти, але в деяких форм таке злиття відбувається тільки над або під кишкою.

#### 5.4. Клас Моноплакофори (*Monoplacophora*)

Донні тварини. Вивчені мало. Відомо 14 видів, проте детальний опис існує лише для неопілін, що й покладено в основу характеристики класу.

Кровоносна система незамкнена, представлена серцем, кровонесними судинами, синусами та лакунами. Серце лежить у перикардії і складається з двох шлуночків та чотирьох передсердь. Передні відтягнуті кінці шлуночків об'єднуються й утворюють аорту, яка

несе кров до переднього кінця тіла. З аорти кров виливається в систему синусів, які оточують кишечник, печінку, гонади й інші органи. Венозна кров з усього тіла надходить до зябер. Окислена кров виливається в передсердя, з яких вона перекачується до шлуночків.

### 5.5. Клас Черевоногі (*Gastropoda*)

Черевоногі – найбагатший видами клас молюсків: близько 90 тисяч. мешкають у різних біотопах.

Кровоносна система черевоногих має складну будову. Серце в різних систематичних групах відрізняється будовою. У слимаків зберігається лише ліве передсердя, тоді як праве повністю зникає. Здебільшого серце лежить над кишкою, його шлуночок пронизує задня кишка. Серце оточене перикардієм.

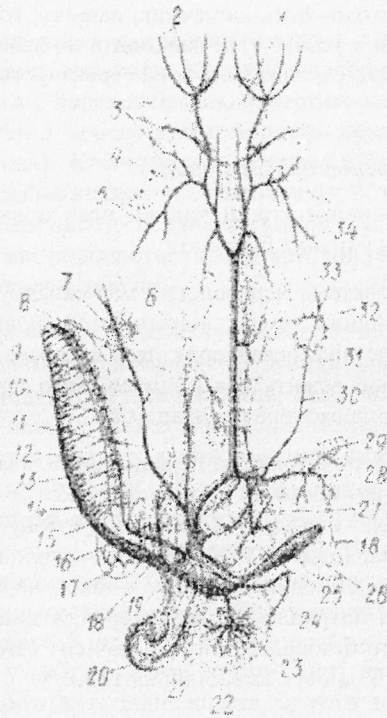
Від серця бере початок одна передня аорта, яка потім галузиться на багато гілок, що йдуть до всіх органів. Потім кров збирається в венозні синуси, які оточують кишечник, печінку та статеві залози. Із синусів кров надходить у вени, проходячи при цьому крізь нирку, де звільнюється від продуктів обміну, а також через зябру, де збагачується киснем і потрапляє до передсердя, а звідти – в шлуночок. Кров здебільшого безбарвна, містить пігмент гемоціанін, через що на повітрі синіє. У крові є амебоїдні клітини.

### 5.6. Клас Головоногі (*Cephalopoda*)

Головоногі – виключно морські організми, які мешкають на різних широтах, як в теплих, так і в полярних морях.

Кровоносна система складається з одного шлуночка та 2-4 передсердь. Від шлуночка відходять дві аорти – передня та задня. Передня аорта спрямована вперед до голови і утворює відгалуження до переднього відділу кишечника, слинних залоз, печінки. В голові вона розгалужується, утворюючи артерії, що проходять уздовж щупалець. Задня аорта постачає кров'ю задній відділ кишечника, органи внутрішнього мішка, мускулатуру мантиї, статеві органи. Артерії розгалужуються, утворюючи сітку капілярів, з яких беруть початок вени.





Мал. 17. *Octopus* sp. Серце та артеріальні суди представників класу *CERPHALOPODA*. Вид с брюшної сторони (за Н. Н. Кондаковим):

- 1 – глотка, 2 – щупальцеві артерії, 3 – очні артерії,  
 4 – око, 5 – артерія слинних залоз, глотки та воронки, 6 – анус,  
 7 – зірковий ганглій, 8 – пряма кишка, 9 – приносяща жаберна судина,  
 10 – жаберна артерія, 11 – жіночий статевий отвір, 12 – жаберні листки,  
 13 – мантійна артерія, 14 – нирковий отвір, 15 – жаберна вена,  
 16 – яйцева залоза, 17 – жаберне серце, 18 – передсердя,  
 19 – задня аорта, 20 – кишка, 21 – шлунок, 22 – яєчник, 23 – статева артерія,  
 24 – артерії жабри, яйцеводу та нирки, 25 – слепий мішок,  
 26 – печінка, 27 – шлунок, 28 – артерія печінки, 29 – шлункова артерія,  
 30 – чорнильний мішок, 31 – головна аорта, 32 – воло, 33 – задня слинна залоза,  
 34 – стравохід



Мал. 18. *Octopus* sp. Венозна кровоносна система.  
 Брюшна сторона. Представники класу *CERHALOPODA*  
 (за Н. Н. Кондаковим):

- 1 – глотка, 2 – нерви шупалець, 3 – синус глотки, 4 – кільцева вена,
- 5 – з'єднання кільцевої та головної вен, 6 – краєва мантійна вена,
- 7 – окова вена, 8 – задня слинна залоза, 9 – вена воронки, 10 – анус,
- 11 – вена жаброва, 12 – пряма кишка, 13 – чорнильний мішок,
- 14 – жаберна вена, 15 – жаберна артерія, 16 – венозна протока,
- 17 – перикардіальна залоза, 18 – венозне серце, 19 – внутрішня ве-
- на, 20 – статева вена, 21 – яєчник, 22 – статева вена, 23 – яйцевод,
- 24 – синус сліпого мішка, 25 – синус шлунка, 26 – печінкова вена,
- 27 – мантійна вена, 28 – головна вена, 29 – вени нутрошків, 30 – вени
- кишки, 31 – зірковий ганглій, 32 – воло, 33 – стравохід, 34 – синус
- ока, 35 – передня слинна залоза

Венозні судини розвинені так само добре, як і артеріальні. Венозна система починається венами рук, які впадають у великий кільцевий венозний синус, що збирає кров з голови та рук. Від цього синуса бере початок велика головна вена, яка прямує до нутрошнього мішка і тут ділиться на дві порожнисті вени. Проходячи біля нирок, порожнисті вени віддають в них продукти обміну. Далі кров потрапляє в зяброві серця, де вона окислюється і потрапляє до передсердь, а далі – до шлуночків.

Кровоносна система головоногих майже замкнена, оскільки в шкірі й м'язах артеріальні капіляри безпосередньо переходять у венозні. Така досконала система кровообігу є одним з факторів, що дає змогу деяким з головоногих досягати велетенських розмірів, бо лише за великої кількості капілярів забезпечується живлення великих органів.

## 6. ТИП ФОРОНІДИ (*PHORONIDA*)

---

Фороніди – невеликі морські глибоководні тварини, що живуть у трубках з органічної речовини.

### 6.1. Клас Фороніди (*Phoronidea*)

Кровоносна система добре розвинена, і майже замкнена. До її складу входять судини та капіляри, і лише навколо шлунка є кровонесний синус. Спинна судина несе кров до переднього кінця тіла, де вона переходить у венозну судину лофофора; від останньої відходять приносні судини в кожне із щупалець. Тут кров насичується киснем і по виносних судинах потрапляє до іншої (артеріальної) судини, від якої відходить бічна поздовжня судина, що прилягає до петлі кишечника. На задньому кінці тіла дві судини переходять одна в одну.

Серця у форонід немає, кров циркулює за допомогою скорочень стінок судин, які скорочуються автономно. У крові міститься гемоглобін.

## 7. ТИП ПЛЕЧОНОГІ (*BRACHIOPODA*)

---

Плечоногі – мешканці морів. Тіло ховається у черепашці. Розміри тіла до 9 см.

### 7.1. Клас Плечоногі (*Brachiopoda*)

Кровоносна система включає серце та систему судин. Серце має вигляд витягнутого мішечка, який прилягає до шлунка. Від серця відходить одна судина, що розпадається на багато судин, які проходять в усі органи тіла. Кров безбарвна, не має формених елементів. Рух крові забезпечує скорочення серця.

## 8. ТИП ПОГОНОФОРИ (*POGONOPHORA*)

---

Існують в у сіх морях та океанах. Описано понад 150 видів.

### 8.1. Клас Вузечкові (*Frenulata*)

До нього належить більшість погонофор. Розміри до 36 см.

Кровоносна система замкнена. По спинній судині кров тече до переднього кінця тіла, біля основи шупалець судина розширюється в мускулясте серце, яке завдяки скороченням проштовхує кров у приносні судини шупалець, де й відбувається газообмін. Потім по виносних судинах кров потрапляє до черевної судини і тече назад. У задній частині тулубного відділу спинна та черевна судини з'єднані численними поперечними судинами. Кров погонофор містить гемоглобін.

## 9. ВТОРИННОРОТІ (*DEUTEROSTOMIA*)

---

Це група типів тварин, для яких характерні спільні риси будови і розвитку, і які суттєво відрізняються від попередніх видів тварин.

### 9.1. Тип Напівхордові (*Hemichordata*)

Сюди відносяться виключно донні морські тварини, які не витримують найменшого опріснення.

Є добре розвинена кровоносна система з упорядкованим потоком, рух крові відбувається завдяки пульсації замкненого перикардіального мішечка.

#### 9.1.1. Клас Кишководишні (*Enteropneusta*)

Вільнорухомі донні червоподібні тварини, що ведуть риучий спосіб життя. Відомо близько 70 видів.

Кровоносна система розвинена досить добре. У спинному мезентерії залягає спинна судина, по якій кров рухається ззаду наперед. На рівні стравоходу частина крові надходить по бічних судинах у лакуни в стінках зябрових щілин, де окислюється. Потім окислена кров рухається через спинні судини потрапляє в спинну судину, яка в хоботку впадає в серцеву лакуну, що міститься перед перикардієм, який проштовхує кров до навкологлоткових судин. Потім кров тече до заднього кінця тіла, звідки потрапляє в усі органи по капілярах.

## 9.2. Тип Голкошкірі (*Echinodermata*)

Вільноживучі тварини з радіальною симетрією тіла. Нині існує понад 6 тис. видів.

Кровоносна система досить примітивна через відсутність спеціальної мускулатури та клапанів. Регулярної циркуляції рідини в кровоносній системі немає. Основу становлять навколоротове лакунарне кільце, п'ять радіальних лакун та лакуни органів. Лакуни не мають власних стінок.

### 9.2.1. Підтип Стебельцеві (*Crinozoa*)

Прикріплені або малорухомі види.

#### 9.2.1.1. Клас Морські лілеї (*Crinoidea*)

Прикріплені або рухомі види, можуть плавати.

Кровоносна система складається з навколоротового плетива лакун, які переходять у лакуни стінок кишечника та осевого ціломічного синуса. Від навколоротового кільця відходять також радіальні лакуни, що містяться в стінках статевого тяжа рук та пікул.

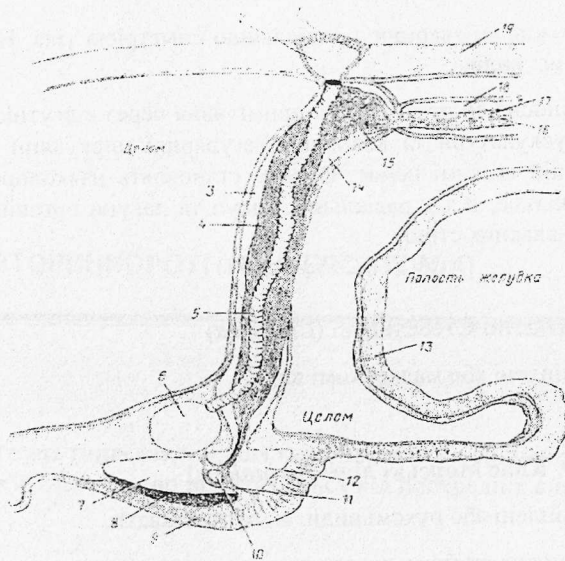
### 9.2.2. Підтип Ехінозої (*Echinozoa*)

#### 9.2.2.1. Клас Голотурії (*Holoturioidea*)

Великі тварини, що живуть на дні морів та опріснених мангрових боліт.

Кровоносна система розвинена краще, ніж в інших голкошкірих. Крім великої кількості лакун у сполучній тканині, у них є лакунарне навкологлоткове кільце, п'ять пар радіальних лакун, що розташовані між радіальними амбулакральними каналами та нервами, і, крім того, у стінках кишечника утворюється система добре розвинених судин, серед яких за розмірами виділяються дві – черевна та спинна. Черевна судина щільно прилягає до кишечника, супроводжуючи його по всій довжині і віддаючи на стінку кишечника дрібні гілочки, що його обплітають. Між судинами різних петель кишечника є

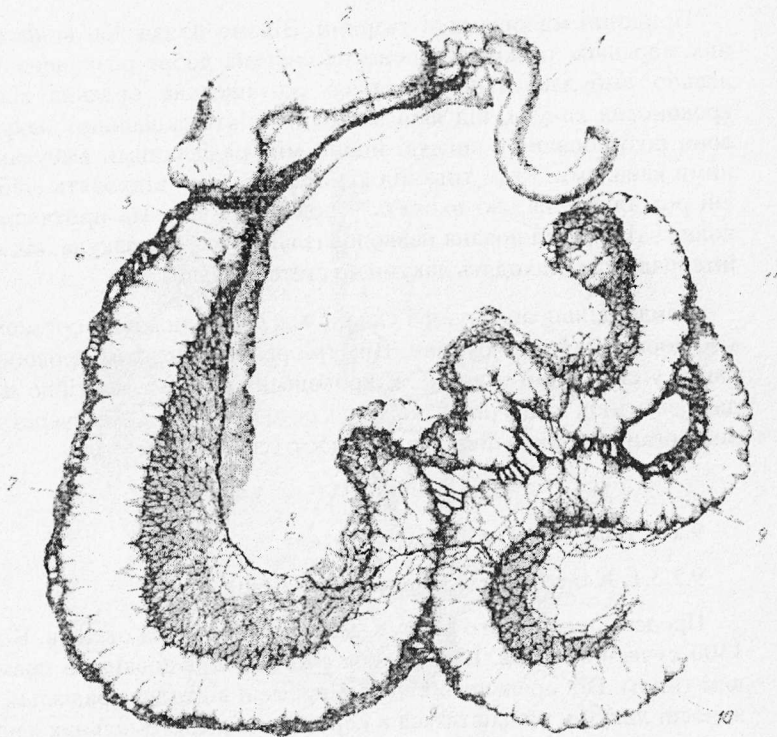




Мал. 19. Схема будови осьового комплексу морської зірки у вертикальному розрізі через інтеррадіус (ориг.):

- 1 – мадрепорит, 2 – ампула, 3 – лівий осьовий синус, 4 – оральний відділ осьового органу, 5 – кам'янистий канал, 6 – кільцевий судин амбулакральної системи, 7 – зовнішнє перигемальне кільце, 8 – гіпоневральна нервова система, 9 – ектоневральна нервова система, 10 – кільцева оральна кровоносна судина, 11 – септа, 12 – внутрішнє перигемальне кільце, 13 – стінка кишечнику, 14 – правий осьовий синус, 15 – аборальний відділ осьового органу, 16 – аборальна кровоносна судина, 17 – статевий столон, 18 – статевий синус, 19 – стінка тіла

поперечні судини, що вільно перетинають порожнину тіла в оточенні целомічного епітелію.



Мал. 20. Кровоносна система представників класу *HOLOTHUROIDEA* – голотурії.

Вид з брюшної сторони (ориг.):

1 – стравохід, 2 – кровоносні судини стравоходу, 3 – мезентерій низхідної гілки кишечника, 4 – воло, 5 – мезентеріальна кровоносна судина, 6 – антимезентеріальна кровоносна судина, 7 – передня низхідна петля середньої кишки, 8 – «чудова сітка», 9 – анастомози між анти-мезентеріальними судинами петель кишечника, 10 – задня низхідна петля середньої кишки, 11 – середня петля кишечника

### 9.2.2.2. Клас Морські їжаки (*Echinoidea*)

Придонні малорухливі тварини. Відомо понад 900 видів сучасних морських їжаків. Кровоносна система добре розвинена. Паралельно амбулакальному кільцю розташована оральна кільцева кровоносна лакуна, від якої відходить п'ять радіальних лакун, усі вони розташовані у вигляді щілин між радіальними амбулакральними каналами. Крім того від кільцевої лакуни відходять дрібні бічні розгалуження, які входять у полієві міхури. На протилежному полюсі тіла розташована навколоанальна кільцева лакуна, від якої в інтєррадіусах відходять лакуни до статевих залоз.

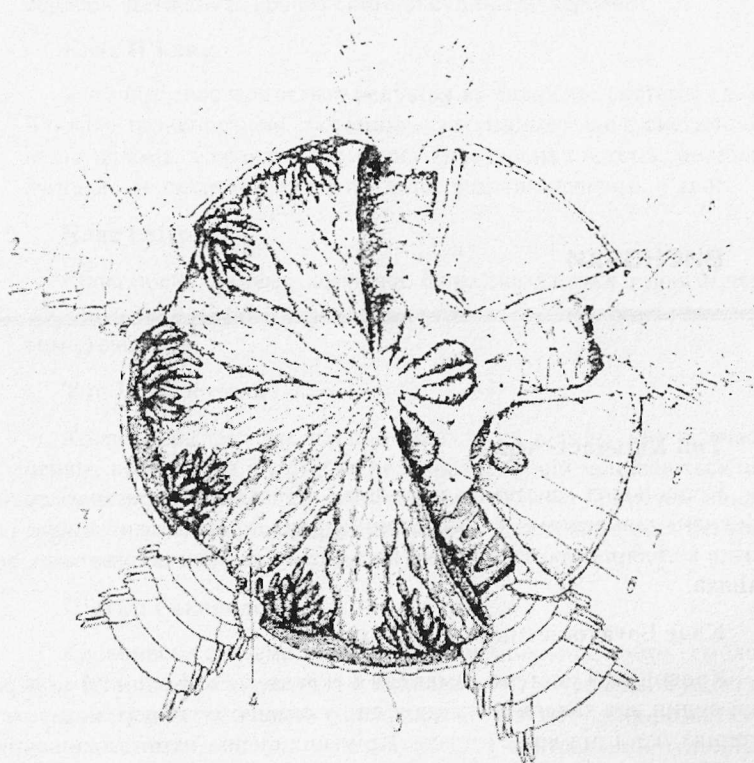
Обидві кільцеві лакуни з'єднані між собою осьовим органом, що має досить складну будову. Він утворений плетивом кровоносних лакун у сполучній тканині. У кровоносну систему постійно надходять зі стінок кишечника поживні речовини, які потім через осьовий орган та радіальні лакуни розносяться по всьому тілу.

### 9.2.3. Підтип Астерозої (*Asterozoa*)

#### 9.2.3.1. Клас Морські зірки (*Asteroidea*)

Представники цього класу – мешканці морів та океанів. Відомо 1500 сучасних видів. Кровоносна система побудована за променевим типом. Від орального кільця в промені відходять радіальні кровоносні лакуни, що містяться в перегородці перигемальних каналів, і осьовий орган, який іде до аборальної сторони тіла. Він має вигляд довгастого мішка, що складається з губчастої сполучної тканини, пронизаної густою сіткою кровоносних лакун. До кровоносної системи, як і в їжаків, слід віднести перикардій; його пульсація зумовлює проштовхування рідини в кровоносних лакунах осьового органа.

9.2.3.2. Клас Зміїхвістки, або офіури (*Ophiuroidea*)



Мал. 21. *Ophiura sarsi* Lütken (ориг.): 1 – гонади, 2 – рука, 3 – bursa, 4 – шлунок, 5 – стінка тіла, 6 – ротова амбулакральна ніжка, 7 – Полнів міхур, 8 – кільцевий канал амбулакральної системи, 9 – перистомальна пластинка скелету, 10 – хребет руки, 11 – осьовий комплекс, 12 – ротовий отвір

## **ВИСНОВКИ**

---

### **Тип Кільчасті черви**

Кровоносна система замкнена. Черевна та спинна судини з'єднані кільцевими; є навколокишковий кровоносний синус (або сітка капілярів), розгалуження капілярів у стінках шкірно-м'язового мішка.

### **Клас Багатощетинкові черви**

Кровоносна система замкнена і складається зі спинної та черевної судин, що залягають відповідно у спинному та черевному мезентеріях над і під кишечником. Крім цих судин, навколо кишечника між його зовнішньою стінкою та целомічних епітелієм є вузький щілиноподібний простір – навколокишковий синус. Кожний сегмент має дві судини: одна несе кров від спинної судини до навколокишкового синуса, а звідти насичену поживними речовинами кров до черевної судини, інша – від черевної і навколонервової судин до стінки тіла, параподій

### **Клас Малощетинкові черви**

Кровоносна система в олігохет як і в інших кільчаків, замкнена. Судини залягають під целомічних епітелієм кишечника та стінок тіла; капіляри проростають у товщу тканин. Кровоносна система складається з кишкового синуса, що може замінюватися кишковим сплетінням судин, спинної, черевної, кільцевих та поперечних судин, які не утворюють повних кілець. Кільцеві судини, що оточу-

ють стравохід, мають товсті м'язові стінки й виконують функцію сердець, що женуть кров із спинної судини до черевної.

### **Клас П'явки**

У п'явок спостерігається редукція кровоносної системи і заміна її новою транспортною системою – лакуарною, що є системою каналів целома. Справжня замкнена кровоносна система, подібна за будовою до системи олігохет, є лише в щетинконосних п'явок.

### **Клас Ехіюриди**

Кровоносна система замкнена. Вона складається з довгої черевної судини, що проходить уздовж усього тіла над черевним нервовим стовбуром.

### **Тип Членистоногі**

Кровоносна система членистоногих, на відміну від кільчастих червів, незамкнена і частково редукована. У ній залишаються лише головні судини – спинна, іноді черевна та деякі бічні, але вона зовсім не має капілярів та дрібних судин. Зате з'являється центральний пульсуючий орган – серце.

### **Підтип Ракоподібні**

Кровоносна система ракоподібних незамкнена, тобто гемолімфа тече не тільки по судинах, а й виливається в міксоцель. Будова кровоносної системи певною мірою залежить від ступеня розвитку органів дихання. Звичайно у ракоподібних є центральний пульсуючий орган – серце, що лежить над кишечником, недалеко від зябер.

### **Клас Зяброні ракоподібні**

Загальна схема будови така ж, як і у всього типу. Серце має вигляд поздовжньої судини, яка розміщена на спинній стороні й тягнеться від кінця черевця майже до голови; має до 18 пар остій.

### **Клас Черепашкові ракоподібні**

Серце у частини видів остракод має вигляд пухирця; у більшості ж кровоносна і дихальна системи відсутні.

### **Ряд Ротоногі, або Раки-богомоли**

Кровоносна система добре розвинена. Серце займає більшу час-

тину грудей і доходить до V черевного сегмента; має вигляд трубки з 12 парами остій.

### **Ряд Бокоплати, або Різноногі**

Серце має вигляд потовщеної судини, що лежить у дорзальній частині II-VI грудних сегментів, воно має три пари остій. Є передня і задня аорти.

### **Підтип Трахейнодишні. Клас Губоногі**

Кровоносна система добре розвинена. Серце, у вигляді довгої трубки, що лежить над кишечником уздовж тулуба, підвішене до стінок тіла особливими крилоподібними м'язами. На задньому кінці воно сліпо замкнене. Відповідно до сегментів серце поділене на камери, кожна з яких має два бічні отвори.

### **Клас Двопарноногі**

Кровоносна система подібна до такої у губоногих, але відсутня черевна судина.

### **Клас Комахи**

Кровоносна система комах дуже редукована через майже повну втрату гемолімфою функції транспорту газів. Від неї залишається спинна судина, розташована в перикардіальному синусі й підвішена за допомогою сполучнотканинних тяжів до спинної стінки тіла. Задня її частина – серце, передня – аорта. Серце складається з ряду послідовних камер і розташоване в черевній тагмі.

### **Підтип Хеліцерові. Клас Меростомові. Підклас Мечохвости**

Кровоносна система добре розвинена. Є довге трубкоподібне серце з 8 парами остій, котрі ведуть в перикардіальну порожнину. Спереду серце продовжується в передню аорту, а ззаду сліпо замкнене. По боках від серця відходять короткі бічні артерії, що зливаються у великі поздовжні артерії, які розгалужуються на численні судини. Є також черевна артеріальна судина, розташована між кишечником та черевним нервовим ланцюжком.

### **Клас Павукоподібні**

Найкраще кровоносна система розвинена у скорпіонів. Серце в них має вигляд довгої трубки, яка тягнеться на спинній стороні

майже через усю передню частину черевця. Серце розташоване у тонкостінному перикардії й підвішене в ньому парними сполучнотканинними тяжами (лігаментами). На спинній стороні серця є сім метамерно розташованих остій.

### **Клас Морські павуки**

Кровоносна система незамкнена, представлена U-подібно зігнутою трубкою, що виконує функції серця, та системою лакун.

### **Тип Оніхофори**

Кровоносна система незамкнена і представлена трубчастим серцем з метамерними остіями.

### **Клас Первиннотрахейні**

Кровоносна система незамкнена, дуже спрощена, від неї залишається лише довга трубоподібна судина – серце, що лежить над кишечником. Будь-яких периферичних судин немає. Задній кінець серця сліпо замкнений, передній відкритий. З боків є парні метамерні отвори – остії, через які гемолімфа заходить в серце.

### **Тип Молюски**

Молюски мають незамкнену кровоносну систему, лише в більшості головоногих вона стає майже замкненою. Кровоносна система молюсків побудована складніше, ніж у будь-кого з інших безхребетних. У них є серце, кровоносні судини й лакуни.

### **Клас Панцирні**

Кровоносна система незамкнена; до її складу входять серце, кровоносні судини, лакуни та синуси. Серце міститься в перикардії на спинній стороні тіла; складається з одного шлуночка та двох передсердь, що лежать обабіч шлуночка. І передсердя, і шлуночки мають мускулясті стінки, що пульсують.

### **Клас Безпанцирні**

Кровоносна система безпанцирних незамкнена і має дуже просту будову. Справжніх кровоносних судин немає, кров тече по синусах та лакунах.



### **Клас Двостулкові**

Кровоносна система незамкнена, складається із серця, кровоносних судин та системи лакун і синусів. Серце міститься на спинній стороні тіла і має здебільшого один шлуночок та два бічних передсердя. Воно оточене навколосерцевою сумкою – перикардієм, який утворений целомічних епітелієм.

### **Клас Моноплакофори**

Кровоносна система незамкнена, представлена серцем, кровоносними судинами, синусами та лакунами. Серце лежить у перикардії і складається з двох шлуночків та чотирьох передсердь.

### **Клас Червоногі**

Кровоносна система червоногих має складну будову. Серце в різних систематичних групах відрізняється будовою.

### **Тип Фороніди. Клас Фороніди**

Кровоносна система добре розвинена, і майже замкнена. До її складу входять судини та капіляри, і лише навколо шлунка є кровоносний синус.

### **Тип Плечоногі. Клас Плечоногі**

Кровоносна система включає серце та систему судин. Серце має вигляд витягнутого мішечка, який прилягає до шлунка.

### **Тип Погонофори. Клас Вузечкові**

Кровоносна система замкнена. По спинній судині кров тече до переднього кінця тіла, біля основи щупалець судина розширюється в мускулясте серце, яке завдяки скороченням проштовхує кров у приносні судини щупалець, де й відбувається газообмін.

### **Вториннороті**

### **Тип Напівхордові**

Є добре розвинена кровоносна система з упорядкованим кровотоком.

Клас Кишководишні. Кровоносна система розвинена досить добре. У спинному мезентерії залягає спинна судина, по якій кров рухається ззаду наперед.

### **Тип Голкошкірі**

Кровоносна система досить примітивна через відсутність спеціальної мускулатури та клапанів. Регулярної циркуляції рідини в кровоносній системі немає.

#### **Підтип Стебельцеві. Клас Морські лілеї**

Кровоносна система складається з навколоротового плетива лакун, які переходять у лакуни стінок кишечника та осьового целомічного синуса.

#### **Підтип Ехінозої. Клас Голотурії**

Кровоносна система розвинена краще, ніж в інших голкошкірих. Крім великої кількості лакун у сполучній тканині, у них є лакунарне навколوجلоткове кільце, п'ять пар радіальних лакун, що розташовані між радіальними амбулакральними каналами та нервами, і, крім того, у стінках кишечника утворюється система добре розвинених судин.

#### **Клас Морські їжаки**

Кровоносна система добре розвинена. Паралельно амбулакральному кільцю розташована оральна кільцева кровоносна лакуна, від якої відходить п'ять радіальних лакун, усі вони розташовані у вигляді щілин між радіальними амбулакральними каналами.

#### **Підтип Астерозої. Клас Морські зірки**

Кровоносна система побудована за променевим типом. Від орального кільця в промені відходять радіальні кровоносні лакуни, що містяться в перегородці перигемальних каналів, і осьовий орган, який іде до аборальної сторони тіла.

## ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ ЗНАНЬ

---

1. Що таке система органів кровообігу?
2. Що таке судина?
3. Які бувають судини?
4. Що собою являють синуси і лакуни?
5. Чим відрізняються гемолімфа і кров?
6. Які функції виконує кров і гемолімфа?
7. Які клітинні елементи крові вам відомі?
8. Що таке пігменти та їх роль?
9. Які пігменти крові відомі у безхребетних тварин?
10. Які типи кровоносних систем притаманні безхребетним тваринам?
11. Які типи тварин мають замкнену кровоносну систему?
12. Які типи тварин мають незамкнену кровоносну систему?
13. Що таке кореляція органів?

## ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

---

1. Назвіть систему органів тварин, яка постачає організму кисень та виводить з нього вуглекислий газ:

- а) опорно-рухова;
- б) травна;
- в) дихальна;
- г) кровоносна;
- д) видільна.

2. Назвіть тварин із незамкненою кровоносною системою:

- а) плоскі черви;
- б) круглі черви;
- в) кільчасті черви;
- г) молюски;
- д) членистоногі;
- е) хордові.

3. Назвіть безхребетних тварин із замкненою кровоносною системою:

- а) плоскі черви;
- б) круглі черви;
- в) кільчасті черви;
- г) молюски;
- д) членистоногі;
- е) хордові.

4. Виберіть тварин із незамкненою кровоносною системою:

- а) північний олень;
- б) перепел;
- в) річковий рак;
- г) тарантул;
- д) виноградний слимак;
- е) ящірка прудка.

5. Вкажіть тварин із замкненою кровоносною системою:

- а) бобер;
- б) перепел;
- в) циклоп;
- г) скорпіон;
- д) виноградний слимак;
- е) ящірка прудка.

6. Зазначте, які з названих систем відсутні у плоских червів:

- а) шкірно-м'язовий мішок;
- б) дихальна система;

- в) центральна нервова система;
- г) кровоносна система;

7. Вкажіть безхребетних тварин, у яких відсутня кровоносна система:

- а) стьожак широкий;
- б) людська аскарида;
- в) дощовий черв'як;
- г) виноградний слимак;
- д) морська зірка.

8. Оберіть, що із названого вперше з'являється у круглих червів:

- а) центральна нервова система;
- б) задній відділ кишечника;
- в) яєчники;
- г) кровоносна система;
- д) видільна система.

9. Вкажіть дві системи органів, які відсутні у первиннопорожнинних:

- а) травна;
- б) видільна;
- в) дихальна;
- г) нервова;
- д) кровоносна;
- е) статева.

10. Виберіть правильну ознаку внутрішньої будови кільчастих червів:

- а) кровоносна система у цих тварин відсутня;
- б) наявна незамкнена кровоносна система;
- в) наявна замкнена кровоносна система.

11. Віднайдіть, що із сказаного про кровоносну систему молюсків правильно:

- а) кровоносна система у молюсків відсутня;
- б) наявна кровоносна система незамкненого типу;
- в) наявна кровоносна система замкненого типу.

12. Вкажіть, яка кров рухається через серце молюсків:

- а) артеріальна;
- б) венозна;
- в) у шлуночку венозна, а в передсерді артеріальна;
- г) змішана.

13. З'ясуйте, яке серце характерне для наутілуса:

- а) однокамерне;
- б) двокамерне;
- в) трикамерне;
- г) п'ятикамерне.

## ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

---

### Навчальні посібники

1. *Георгиевский А. Б.* Дарвинизм: Учебное пособие для студентов пед. вузов. – М.: Просвещение, 1985. – С. 19-23.
2. *Иорданский Н. Н.* Основы теории эволюции. Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1979. – С. 190.
3. *Парамонов О. О.* Дарвінізм: Навчальний посібник з біологічних спеціальностей для студентів пед. інститутів. – Київ: «Вища школа», 1982. – С. 18-22.
5. *Щербина Ю. Г., Щербина В. Г.* Экологические механизмы эволюции: Учебное пособие для студентов педагогических факультетов. – Сочи: Изд-во «СГУТи КД», 2004. – 75 с.
6. *Яблоков А. У., Юсуфов А. Г.* Эволюционное учение: Учебное пособие для студентов пед. вузов. – М.: Просвещение, 1989.

### Література за темами «Основні етапи в розвитку життя на Землі», «Геохронологія Землі»

1. *Аллеен Ю. Г.* Экоморфология / АН УССР, Ин-т биологии южных морей им. А.О. Ковалевского. – К.: Наукова думка, 1986.
2. *Аугуста И.* Великие открытия. Пер. с немецкого Черненко и Шibaева. – М.: «Мир», 1987.



3. *Барабай В. А.* Солнечный луч. – М.: «Наука», 1976. – АН СССР. Научно-популярная серия.
4. *Буко А.* Эволюция и темпы вымирания. – М.: Мир, 1979.
5. *Велиячко И. М.* Когда и как возникли растения – К.: Наукова думка, 1989.
6. *Войткевич Г. В.* Возникновение и развитие жизни на Земле. – М.: Наука, 1983.
7. *Войткевич Г. В.* Древность жизни на Земле. М., 1988.
8. *Вологодин А. Г.* Первичные формы жизни и их эволюция // Земля и жизнь. – М., 1976.
9. *Гаиты Т.* Жизнь и ее происхождение – М.: Просвещение, 1984.
10. *Гладилин К. Л.* проблемы происхождения // Биология в школе. – 1995. – №1.
11. *Грант В.* Эволюция организмов – М.: Мир, 1980.
12. *Иорданский Н. И.* Основы теории эволюции. – М.: Просвещение, 1979.
13. *Кейлоу П.* Принципы эволюции – М.: Мир, 1986. – С 33.
14. *Кауфман С. А.* Життя виникає зі спалахом плодючості // Науковий світ. – 2001. – №3.
15. *Лепецинская О. Б.* Происхождение клеток из живого вещества и роль живого вещества в организме. – М., 1950.
16. *Ливанов.* Пути эволюции животного мира. Анализ организации главнейших типов многоклеточных животных. – М.: Советская наука, 1955.
17. *Люрин И. В., Уткин В. С.* Как развивалась жизнь на Земле. – К.: Рад. школа, 1986.
18. *Маргелис Л.* Роль симбиоза в эволюции клетки / под. ред. Мечникова. – М., 1983.
19. *Матюшин В. М.* К вопросу о возникновении жизни на Земле // Биология в школе. – 1978. – № 5.

20. *Мезенцов В. А.* Когда еще не было человека. И вечный поиск. – М., 1984.
21. *Мухин Л. М.* Планеты и жизнь – М.: Молодая гвардия, 1984.
22. *Опарин А. И.* Возникновение жизни на земле – М., 1957.
23. *Опарин А.И.* Проблема происхождения жизни – М.: Природа. – 1979. – №1.
24. *Руттен М.* Происхождение жизни естественным путем / под ред Опарина. – М.: Мир, 1973.
25. *Рэфф Р. А., Кофмен Т. К.* Эмбрионы, гены и эволюция / под ред. Нейраха А. – М.: Мир, 1986.
26. *Сборка предбиологических и биологических структур* / под ред. Б.Ф. Палазова. – М: Наука, 1998.
27. *Северцова А. И.* Собрание сочинений. Вопросы эволюции. – М., 1945.
28. *Татаринов Ю.* Индикатор зарождения жизни // Наука и жизнь. – 1982. – №1.
29. *Транковский С.* Как зародилась жизнь // Наука и жизнь. – 1993. – №4.
30. *Тимофеев-Рисовский И. В.* Краткий очерк теории эволюции. – М.: Наука, 1977.
31. *Фолсом К.* Происхождение жизни. Маленький, теплый водоем / под ред. Деборина. – М.: Мир, 1982.
32. *Шкорбатов Г. Л.* Вид в природе и науке. – Х.: Вища школа.
33. *Штерне К.* Эволюция мира. История мироздания и начатков культуры. 2-е изд. – Т.2. – М.: Мир, 1915.
34. *Эволюция.* – М.: Мир, 1981. – 265 с.
35. *Экология и эволюционная теория.* – Л.: Наука, 1984. – 260 с.
36. *Эттенборо Д.* Жизнь на Земле. Естественная история. – М.: Мир, 1984. – 176 с.

## Література за темами «Зоологія», «Будова безхребетних тварин»

1. *Догель В. А.* Зоология беспозвоночных. – М.: Высшая школа, 1981. – 606 с.
2. *Натали В. Ф.* Зоология беспозвоночных. – М.: Просвещение, 1975. – 487 с.
3. *Щербак Г. Й.* та ін. Зоологія безхребетних: Підручник. Книга 1. – К.: Либідь, 1995.– 320 с.
4. *Щербак Г. Й.* та ін. Зоологія безхребетних: Підручник. Книга 2. – К.: Либідь, 1996.– 320 с.
5. *Щербак Г. Й.* та ін.–Зоологія безхребетних: Підручник. Книга 3. – К.: Либідь, 1997.– 352 с.