

**БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра зоологии**

О. Ю. Круглова

**КЛАСС *CRUSTACEA* –
РАКООБРАЗНЫЕ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ
ПО СПЕЦПРАКТИКУМУ**

В двух частях

Часть 2

ВЫСШИЕ РАКООБРАЗНЫЕ

**Для студентов IV курса биологического факультета
специальности 1-31 01 01 «Биология»
специализации 1-31 01 01-02 01 «Зоология»**

**МИНСК
2014**

УДК 595.31(075.8)
ББК 28.691.8я 73
К84

Рекомендовано
советом биологического факультета
29 октября 2014 г., протокол № 4

Р е ц е н з е н т
доктор биологических наук, профессор *Л. В. Камлюк*

Круглова, О. Ю.

К84 Класс *Crustacea* – Ракообразные : метод. рекомендации. В 2 ч.
Ч. 2. Высшие ракообразные / О. Ю. Круглова. – Минск : БГУ, 2014. –
43 с.

Представлена краткая характеристика особенностей организации представителей основных отрядов высших ракообразных. Даны рекомендации по изучению этих животных в рамках практикума по специализации «Зоология».

Предназначено для студентов IV курса биологического факультета БГУ.

УДК 595.31 (075.8)
ББК 28.691.8я 73

ПОДКЛАСС *MALACOSTRACA* – ВЫСШИЕ РАКООБРАЗНЫЕ

К подклассу *Malacostraca* относятся ракообразные, строение которых сочетает как признаки высокой организации, так и примитивные черты. К группе первых признаков относится постоянство числа грудных и брюшных сегментов у представителей подавляющего большинства отрядов этого подкласса. В состав грудного отдела высших раков входят 8, а брюшного 6 (реже 7) сегментов. Иногда один или несколько грудных сегментов сливаются с головными, и образуется сложная голова – *syncephalon*. Конечности этих сегментов превращаются в ногочелюсти. Могут срастаться между собой или сливаться с тельсоном брюшные сегменты.

В то же время, наличие брюшных конечностей, имеющих двуветвистое строение, является свидетельством меньшей специализации высших ракообразных по сравнению с низшими раками, у которых брюшные ножки в процессе эволюции исчезли. Вероятно, высшие и низшие ракообразные развивались независимо друг от друга, сохранив те или иные примитивные признаки, которые были характерны для их общих предков.

У некоторых форм сохраняется примитивное расчленение головного отдела: имеется первичная голова – *протоцефалон*. При этом челюстные сегменты головы, образующие *гнатоцефалон*, сливаются с грудными, формируя *гнатоторакс*, или челюстегрудь.

Органами выделения у большинства *Malacostraca* во взрослом состоянии являются антеннальные железы.

Типичная личинка высших раков – *зоэа*. Для некоторых видов характерно прямое развитие.

Отряд *Isopoda* – Равноногие раки

К отряду *Isopoda* относятся ракообразные, обитающие в самых разнообразных условиях и характеризующиеся высокой пластичностью организации.

Тело большинства равноногих раков сплющено в дорсо-вентральном направлении. Карапакс отсутствует. Голова срастается с 1–2 передними грудными сегментами с образованием компактного синцефалона. Грудные конечности у многих равноногих раков имеют приблизительно одинаковое строение и длину, за что отряд и получил свое название.

Укорочение брюшного отдела, характерное для изопод, связано с переходом к передвижению по дну преимущественно с опорой на грунт с одновременными ударами хвостовым веером. VI плеомер (брюшной сегмент) всегда слит с тельсоном, образуя *плеотельсон*. Некоторые или все плеомеры могут также сливаться в жесткий *плеон* – в первую очередь, при формировании брюшной дыхательной полости для плеоподов.

Особенностью равноногих раков является то, что их коксоподиты образуют латеральные пластинки, похожие на эпимеры, которые примыкают к боковым краям тергитов.

Экзо- и эндоподиты плеоподов имеют приблизительно одинаковую длину и листовидно уплощены, по их краям расположены гребные щетинки. Обе ветви смещены от своего основания, так что налегают одна на другую, подобно черепице, причем экзоподиты перекрывают эндоподиты. Эндоподит выполняет функцию осморегуляции, а экзоподит – жабр. Уроподы у представителей подотрядов *Asellota* и *Oniscoidea* превращены в палочковидные органы осязания.

Материал. Широко распространенным в пресных водоемах представителем отряда *Isopoda* является водяной ослик *Asellus aquaticus* L., относящийся к подотряду *Asellota*, семейству *Asellidae*. Особенно часто водяные ослики встречаются в стоячих или слабопроточных водоемах, загрязненных растительными остатками. Здесь они ползают по дну. Эти ракообразные достаточно хорошо разводятся в аквариумах. Пищей им служат отмершие части растений.

Для изучения строения конечностей и морфологии *Asellus aquaticus* можно использовать живой или фиксированный в 70%-ом спирте (или 4%-ом растворе формалина) материал.

При наличии живого материала следует понаблюдать за способом передвижения водяных осликов. Для этого животное нужно поместить в чашку Петри, заполненную водой, а затем для сравнения посадить на сухую поверхность. Следует обратить внимание на то, что, ловко передвигаясь в воде, водяной ослик на суше едва переставляет свои длинные тонкие конечности, которые не в состоянии поддерживать его тело в воздухе.

Внешняя морфология. *Asellus aquaticus* имеет длину около 12 мм. Его тело сплющено в дорсо-вентральном направлении. Невзрачная коричневатая-серая окраска водяного ослика служит ему хорошим камуфляжем и отлично гармонирует с общим тоном дна загрязненных водоемов.

Как и у всех *Isopoda*, голова водяного ослика представляет собой типичный синцефалон, в состав которого вошел 1-ый грудной сегмент

(рис. 1). Сложная голова имеет прочный наружный хитиновый покров и не несет следов сегментации. По бокам головы расположены по четыре простых глазка. Грудной отдел слагается из 7 свободных грудных сегментов. Карапакс отсутствует. Скелет грудных сегментов состоит из спинной (*тергит*) и брюшной (*стернит*) пластинок.

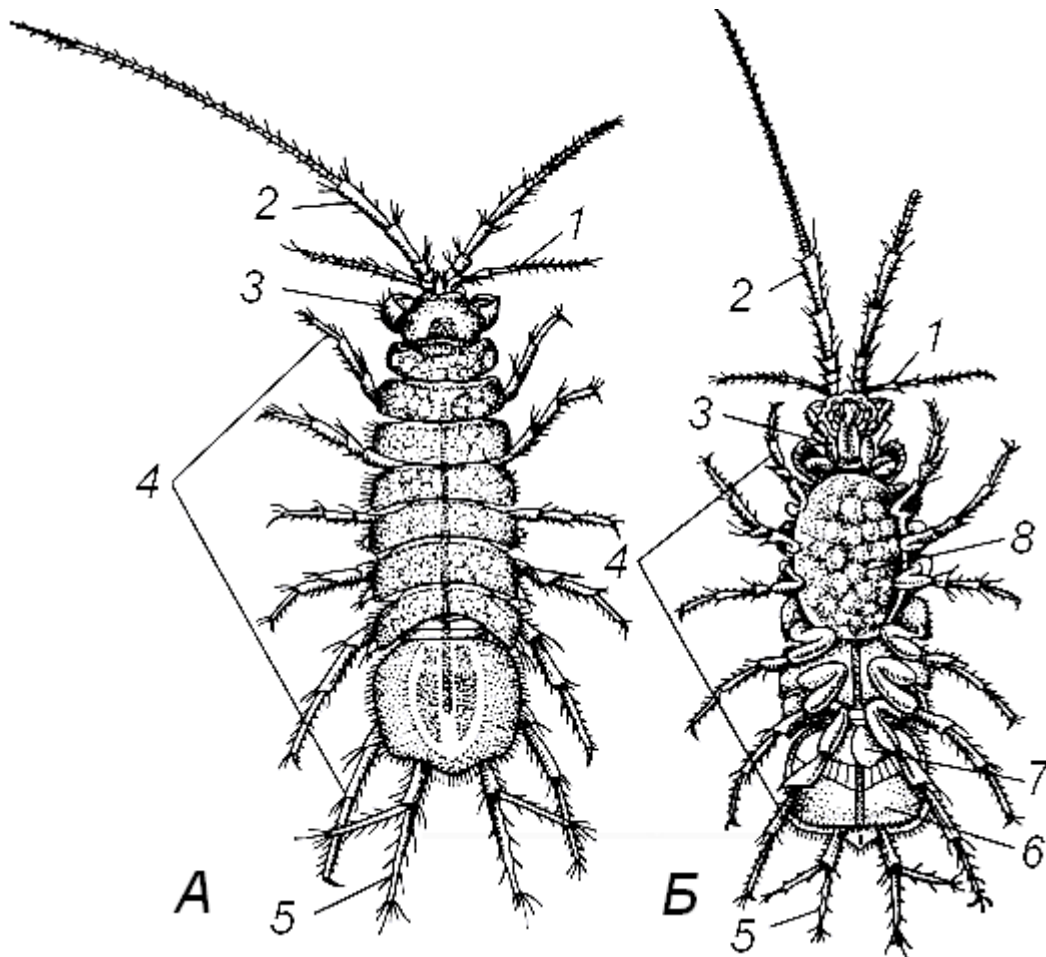


Рис.1. Водяной ослик *Asellus aquaticus*:

А – самец со спинной стороны, Б – самка с брюшной стороны.

1 – антеннулы; 2 – антенны; 3 – хватательная конечность первого грудного сегмента; 4 – ходильные конечности; 5 – уropоды; 6 – крышечка (*operculum*), прикрывающая жабры; 7 – первая пара брюшных конечностей; 8 – выводковая камера

Брюшной отдел укорочен. В его состав входит 6 сегментов. Два передних сегмента свободны, остальные полностью сливаются между собой и полукруглым тельсоном и прикрыты сверху общей хитиновой пластинкой (рис. 1).

Изучив особенности внешней морфологии *Asellus aquaticus*, следует зарисовать внешний вид водяного ослика сверху и снизу, обозначив основные отделы тела и конечности.

Придатки тела и конечности. Используя препаровальные иглы, следует отпрепарировать антеннулы и конечности водяного ослика при малом увеличении бинокля и приготовить тотальные препараты в глицерин-желатине. Далее необходимо изучить детали строения антеннул и конечностей, рассмотрев их с использованием биноклярного микроскопа, и выполнить рисунки.

Антеннулы *Asellus* относительно короткие, одноветвистые. Выделяются три основных более крупных членика и более десяти мелких. Антенны имеют длину, почти равную длине тела. В их состав входят пять основных крупных члеников и множество мелких.

Ротовое отверстие помещается на нижней стороне головы и окружено ротовыми конечностями. Спереди оно прикрыто губой – хитинизированной складкой покровов. Мандибулы мощные, состоят из основания, двух жевательных лопастей и четырехчленистого щупика (рис. 2, А). Одна из лопастей сильно хитинизирована и служит, главным образом, для измельчения пищи.

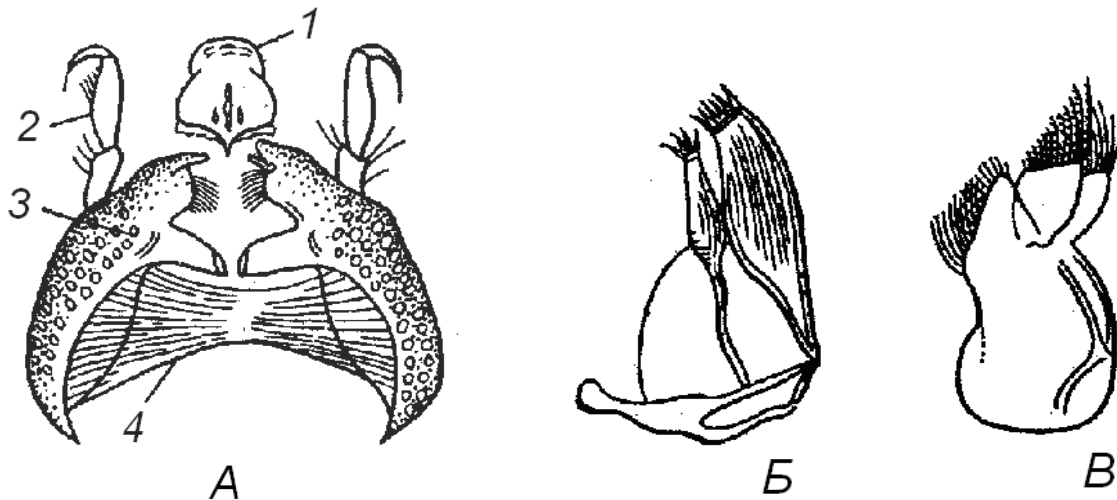


Рис. 2. Водяной ослик *Asellus aquaticus*. Конечности головы:
А – верхняя губа и мандибулы: 1 – верхняя губа; 2 – щупик мандибул; 3 – жевательные лопасти; Б – максилла I; В – максилла II

Максиллы I и II нерасчлененные (рис. 2, Б, В). Первые максиллы имеют две, а вторые три лопасти, покрытые волосками.

Первая пара грудных конечностей превращена в ногочелюсти (рис. 3). Они расположены на первом грудном сегменте, который вошел в сос-

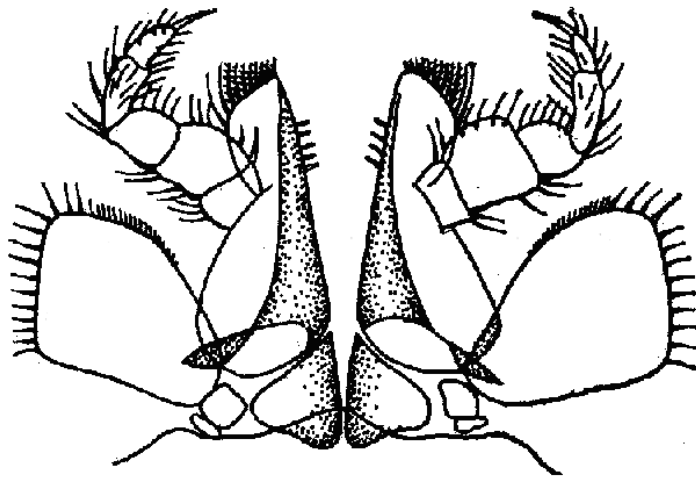


Рис. 3. Ногочелюсти водяного ослика
Asellus aquaticus

ренному краю базиподита. На каждой ногочелюсти имеется по два эпиподита, из которых наружный развит особенно сильно.

Свободные грудные сегменты несут по паре одноветвистых торакопод (грудных конечностей) (рис. 4). Всего их 7 пар. Экзоподит редуцирован. Эндоподит состоит из 7 члеников: коксоподита, базиподита (самый крупный членик), ишиоподита, мероподита, карпоподита, проподита и дактилоподита. У первой пары торакопод коксоподит сливается с туловищем, и свободными остаются 6 члеников конечности. Размеры торакопод увеличиваются спереди назад. В естественном состоянии три первые пары грудных ножек расположены под углом к продольной оси тела, 4-ая направлена вниз, три последние пары обращены назад.

В период размножения у самок формируется выводковая камера, расположенная на брюшной стороне тела и имеющая вид зеленоватого вздутия (рис. 1, Б). В ее образовании принимают участие тонкие хитиновые пластинки – *оостегиты*, развивающиеся в основании четырех передних пар торакопод. Тесно смыкаясь, они и формируют выводковую камеру, в которой происходит развитие яиц. Молодые особи внешне вполне похожи на взрослых. Они могут самостоятельно двигаться и через особую щель покидают выводковую сумку самки.

Брюшные конечности водяных осликов имеют специфическое строение, связанное с выполняемыми функциями (рис. 5). Самцы отличаются от самок строением двух передних пар абдоминальных конечностей. 1-ая пара состоит из двух плоских пластинок, соединенных друг с другом с помощью хитиновых крючочков. Дистальный членик несет многочисленные перистые волоски. 2-ая пара конечностей состоит из

тав сложной головы. Каждая ногочелюсть состоит из протоподита, включающего два членика – коксоподит и базиподит, и пятичленикового щупика. Последний, по видимому, является эндоподитом. Базиподит покрыт волосками и несет пластинчатую лопасть. Правая и левая ногочелюсти соединены особыми волосками, расположенными по внут-

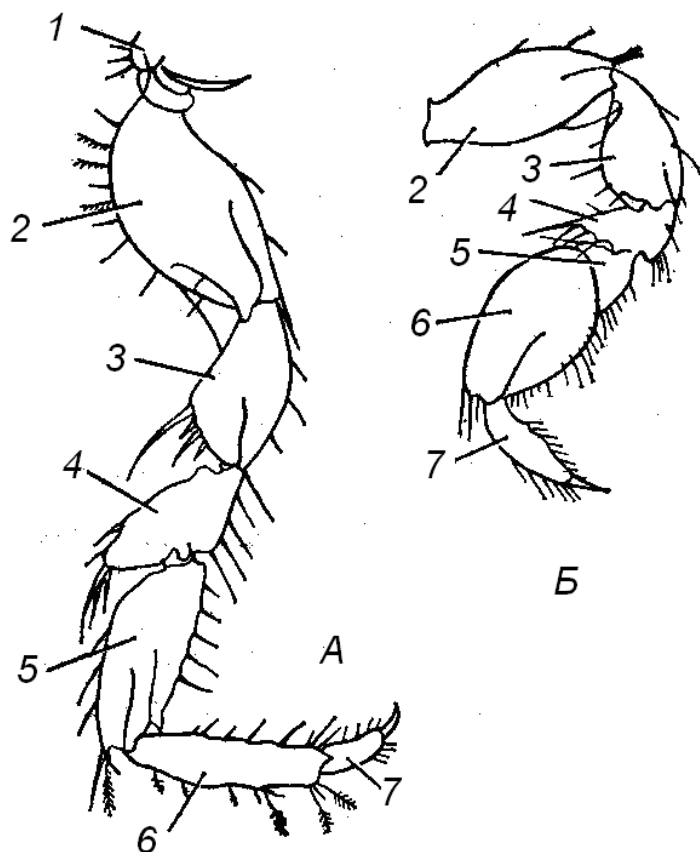


Рис. 4. Грудные конечности водяного ослика *Asellus aquaticus* первой (А) и второй (Б) пар. 1 – коксоподит; 2 – базиподит; 3 – ишиоподит; 4 – мероподит; 5 – карпоподит; 6 – проподит; 7 – дактилоподит

Остальные брюшные конечности устроены у самцов и самок одинаково и выполняют дыхательную функцию. В состав этих ножек входит короткий базальный членик и две широкие листовидные пластинки, представляющие собой экзо- и эндоподит. Они тонкостенные, обильно снабжаются гемолимфой, благодаря чему выполняют функцию жабр. Пластинки расположенных рядом конечностей накладываются друг на друга как страницы в книге и направлены таким образом, что находятся под брюшком. Экзоподит 1-ой пары таких жаберных ножек имеет крупные размеры, сильно хитинизирован и делится поперечным швом на две половины. Он образует *operculum* – крышечку, которая прикрывает остальные жаберные ножки (рис.5). Последняя пара абдоминальных конечностей является уроподами. Каждая уропода покрыта волосками и состоит из удлиненного базального членика и двух прикрепленных к нему нерас-

плоского базального и двух дистальных члеников, независимо прикрепленных к основному. Внутренний дистальный членик имеет крючковидный вырост. Считается, что вторая пара брюшных ножек у самцов играет важную роль при направлении семенной жидкости к половым отверстиям самок. Они функционируют как шприцы, которыми самец набирает сперму и впрыскивает ее в половые отверстия самки. 1-ая пара брюшных ножек играет вспомогательную роль в этом процессе.

У самок 1-ая пара абдоминальных конечностей имеет вид овальной пластинки, покрытой перистыми волосками (рис.5). 2-ая пара отсутствует.

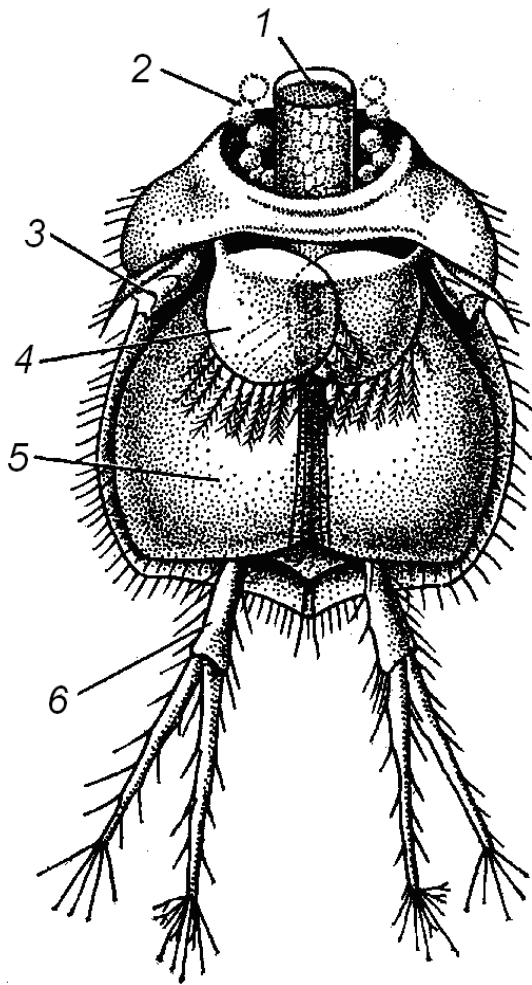


Рис. 5. Задний отдел тела самки водяного ослика *Asellus aquaticus*, вид с брюшной стороны.

1 – кишечник; 2 – выделительные тельца; 3 – основная часть шестой пары грудных конечностей; 4 – первая пара брюшных конечностей; 5 – крышечка (operculum); 6 – уropоды

смачивающей жабры. К таким мокрицам, имеющим псевдотрахеи, относятся виды родов *Porcellio* и *Oniscus* (подотряд *Oniscoidea*, семейство *Oniscidae*).

Следует ознакомиться с особенностями внешней морфологии мокриц на примере широко распространенных видов, таких как погребная, или обыкновенная, мокрица *Porcellio scaber* Latr. и стенная мокрица

члененных экзо- и эндоподитов (рис.5). Благодаря осязательным волоскам уropоды выполняют функцию механорецепторов.

Особенности строения брюшных конечностей и, следовательно, дыхательного аппарата, равноногих раков позволили некоторым видам перейти к наземному существованию. К жизни на суше и дыханию атмосферным кислородом приспособились мокрицы. Большинство мокриц осуществляют свое дыхание с помощью брюшных жаберных ножек. При этом они используют кислород, растворенный в тонком слое жидкости, покрывающей жаберные пластинки. Другие виды при дыхании используют не только кислород, растворенный в воде, но и атмосферный кислород. У таких мокриц возникают *псевдотрахеи*. В экзоподитах передних брюшных конечностей имеется полость, в которую через щель свободно проникает воздух. От этой полости отходят слепо замкнутые ветвящиеся трубочки, которые напоминают трахеи насекомых. Через псевдотрахеи кислород проникает в гемолимфу, циркулирующую в толще экзоподитов, а через тонкие стенки эндоподитов в гемолимфу поступает кислород, растворенный в воде,

Oniscus murarius L. Для этого по возможности необходимо использовать живой и фиксированный материал. Обе эти мокрицы имеют длину около 18 мм. Встречаются они в лиственных лесах под камнями, корой пней, в садах, компостных кучах, а также в сырых помещениях, особенно в погребах, за что они и получили свое русское название. Питаются мокрицы преимущественно разлагающимися растительными остатками, но могут

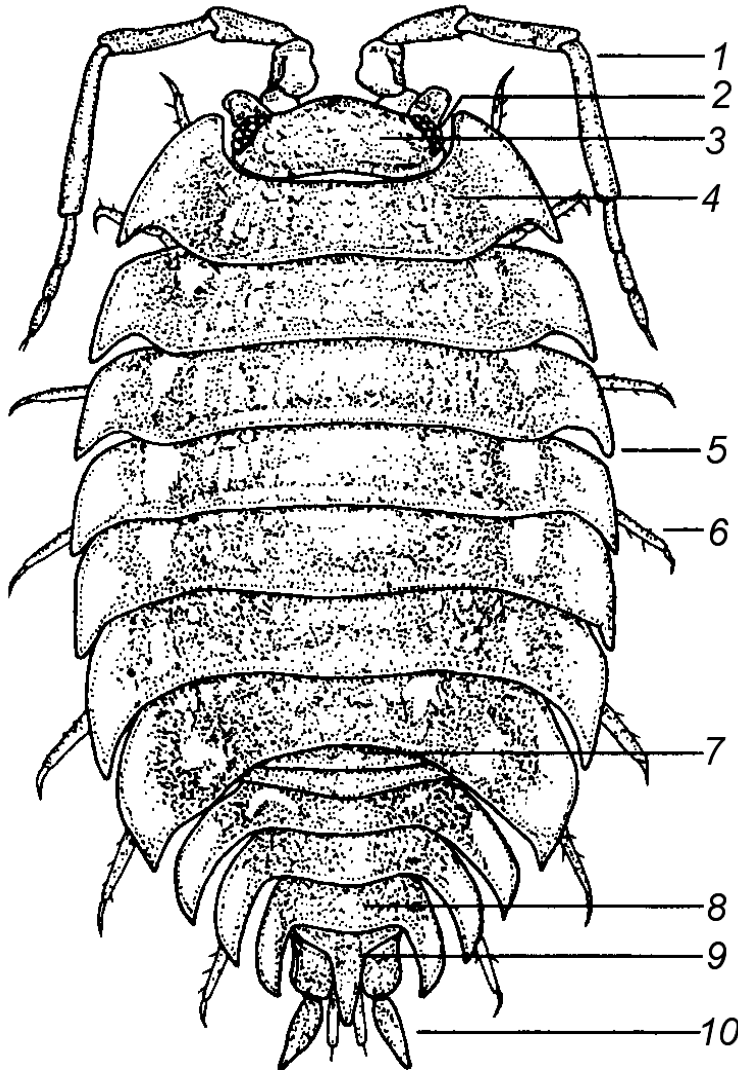


Рис. 6. Самец *Oniscus asellus*, вид сбоку:
1 – антенна; 2 – фасеточный глаз; 3 – синцефалон; 4 – 1-ый свободный грудной сегмент;
5 – эпимер; 6 – 4-ая пара грудных конечностей; 7 – 1-ый брюшной сегмент; 8 – 5-ый брюшной сегмент; 9 – плеотельсон;
10 – уроподы

использовать в пищу и живые части растений, особенно молодых, повреждают и нежные корешки.

При наличии живого материала животных следует посадить в цилиндр или взять в руки и рассмотреть их строение. Защитной реакцией мокриц является их способность сворачиваться, чтобы защитить нежную брюшную сторону тела.

Фиксированный материал следует рассмотреть, используя лупу или малое увеличение бинокулярного микроскопа.

Внешняя морфология. Мокрицы имеют плоское тело, позволяющее им прятаться в щелях, под корой и в других узких пространствах. Спинная сторона тела слегка выпуклая и покрыта плотной обызвествленной хитинизированной кутикулой,

защитающей мокриц от внешних воздействий (рис. 6). Голова небольшая. Как и у всех *Isopoda*, она представляет собой типичный синцефалон, в состав которого вошел 1-ый грудной сегмент. По бокам головы расположены довольно крупные глаза. Антеннулы очень короткие и скрыты под головным щитком. Антенны длинные и членистые. Грудной отдел состоит из семи сегментов. Тергиты имеют вид щитков, находящихся один на другой. Брюшной отдел короткий. Он состоит из шести сегментов и заканчивается треугольным тельсоном. По бокам тельсона видна последняя пара брюшных ножек, имеющих вид небольших грифельков.

Придатки тела и конечности. Для изучения особенностей строения придатков и конечностей мокрицу следует перевернуть брюшной стороной кверху и, используя лупу или бинокулярный микроскоп, рассмотреть ее конечности.

Челюсти у мокрицы очень малы. Грудных конечностей 7 пар. В их состав входят те же самые членики, что и в грудных конечностях водяного ослика. Иногда у самок между грудными конечностями можно обнаружить нежную выводковую сумку белого цвета, в которой самки вынашивают яйца. Развитие у мокриц происходит с метаморфозом. Молодые особи похожи на взрослых, отличаясь от них лишь отсутствием грудных конечностей. Вышедшая из яиц молодь некоторое время может оставаться в выводковой сумке, а затем покидает ее.

Брюшко у мокриц прикрыто снизу пятью парами двуветвистых ножек, имеющих вид двойных пластинок. С помощью пинцета следует отвернуть конечности и рассмотреть их. Внутренняя ветвь конечности представляет собой тонкостенную жабру. Наружные ветви более плотные и играют роль крышечек, плотно прикрывающих внутренние жаберные пластинки и обеспечивающие сохранение влаги. Помимо этого, в основании жабр имеются особые железы, секрет которых обеспечивает увлажнение жабр. Мокрицы обладают и поведенческими адаптациями, позволяющими сохранять жабры во влажном состоянии. Для этого они плотно прижимаются брюшной стороной к субстрату, широкие тергиты свешиваются по краям тела и создают под брюшком замкнутое пространство, насыщенное влагой. В наружных ветвях конечностей передних брюшных сегментов можно увидеть более светлые участки в виде сети разветвленных трубочек. Это псевдотрахеи, обеспечивающие дыхание атмосферным воздухом.

Как уже было отмечено, последняя пара брюшных конечностей мокриц – уropоды, имеют вид небольших грифельков (рис. 6).

В морях обитают более крупные представители отряда *Isopoda* – морские тараканы *Saduria (Mesidotea) entomon* (семейство *Idoteidae*). Они могут встречаться в солоноватых и даже пресных водоемах, обычны на илистых отмелях Балтийского моря и Ладожского озера. Самцы *Saduria*

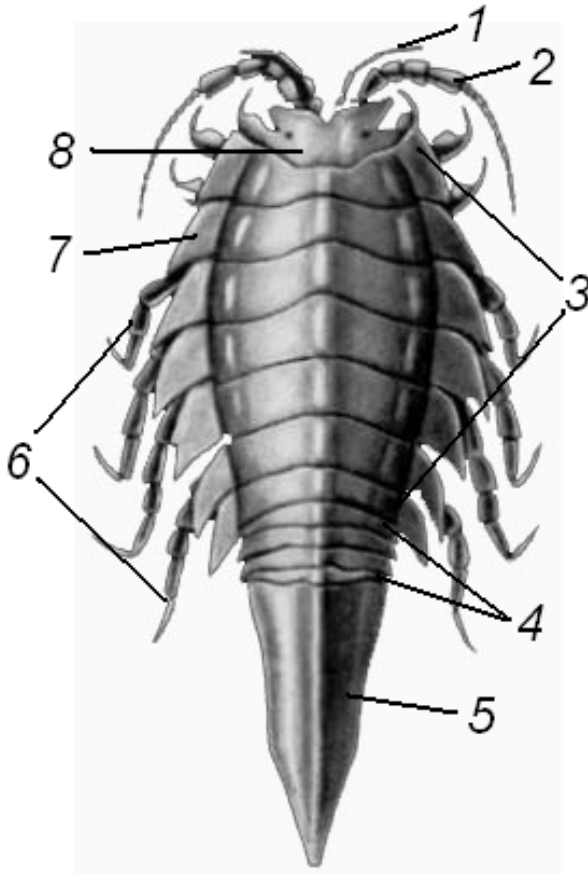


Рис. 7. Внешний вид морского таракана *Saduria entomon* со спинной стороны: 1 – антеннула; 2 – антенна; 3 – свободные грудные сегменты; 4 – свободные брюшные сегменты; 5 – плеотельсон; 6 – грудные конечности; 7 – эпимер; 8 – синцефалон

имеют длину около 5–8 см, но при большем опреснении достигают более крупных размеров. Морские тараканы предпочитают песчаные и илистые грунты и способны достаточно быстро зарываться в грунт, где они роют U-образные норы. При помощи чувствительных щетинок и цилиндров, расположенных на антеннах, морские тараканы отыскивают зарывающихся в грунт бокоплавов, личинок хирономид, полихет и других мелких беспозвоночных, которыми питаются. Часто *Saduria* нападают на рыб, попавших в рыболовные сети. Помимо этого они могут питаться падалью и водорослями.

К семейству *Idoteidae* также относятся более мелкие *Idotea baltica*, обитающие в Балтийском и Черном морях. Эти раки имеют длину около 3 см. Их изменчивая окраска зависит от цвета водорослей, на которых живут и которыми питаются эти ракообразные. Пигмент растительный окрашивает гемолимфу,

которая просвечивает через покровы животных. Помимо растительной пищи *Idotea* поедают и обрастающих водоросли колонии гидроидных полипов, мшанок, а также личинок хирономид.

Для занятий используют фиксированный в 4%-ом растворе формалина материал, предварительно промытый проточной водой.

Внешняя морфология. Морские тараканы имеют удлиненное, слегка выпуклое со спинной стороны тело (рис. 7). В состав компактной

сложной головы, которая покрыта головным щитом, вошел первый грудной сегмент. По бокам головы видны крыловидные выросты, в основании которых находятся фасеточные глаза.

В состав грудного отдела входит 7 сегментов, несущих по бокам крыловидные эпимеры – уплощенные и заостренные выросты.

Брюшной отдел состоит из четырех свободных сегментов, более коротких и узких, чем грудные. Они также несут боковые выросты, имеющие вид заостренных зубцов. Последние два брюшных сегмента сливаются с анальной лопастью и образуют мощный задний щит, или плеотельсон, имеющий вид ромба (рис. 7, 8).

Придатки тела и конечности. Для ознакомления с придатками тела и конечностями морского таракана необходимо перевернуть брюшной стороной вверх. Антеннулы имеют небольшие размеры. Антенны длинные. Благодаря расположенным на них чувствительным щетинкам и цилиндрам обе пары антенн выполняют функцию органов осязания. Мандибулы мощные, сильно хитинизированные, зазубрены по внутреннему краю. Они выделяются черной окраской. За мандибулами расположены две пары максилл и ногочелюсти – конечности первого грудного сегмента, вошедшего в состав сложной головы.

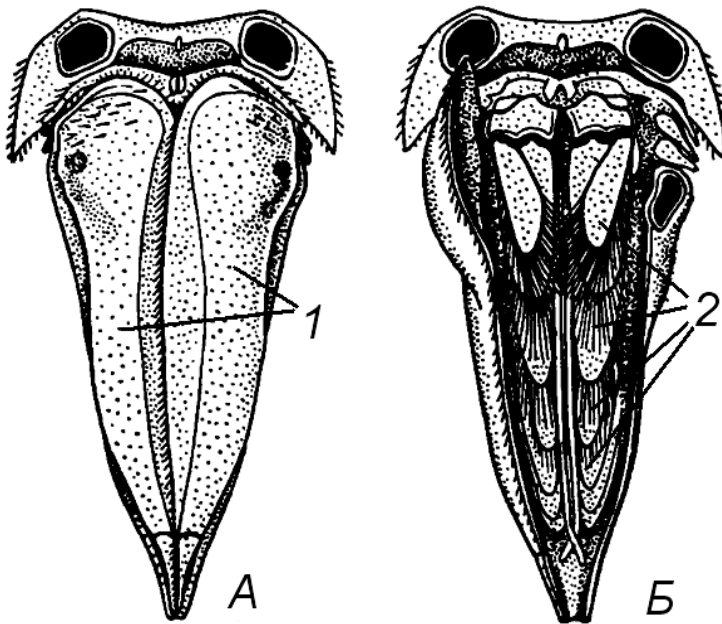


Рис. 8. Плеотельсон морского таракана *Saduria entomon*, вид снизу: А – с уроподами; Б – без уропод. 1 – уроподы, видоизмененные в operculum; 2 – жабры

выполняют функцию ходильных ног. Как и у всех изопод, у самок морских тараканов в период размножения на брюшной стороне грудного отдела развивается выводковая сумка, образованная оостегитами. Здесь

Мандибулы мощные, сильно хитинизированные, зазубрены по внутреннему краю. Они выделяются черной окраской. За мандибулами расположены две пары максилл и ногочелюсти – конечности первого грудного сегмента, вошедшего в состав сложной головы.

Грудные конечности одноветвистые. Первые три пары хватательные. Их последние членики образуют так называемые *подклешни*, с помощью которых захватывается добыча. Четыре пары последующих грудных конечностей

происходит развитие яиц до выхода личиночной стадии – *манки*. Следует рассмотреть самок морского таракана с выводковыми сумками.

Брюшко снизу прикрыто двумя створками крышечки – *operculum*, которые образованы видоизмененными уropодами (рис. 8). Следует аккуратно с помощью пинцета отвести в стороны створки *operculum* и рассмотреть расположенные под ними остальные брюшные конечности. Они имеют листовидную форму и выполняют функцию жабр. Благодаря расположению жаберных ножек в специальной жаберной камере, закрытой *operculum*, морские тараканы способны некоторое время находиться вне воды, а также зарываться в грунт. Первая пара брюшных ножек самцов имеет трубковидную форму и служит для оплодотворения самок.

После ознакомления с особенностями морфологии и строением конечностей следует зарисовать внешний вид морского таракана и плеотельсон с брюшной стороны.

Отряд *Amphipoda* – Разноногие раки, или Бокоплавы

К отряду *Amphipoda* относятся широко распространенные ракообразные, населяющие, главным образом, моря, меньшее число видов обитает в пресных водоемах.

По строению разноногие раки похожи на равноногих, но чаще всего имеют сжатое с боков тело. Голова амфипод представляет собой синцефалон, в состав которого вошли акрон, четыре головных сегмента и один, реже два, грудных сегмента. Карапакс отсутствует. Конечности свободных грудных сегментов отличаются друг от друга по строению, за что отряд и получил свое название «равноногие».

Материал. Для занятий по спецпрактикуму можно использовать широко распространенные в пресных водоемах виды рода *Gammarus* (подотряд *Gammarida*, семейство *Gammaridae*). Озерный гаммарус *Gammarus lacustris* обитает в различных озерах Северного полушария, иногда достигая высокой численности. В реках и озерах обитает другой вид – гаммарус-блоха *G. pulex*. Из-за чувствительности к содержанию в воде кислорода гаммарусы не живут в заиленных и загрязненных водоемах. По этой же причине содержание их в аквариумах представляет определенные затруднения. Питаются бокоплавы растениями, как живыми, так и отмершими, могут использовать в пищу также останки животных.

Для ознакомления с морфологией гаммарусов используют материал, фиксированный в 4%-ом растворе формалина или 70°-ом этиловом спирте. Перед занятием рачков следует промыть в проточной воде. При

наличии самок с молодью, находящейся в выводковых сумках, можно извлечь молодых рачков и изготовить тотальные препараты.

Внешняя морфология. Длина бокоплавов достигает 1–1,5 см, причем самки меньше самцов. Тело гаммарусов сжато с боков, спинная его сторона дугообразно выгнута. Живые бокоплавывы имеют зеленоватую окраску, которая обеспечивается каротиноидами, содержащимися в поедаемых рачками растениях.

Небольшая голова гаммаруса представляет собой синцефалон, в состав которого вошел первый грудной сегмент. По бокам ее передней части расположены фасеточные глаза бобовидной формы (рис. 9).

Семь сегментов, входящих в состав грудного отдела свободны. Карапакс отсутствует. По бокам четырех передних грудных сегментов расположены крупные эпимеры – боковые пластинки. Эпимеры остальных сегментов слабо развиты (рис. 9).

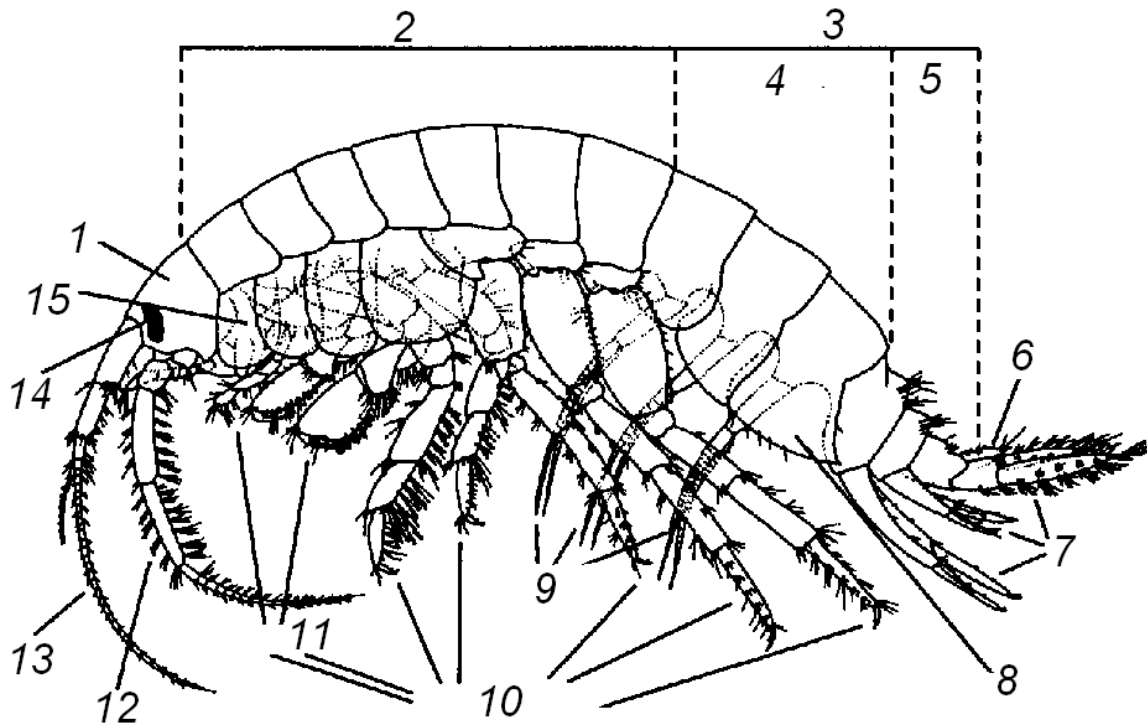


Рис. 9. Внешнее строение *Gammarus pulex*: 1 – синцефалон; 2 – свободные грудные сегменты; 3 – abdomen; 4 – плеосома; 5 – уросома; 6 – тельсон; 7 – уроподы; 8 – эпимер; 9 – плеоподы; 10 – грудные конечности; 11 – ногочелюсти; 12 – антенна; 13 – антеннула; 14 – фасеточный глаз; 15 – эпимеры свободных грудных сегментов

Брюшной отдел короче грудного и состоит из шести сегментов. Три передних брюшных сегмента имеют одинаковые с грудными размеры и несут плеоподы – плавательные ножки (рис. 9). Эпимеры на этих сегментах выражены слабо. Этот отдел брюшка называется *метасома*, или *плеосома*. Задние три сегмента имеют небольшие размеры и лишены

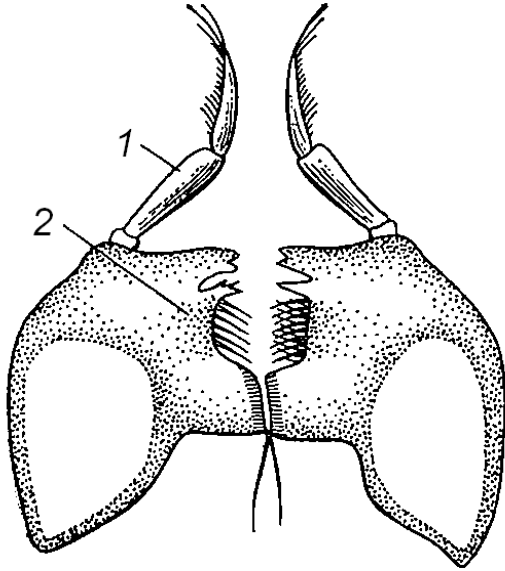


Рис. 10. Мандибулы *Gammarus pulex*: 1 – щупик; 2 – жевательные лопасти

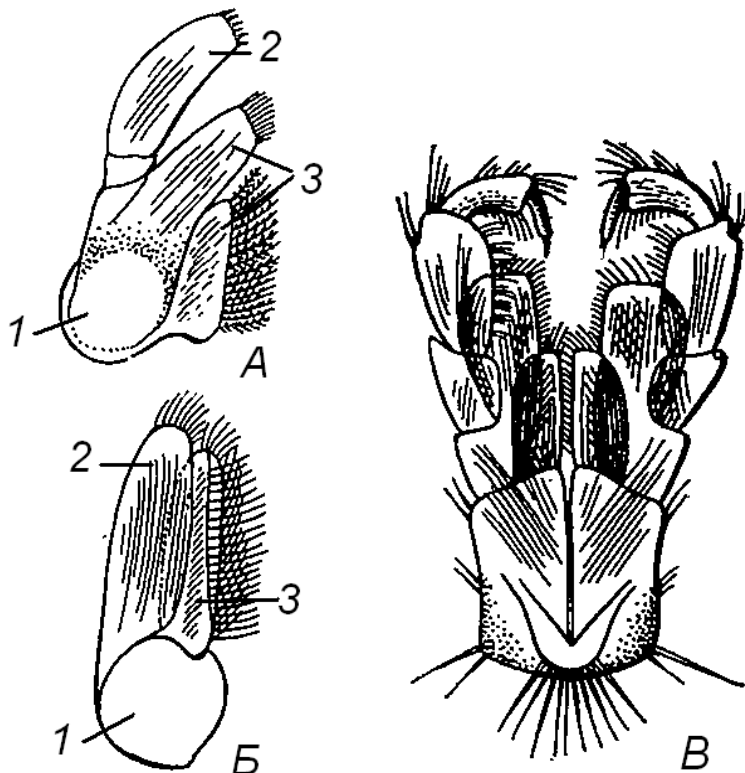
эпимеров. Конечности, расположенные на них, отличаются по строению от передних. Этот абдоминальный отдел называется *уросома*. Брюшко заканчивается тельсоном. Он расщеплен глубокой выемкой на две лопасти, покрытые волосками, и смещен на спинную сторону.

Придатки тела и конечности. Для изучения строения конечностей и придатков тела гаммаруса их следует аккуратно отпрепарировать с помощью препаровальных игл и изготовить из них тотальные препараты.

При наличии тотальных препаратов с конечностями следует рассмотреть их под малым увеличением бинокулярного микроскопа.

Антеннулы гаммаруса двуветвистые. Основная их часть состоит из трех члеников. К ним присоединяется длинная многочленистая дистальная часть. Вторая ветвь короткая и состоит из трех члеников. Антенны одноветвистые, короче антеннул. На антеннулах и антеннах расположены многочисленные чувствительные щетинки и цилиндры.

Мандибулы массивные, состоят из базальной части, двух лопастей и трехчленистого щупика (рис. 10). Одна из лопастей – жевательная, сильно хитинизирована и несет по внутреннему краю зубчики. Максиллы I трехлопастные (рис. 11, А). Наружная лопасть играет роль щупика. Дистальная часть снабжена хитиновыми зубчиками и волосками. Максиллы II состоят из базальной части и двух лопастей с многочисленными щетинками (рис. 11, Б). Конечности первого грудного сегмента, вошедшего в состав сложной головы, у гаммарусов превращены в ногочелюсти. Они состоят из шести члеников (рис. 11, В). На первых двух члениках расположены жевательные лопасти. Первые членики правой и левой пар ногочелюстей срастаются между собой.



**Рис. 11. Ротовые конечности *Gammarus pulex*.
 А – максилла I; Б – максилла II; В – ногочелюсти. 1 – основная часть максилл;
 2 – наружная лопасть максилл;
 3 – внутренние лопасти максилл**

образом, функцию захвата и удержания пищи.

3–7-ая пары грудных конечностей имеют более или менее сходное строение, лишь постепенно по направлению к последнему грудному сегменту увеличиваются в размерах (рис. 12). Коготки третьей и четвертой пар конечностей направлены вперед, последних трех пар – назад. С помощью торакопод бокоплавыв способны передвигаться по дну. Кроме того, все кроме первой пары грудных ног несут по одной овальной тонкостенной жаберной пластинке. Они направлены внутрь и прикрыты эпимерами. У самок к коксоподитам 2–5-ой пар торакопод прикреплены тонкие хитиновые пластинки – оостегиты, образующие выводковую сумку. Здесь происходит развитие яиц. Из яиц выходят молодые рачки, отличающиеся от взрослых только размерами.

Брюшные конечности имеют двуветвистое строение. Передние три пары, расположенные на метасоме (плеосоме), являются плавательными ножками – *плеоподами* (рис. 14, А). Они состоят из протоподита и

Семь пар грудных конечностей одноветвистые, их экзоподит редуцирован. В состав каждой конечности, как и у всех высших раков, входит семь члеников. Коксоподиты прочно срастаются с эпимерами и туловищем. Передние две пары ножек имеют самые маленькие размеры и направлены под острым углом вперед (рис. 12). Их проподит сильно расширен и образует «подкleshню», последний членик имеет вид коготка и способен подгибаться к проподиту. Это хватательные конечности – *гнатоподы*, которые выполняют, главным

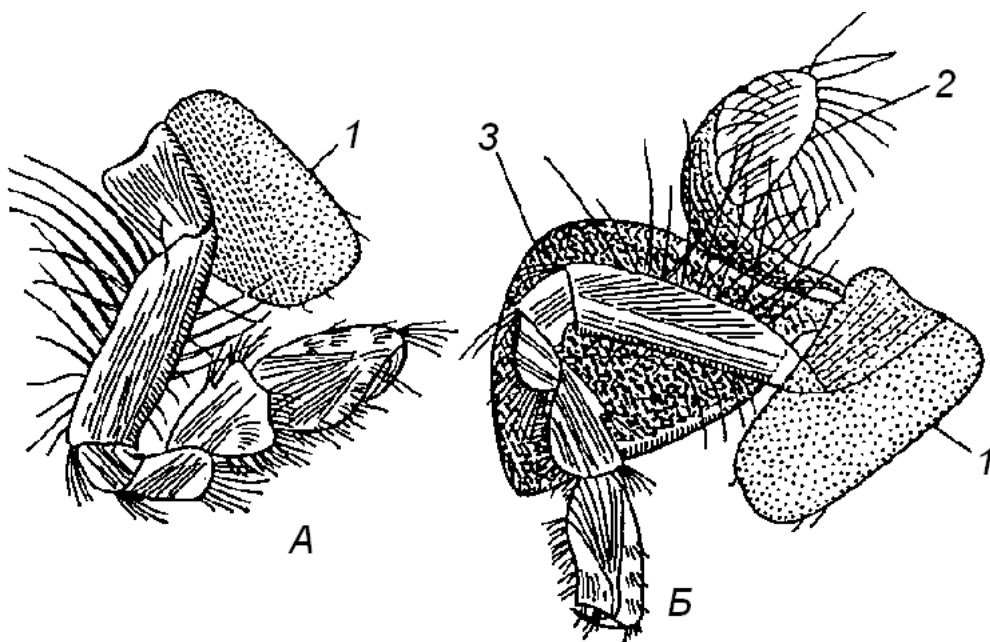


Рис. 12. Грудные конечности *Gammarus pulex* первой (А) и второй (Б) пары: 1 – жаберная пластинка; 2 – оостегит; 3 – эпимер

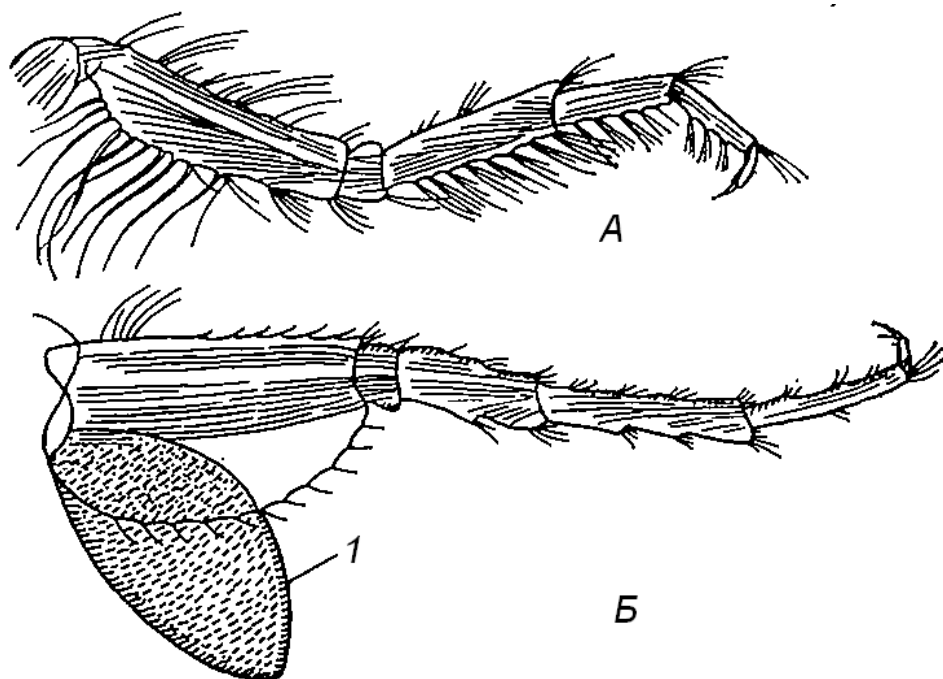


Рис. 13. Грудные конечности *Gammarus pulex* третьей (А) и седьмой (Б) пары: 1 – жаберная пластинка; 2 – оостегит; 3 – эпимер

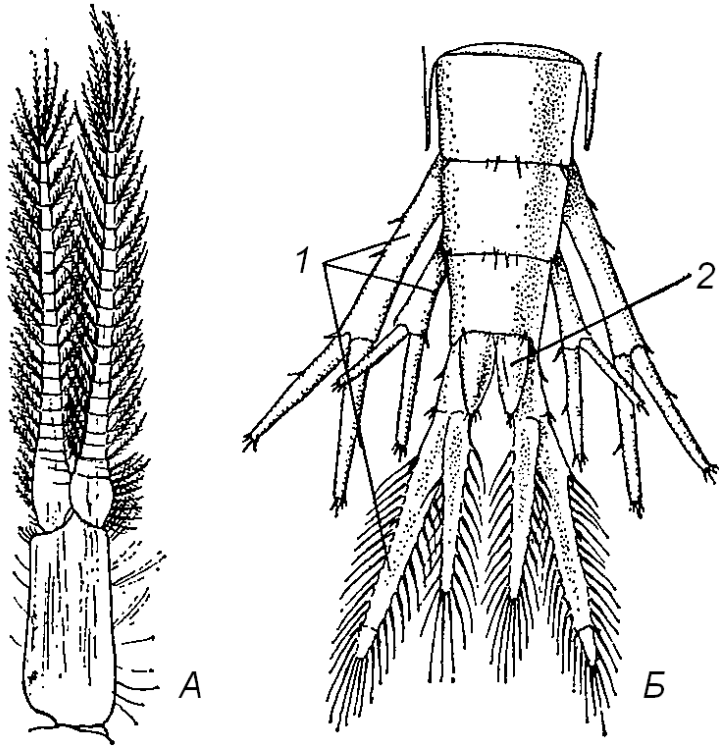


Рис. 14. Плеопода (А) и задний конец тела (Б) *Gammarus pulex*: 1 – уropоды; 2 – тельсон

причленяющихся к нему многочленистых экзо- и эндоподитов, покрытых многочисленными волосками. С помощью плеопод бокоплавов плавают спинной стороной вверх там, где глубина достаточная, а на мелководье – на боку. Благодаря такой особенности бокоплавов и получили свое название. Помимо локомоции плеоподы, постоянно двигаясь, обеспечивают циркуляцию воды, омывающей жаберные пластинки. Четвертая и пятая пары брюшных конечностей, принадлежащих сегментам уросомы, направлены назад и закреплены

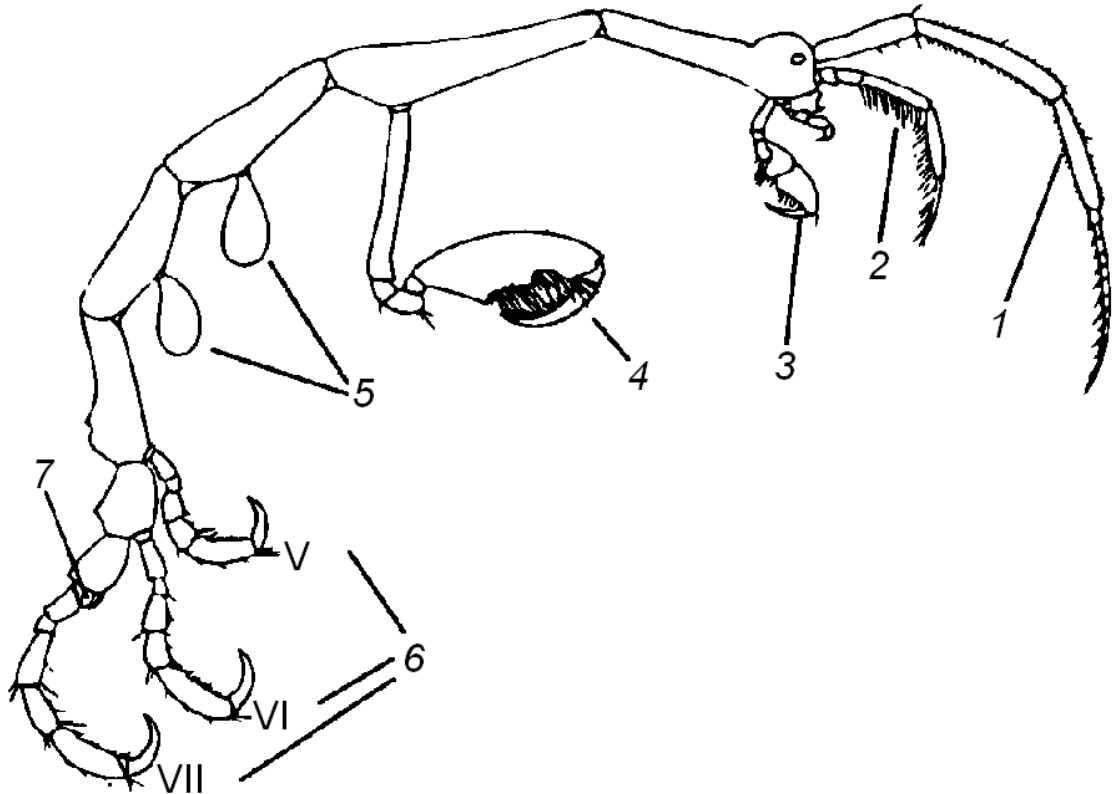
на теле неподвижно (рис. 14, Б). Они также двуветвистые, но их экзо- и эндоподиты нечленистые и снабжены короткими шипиками. С помощью этих ножек, называемых *уроподами*, бокоплавов способны прыгать, отталкиваясь от субстрата. Последняя пара уropодов более подвижна, чем две передние. Они также имеют двуветвистое строение, но имеют расчлененные экзо- и эндоподиты, покрытые щетинками.

Необходимо зарисовать внешнее строение *Gammarus lacustris*, обозначив основные отделы тела, придатки и конечности.

При наличии фиксированного материала или тотальных препаратов можно ознакомиться с особенностями внешней морфологии морских козочек *Caprella sp.* (подотряд *Laemodipodea*, семейство *Caprellidae*). Морские козочки обитают в морях, передвигаясь по морским растениям подобно гусеницам бабочек-пядениц. Они являются хищниками: молодые особи питаются гидроидными полипами, а взрослые ловят хватательными конечностями веслоногих раков, мелких бокоплавов и червей.

Внешняя морфология. Используя тотальные препараты, следует изучить особенности строения *Caprella sp.*

Caprella linnearis имеет удлиненное цилиндрическое тело длиной 3,2 см. Компактная голова несет относительно длинные антеннулы (рис. 15). Антенны несколько короче и покрыты многочисленными чувствительными щетинками. По бокам головы расположена пара небольших фасеточных глаз. Детали строения ротовых конечностей на тотальных препаратах обычно рассмотреть не удастся. Конечности первого грудного сегмента – ногочелюсти, небольшие, подогнуты под голову (рис. 15).



**Рис. 15. Внешнее строение морской козочки *Caprella linnearis*:
1 – антенна; 2 – антеннула; 3–4 – гнатоподы (ногочелюсти); 5 – жабры; 6 – грудные конечности V–VII пар; 7 – брюшко**

Первая и вторая пары конечностей свободных грудных сегментов одноветвистые. Их предпоследний членик расширен и вместе с когтевидным последним члеником образует клешни. Это хватательные ножки, которые выполняют функцию захвата добычи. Третья и четвертая пары торакопод редуцированы, хотя сохранились их эпимеры. Последние три пары грудных конечностей одноветвистые, снабжены коготками и служат для передвижения. Держась за растения задними торакоподами, морская козочка цепляется передними ножками, приподнимает цен-

тральную часть тела и подтягивает задний конец тела. Затем, освободив хватательные ножки, приподнимает переднюю часть тела и снова вытягивается, зацепившись передними торакоподами. Такой способ передвижения напоминает движение гусеницы бабочки - пяденицы.

Брюшной отдел тела у морских козочек сильно укорочен и лишен сегментации, а брюшные конечности отсутствуют.

Отряд *Decapoda* – Десятиногие раки

К отряду *Decapoda* относятся широко распространенные в разных водоемах ракообразные, отличающиеся по внешнему виду и образу жизни. Это наиболее высокоорганизованные представители класса *Crustacea*. Однако у них сохранились и примитивные черты организации. Голова десятиногих раков состоит из двух отделов: *протоцефалона*, в состав которого вошли слившиеся акрон и антеннальный сегмент, и *гнатоцефалона*, образованного в результате слияния челюстных сегментов. У декапод гнатоцефалон соединяется с сегментами груди, формируя *гнатоторакс*, или *челюстегрудь*. Название отряда связано с наличием у его представителей пяти пар ходильных ног.

Для изучения внешней морфологии и анатомии десятиногих раков отлично подходят классические представители этого отряда – речные раки.

Материал. Для лабораторных занятий по спецпрактикуму можно использовать крупные экземпляры любого вида рода *Astacus* (семейство *Astacidae*). Однако в связи со значительным снижением численности популяций широкопалого рака *Astacus astacus* и сокращением его ареала этот вид занесен в Красную книгу Республики Беларусь. По этой причине отлов широкопалого рака запрещен. Этот вид обитает в водоемах бассейна Балтийского моря. В настоящее время его местообитания активно заселяются узкопалым раком *A. leptodactylus*, который исходно обитал в водоемах бассейна Черного, Каспийского и Азовского морей.

Материал к занятиям может быть приобретен в хозяйствах, где узкопалый рак успешно разводится, либо отловлен в природе. Для отлова используют специальные «рачни» (живоловки), в которые в качестве приманки кладут куски несвежего мяса, мертвую рыбу или лягушек. Для фиксации предварительно усыпленных хлороформом раков помещают на 1–2 месяца в формалин, разбавленный водой. В последующем материал переносят в 4%-ый раствор формалина. Перед использованием на занятиях фиксированных животных следует в течение суток выдержать в регулярно сменяемой воде.

Внешняя морфология речного рака. Для изучения внешнего строения рака следует сначала положить спинной стороной вверх на дно препаровальной ванночки. Тело речного рака внешне разделяется на два отдела, первый из которых в старой литературе обозначается как головогрудь, а второй – брюшко. На самом деле у речного рака, как и у всех декапод, правильнее было бы различать не головогрудь, а первичную голову (*протоцефалон*) и челюстегрудь (*гнатоторакс*), о чем уже было сказано ранее. Протоцефалон несет антеннулы, антенны и сидящие на подвижных стебельках сложные фасеточные глаза. Гнатоторакс покрыт со спинной стороны и с боков мощным хитиновым карапаксом, пропитанным углекислой известью. Впереди карапакс образует длинный заостренный вырост – *рострум*, по бокам от которого расположены глубокие выемки. В них помещаются глаза на стебельках. На спинной стороне карапакса видны борозды. Мощная поперечная борозда, которая называется *шейной*, или *затылочной*, служит границей, отделяющей головной отдел от грудного. Две продольные борозды, отходящие от шейной борозды и тянущиеся вдоль грудного отдела, называются *жаберно-сердечные*, или *бранхио-кардиальные*. Они отграничивают сверху жаберные полости, а также место, где расположено сердце речного рака. Боковые части карапакса – *бранхиостегиты*, прикрывают жаберные полости.

Брюшко речного рака с помощью эластичной сочленовной мембраны подвижно соединено с гнатотораксом. Оно состоит из шести подвижных относительно друг друга сегментов. Каждый сегмент покрыт сверху сильно хитинизированной спинной пластинкой – тергитом, а снизу – слабо хитинизированной брюшной пластинкой – стернитом. Между сегментами находится тонкая и мягкая кутикула – сочленовная мембрана. Тергиты брюшных сегментов более широкие, чем стерниты, и черепицеобразно налегают друг на друга. Это позволяет брюшку подгибаться под грудной отдел, что имеет важное значение при плавании речного рака задним концом тела вперед. На спинную сторону брюшко сгибается в незначительной степени. По бокам брюшных сегментов находятся эпимеры – боковые выросты тергитов с заостренными краями. Самки речных раков имеют большую относительную ширину брюшка в сравнении с шириной гнатоторакса. У самцов ширина брюшка несколько меньше ширины гнатоторакса. Заканчивается брюшной отдел полукруглым тельсоном, на брюшной стороне которого хорошо заметно щелевидное анальное отверстие. Тельсон у речного рака, как и у всех высших раков, не имеет фурки или других придатков.

Поскольку после вычленения конечностей раки становятся мало пригодными для вскрытия, сначала следует вскрыть животное и рас-

смотреть особенности его анатомии. Лишь после этого нужно вычленив конечности и ознакомиться с деталями их строения.

Вскрытие речного рака. Вскрытие речного рака следует производить со спинной стороны. Сначала необходимо скальпелем или ножницами разрезать сочленовную мембрану, соединяющую брюшко с гнатораксом. Для этого брюшко аккуратно подгибают к груди. Далее лезвие ножниц вводят под карапакс и производят два разреза в продольном направлении к основанию глаз, чуть отступив от жаберно-сердечных борозд. Позади глаз делают поперечный разрез и пинцетом аккуратно снимают отрезанный участок карапакса, отделяя его от подлежащей гиподермы. Аналогичным способом, повернув рака головным концом к себе, делают два продольных разреза по спинной стороне брюшка, отступив от продольной оси тела. Поперечный разрез делается на шестом брюшном сегменте.

Гиподерма после ознакомления с ее строением аккуратно удаляется пинцетом. Точно также следует снять с брюшка гиподерму и парные межсегментарные мышцы-разгибатели брюшка. Под ними находится трубка задней кишки и более мощная мускулатура, обеспечивающая подгибание брюшка.

Анатомия речного рака.

После удаления гиподермы следует ознакомиться с расположением внутренних органов речного рака.

Кровеносная система. На спинной стороне тела речного рака ближе к краю грудного отдела расположено сердце (рис. 16). Оно беловато-серого цвета и имеет вид пятиугольного мешочка. Сердце лежит в полости перикарда, стенки которого имеют вид тонкой бесцветной пленки. В отличие от них стенки сердца толстые и упругие. Поскольку кровь у речного рака бесцветная, кровеносная система не выделяется своей окраской. Она незамкнутого типа, и кровь циркулирует по системе кровеносных сосудов и лакун. От сердца отходят пять основных сосудов, которые видны на вскрытом раке в виде тонких ниточек. Если они не были повреждены при удалении гиподермы, обычно обнаруживаются три сосуда, отходящих от сердца к переднему концу тела. Это непарная глазная, или передняя аорта, и парные антеннальные артерии, проходящие под углом к продольной оси тела рака. Отходящую от задней стенки сердца брюшную аорту и идущую отвесно вниз нисходящую артерию обнаружить удастся не всегда.

Кровь поступает в сердце через три пары остий, снабженных клапанами. Чтобы ознакомиться с их расположением, сердце следует аккуратно извлечь с помощью пинцета, положить в каплю воды в часовое

стекло и рассмотреть под бинокулярным микроскопом. Пара дорсальных остий расположена на спинной стороне сердца, пара латеральных – по бокам, пара вентральных – на нижней стороне сердца.

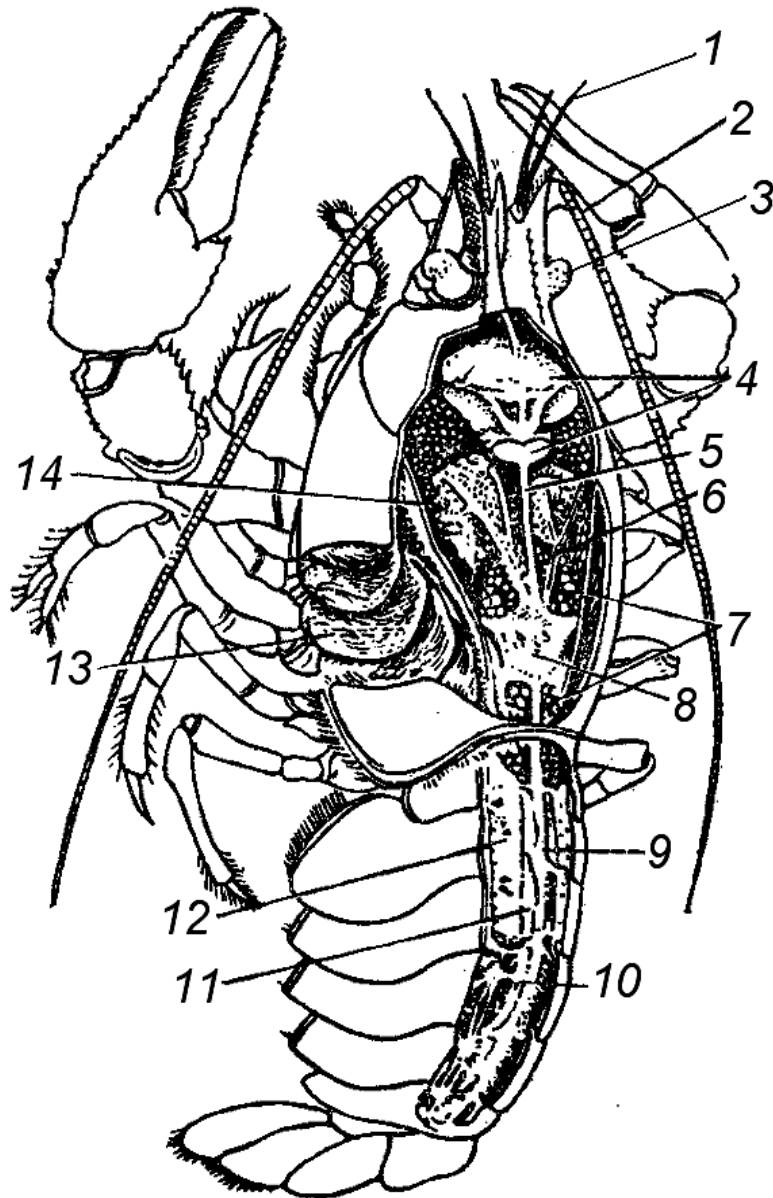


Рис. 16. Вскрытый речной рак (самка) *Astacus* sp: 1 – антеннула; 2 – антенна; 3 – фасеточный глаз; 4 – желудок; 5 – передняя (глазная аорта); 6 – антеннальные артерии; 7 – яичник; 8 – сердце; 9 – брюшная аорта; 10 – брюшная нервная цепочка; 11 – задняя кишка; 12 – мышцы брюшка; 13 – жабры; 14 – печень (*hepatopancreas*)

Половая система. Под сердцем расположена половая железа и половые протоки. Необходимо аккуратно выделить и рассмотреть детали строения мужской и женской половой системы речного рака.

По происхождению половые железы у самцов и самок являются парными образованиями, сформировавшимися в результате частичного слияния двух зачатков. Верхняя часть гонады сохраняет парность, она двулопастная. Нижняя – непарная, в виде одной лопасти. Семенник имеет грязно-белую окраску и состоит из губчатой ткани. По бокам от него в полости тела лежат семяпроводы в виде спутанных белых трубочек. Отверстия семяпроводов открываются в основании последней пары ходильных ног.

Яичник, как и семенник, имеет двулопастную переднюю часть и заднюю часть в виде одной лопасти (рис. 16). Ткани яичника окрашены в оранжевый цвет и имеют зернистую структуру. У самок, готовых к откладке яиц, яичники напоминают по структуре зернистую икру.

Пищеварительная система. После удаления гонад с половыми протоками следует ознакомиться с деталями строения пищеварительной системы. Пищеварительная система речного рака имеет сложное строение и состоит из трех отделов. Рот находится на брюшной стороне тела и ведет в короткий пищевод, направленный вверх, к спинной стороне, перпендикулярно продольной оси тела рака. Пищевод открывается в мешковидный желудок (рис. 16). Это отделы передней кишки. От желудка отходит короткая средняя кишка, в которую открываются протоки печени. От средней кишки до задней части тела тянется прямая трубка задней кишки, которая открывается анальным отверстием на нижней стороне тельсона.

Для более детального изучения пищеварительную систему следует отпрепарировать. Для этого отодвигают в сторону желудок, подводят под него лезвия ножниц и подрезают пищевод ближе к брюшной стенке тела. Заднюю кишку перерезают вблизи анального отверстия. После этого осторожно отделяют отпрепарированный участок пищеварительной системы и помещают его на дно препаровальной ванночки для дальнейшего изучения.

Пищевод имеет вид короткой мускулистой трубки. По нему пища поступает в желудок. Как отделы передней кишки, пищевод и желудок являются производными эктодермы и имеют кутикулярную выстилку. При линьке она заменяется новой. Желудок делится на два отдела: передний более крупный *кардиальный*, или *жевательный*, и задний, небольшой *пилорический*, или *цедильный*. На спинной стороне поверхности желудка расположены наружные мышцы. Передние из них задним кон-

цом прикрепляются к спинной стенке кардиального отдела желудка, передним – у основания роострума. Задние мышцы берут начало от спинной стороны желудка, а другим концом прикрепляются к карапаксу в области затылочной борозды. Благодаря работе этих мышц желудок выполняет функцию жевательного аппарата. После отделения этих мышц желудок следует вскрыть с брюшной стороны, введя ножницы в отверстие пищевода.

В передней части кардиального отдела желудка в период, предшествующий линьке, откладываются запасы извести в виде округлых белых лепешек. Они называются *жерновки*. Во время линьки известь из них растворяется, поступает в гемолимфу и используется для пропитки кутикулы. На спинной и задне-боковых стенках кардиального желудка находятся три хитиновые пластинки, пропитанные известью. Они несут мощные жевательные зубцы рыжего или бурого цвета, направленные в полость желудка. Эта система пластинок и зубцов носит название «*желудочная мельница*». Ее задача – измельчение пищи, осуществляется за счет работы наружных мышц желудка. Под действием этих мышц три зубца сближаются и перетирают пищевые частицы. Помимо измельчения пища в этом отделе желудка подвергается обработке ферментами печени, которые поступают сюда из средней кишки. В связи с этим остатки пищи, содержащейся в желудке, окрашены в коричневый цвет.

Пилорический отдел желудка имеет треугольную форму. Он отделен от передней части желудка поперечной бороздой и отличается еще более сложным строением. На границе между отделами желудка с брюшной стороны в его полость вдается кардио-пилорическая перегородка в виде треугольной пластинки. Она регулирует поступление пищи в пилорический отдел небольшими порциями и препятствует попаданию сюда крупных частиц. Кутикула формирует в пилорическом желудке сложный фильтрующий аппарат, благодаря которому пища отсортировывается по фракциям. Более жидкая и гомогенная фракция проходит в среднюю кишку. Твердые частицы задерживаются на границе со средней кишкой клапаном, состоящим из хитиновых волосков, направляются в заднюю кишку и выводятся через анальное отверстие.

Средняя кишка у речного рака очень короткая, ее длина составляет примерно 1/13 часть от длины задней кишки. На спинной стороне средней кишки открывается короткая слепая кишка, стенками которой осуществляется всасывание пищевых частиц. Большая часть пищевой массы попадает в печень, которую правильнее было бы назвать *hepatopancreas* – печеночно-поджелудочная железа, поскольку она выделяет ферменты, расщепляющие белки, углеводы и жиры (рис. 16). Помимо ферментатив-

ной функции печень выполняет и другие функции: здесь происходит окончательное переваривание пищи и всасывание питательных веществ, а также накопление резервного материала. Печень у речного рака крупная, двулопастная и занимает почти всю полость гнатоторакса, располагаясь впереди гонад. Она имеет горчичную окраску и состоит из множества мелких трубочек. Обычно при удалении гонад и извлечении желудочно-кишечного тракта повреждения печени не удается избежать.

Задняя кишка речного рака имеет вид длинной прямой трубки с мускулистыми стенками. Она тянется от желудка по дну гнатоторакса, а в брюшном отделе переходит ближе к спинной стороне и проходит над мышцами-сгибателями брюшка (рис. 16). Задняя кишка имеет эктодермальное происхождение и выстлана кутикулой.

Органы выделения речного рака представлены парой антеннальных желез. У свежеумерщвленных экземпляров они имеют зеленоватую окраску, за что получили название «зеленые железы». Расположены антеннальные железы в протоцефалоне в антеннальном сегменте. После удаления желудка они хорошо заметны в виде плоских округлых образований. Антеннальные железы следует выделить, аккуратно подцепив препаровальной иглой, и рассмотреть.

Антеннальные железы по происхождению являются видоизмененными целомодуктами. Каждая из них состоит из небольшого целомического мешочка, от которого отходит длинный каналец, открывающийся в полость мешочка нефростомом. Дистальный конец каналца ведет в мочевой пузырь, являющийся самым крупным отделом антеннальной железы. В естественном положении мочевой пузырь прикрывает все остальные отделы железы, свернутые под ним. В мочевом пузыре собираются жидкие экскреты. Выводные протоки антеннальных желез открываются на бугорках в основании антенн.

Органы дыхания. Органами дыхания речного рака являются жабры. Они расположены в жаберной полости гнатоторакса и прикрыты сверху боковыми частями карапакса – *бранхиостегитами*, а от полости тела и внутренних органов отграничены эпимерами (рис. 17). По отношению к грудным конечностям, с которыми они связаны, и стенке тела у речного рака, как и у всех декапод, имеется три типа жабр.

Первый тип – *подобранхии*, прикреплены к коксоподиту конечности. Подобранхии рудиментарны на первой паре ногочелюстей и отсутствуют на последней паре ходильных ног. На остальных торакоподах они развиты хорошо. Второй тип жабр – *артробранхии*, расположены в месте прикрепления конечности к стенке тела. Артробранхии по 1–2

имеются на всех сегментах груди, кроме первого и последнего. Третий тип жабр – плевробранхии, которые прикрепляются непосредственно к

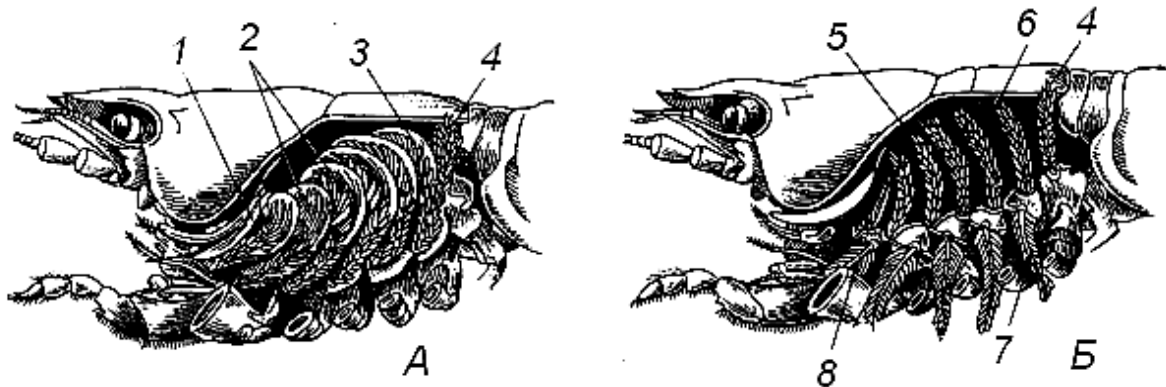


Рис. 17. Жабры речного рака *Astacus* sp. А – в естественном состоянии после удаления бранхиостегита; Б – после удаления подобранхий. 1 – подобранхий 2-ой пары ногочелюстей; 2 – эпиподиты, образующие пластинки между подрбранхиями; 3 – подобранхий 4-ой пары ходильных ног; 4 – плевробранхий последнего грудного сегмента; 5 – верхний артробранхий 3-ей пары ногочелюстей; 6 – верхний артробранхий 4-ой пары ходильных ног; 7 – нижний артробранхий 4-ой пары ходильных ног; 8 – нижний артробранхий 3-ей пары ногочелюстей

туловищу. Плевробранхии функционируют лишь на последнем грудном сегменте, на двух предыдущих они рудиментарны, на остальных же сегментах плевробранхии отсутствуют. Между пучками жабр каждого сегмента, отделяя их друг от друга, располагаются эпиподитные пластинки, прилегающие к подобранхиям. Число и распределение жабр у десятиногих раков является одним из систематических признаков и выражается определенной, так называемой *жаберной формулой*.

Пинцетом следует аккуратно выделить жабру, поместить ее в каплю воды на предметном стекле с лункой или в часовое стекло и рассмотреть ее строение под бинокулярным микроскопом. Каждая жабра имеет перистое строение. Она состоит из основного стержня, от которого во все стороны отходят нитевидные боковые веточки. Они покрыты тонкой кутикулой, через которую осуществляется газообмен.

Внутри жаберной полости вода проникает через отверстия у основания грудных конечностей (начиная со второй пары). Циркуляции воды способствуют движения *скафогнатита* второй пары максилл.

Нервная система. После удаления всех систем органов речного рака следует ознакомиться с особенностями строения нервной системы речного рака. Она состоит из надглоточного ганглия (головного мозга), соединенного с подглоточным ганглием окологлоточными коннективами, и брюшной нервной цепочки. Удалив рострум, следует рассмотреть надглоточный ганглий. Он расположен впереди пищевода в месте приращения антенн. Внешне надглоточный ганглий не обнаруживает расчленения, хотя, как и у большинства членистоногих, он состоит из трех отделов: протоцеребрума, дейтоцеребрума и тритоцеребрума. От надглоточного ганглия в виде тонких сероватых тяжей отходят окологлоточные коннективы, расположенные по бокам пищевода. Они соединяют мозг с подглоточным ганглием, расположенным на уровне оснований первой пары ходильных ног. Его можно рассмотреть, удалив мускулатуру. Подглоточный ганглий является сложным образованием, возникшим в результате слияния ганглиев, иннервирующих три пары челюстей и три пары ногочелюстей.

Пять грудных ганглиев брюшной нервной цепочки можно рассмотреть, лишь осторожно удалив пинцетом специальный канал, образованный отростками эндостернитов. От этих ганглиев в обе стороны отходят по паре нервов, один из которых иннервирует мускулатуру соответствующего сегмента, другой – конечность.

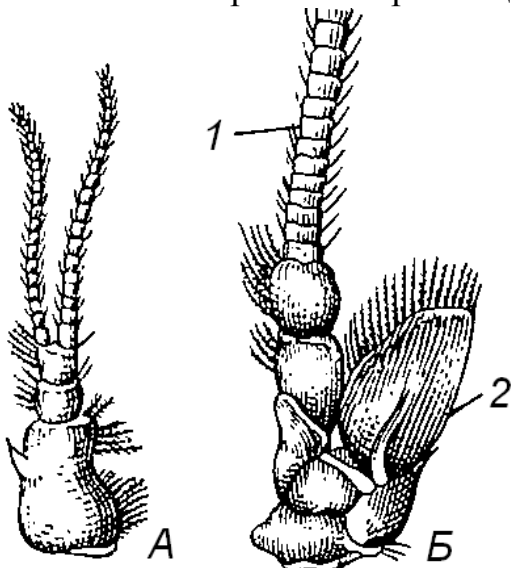
Аккуратно удалив мышцы-сгибатели брюшка, следует выделить и рассмотреть под бинокулярным микроскопом брюшной участок нервной цепочки (рис. 16). В его состав входят шесть парных ганглиев. Пять из них имеет одинаковое строение, каждый из них иннервирует соответствующий брюшной сегмент. От этих ганглиев отходят три пары нервов. Первая пара иннервирует конечности соответствующего сегмента, вторая пара – глубокие слои мускулатуры брюшка, третья пара – брюшную часть мускулатуры. Шестой ганглий имеет более крупные размеры и сложную структуру. Помимо последнего брюшного сегмента он иннервирует и тельсон. От него отходят пять парных нервов и один непарный.

Строение придатков тела и конечностей речного рака. Для вычленения конечностей используют ранее вскрытые экземпляры речного рака. Конечности вычленивают пинцетом, начиная от последней пары и заканчивая антеннулами. При этом конечность аккуратно захватывается пинцетом за основание и выщипывается. Следует соблюдать осторожность, чтобы не повредить тонкие и нежные ротовые конечности. Ознакомление со строением конечностей нужно начинать с конечностей головного отдела тела.

Как и у всех высших раков, у речного рака конечности имеются на всех сегментах тела. Их соответственно насчитывается 18 пар. В связи со специализацией к выполнению определенных функций многие из них видоизменились. Исходным вариантом строения служит двуветвистая конечность, которая характерна и для представителей других таксонов ракообразных, с которыми мы познакомились ранее. Такая конечность состоит из *протоподита* и причленяющихся к нему двух ветвей. В состав протоподита входят два членика – коксоподит и базиподит. К базиподиту причленяются более короткая наружная ветвь конечности – *экзоподит*, и внутренняя ветвь – *эндоподит*. Эндоподит состоит из пяти члеников: ишиоподита, мероподита, карпоподита, проподита и дактилоподита.

Конечности головного отдела. Головной отдел несет пару антеннул, которые являются придатками акрона, и четыре пары конечностей.

Антеннулы речного рака состоят из основания, слагающегося из трех члеников, и двух ветвей (рис. 18). Самый крупный членик основания имеет на верхней стороне щелевидное отверстие, которое закрыто



густыми щетинками. Внутри членика расположена камера статоциста – органа равновесия. В камере находятся многочисленные статолиты, роль которых выполняют песчинки. Ветви антеннул нитевидные, наружная из них имеет большую длину. Они покрыты многочисленными волосками, благодаря чему антеннулы играют роль органов химического чувства. Антенны – это видоизмененные конечности первого головного сегмента (рис. 18). У основания антенн на нижней поверхности коксоподита

Рис. 18. Антеннула (А) и антенна (Б) речного рака *Astacus* sp.: 1 – эндоподит; 2 – экзоподит

открывается выводное отверстие антеннальных желез. К коксоподиту причленяются две ветви антенн. Экзоподит имеет вид треугольной пластинки, заостренной на вершине. Она называется *чешуйка*. Чешуйки обеих антенн выполняют функцию механической защиты стебельчатых глаз рака. Эндоподит имеет вид длинного многочленистого придатка, покрытого волосками. Он называется *бич* и играет роль органа осязания.

Мандибулы, или верхние челюсти, существенно изменены в связи с выполняемой ими функцией. Это основные органы откусывания и измельчения пищи. Протоподит мандибул имеет вид мощной обызвествленной пластинки, внутренние края которой зазубрены, что позволяет раку откусывать и пережевывать кусочки пищи (рис. 19, А). В прочности жевательных пластинок можно убедиться, постучав по ним пинцетом или кончиком препаровальной иглы. Экзоподит у мандибул отсутствует, а эндоподит редуцирован и имеет вид короткого трехчленного щупика. Мандибулы имеют мощные мышцы, которые прикрепляются к внутренней стороне карапакса. Они обычно вычлняются вместе с мандибулами в виде короткого пучка.

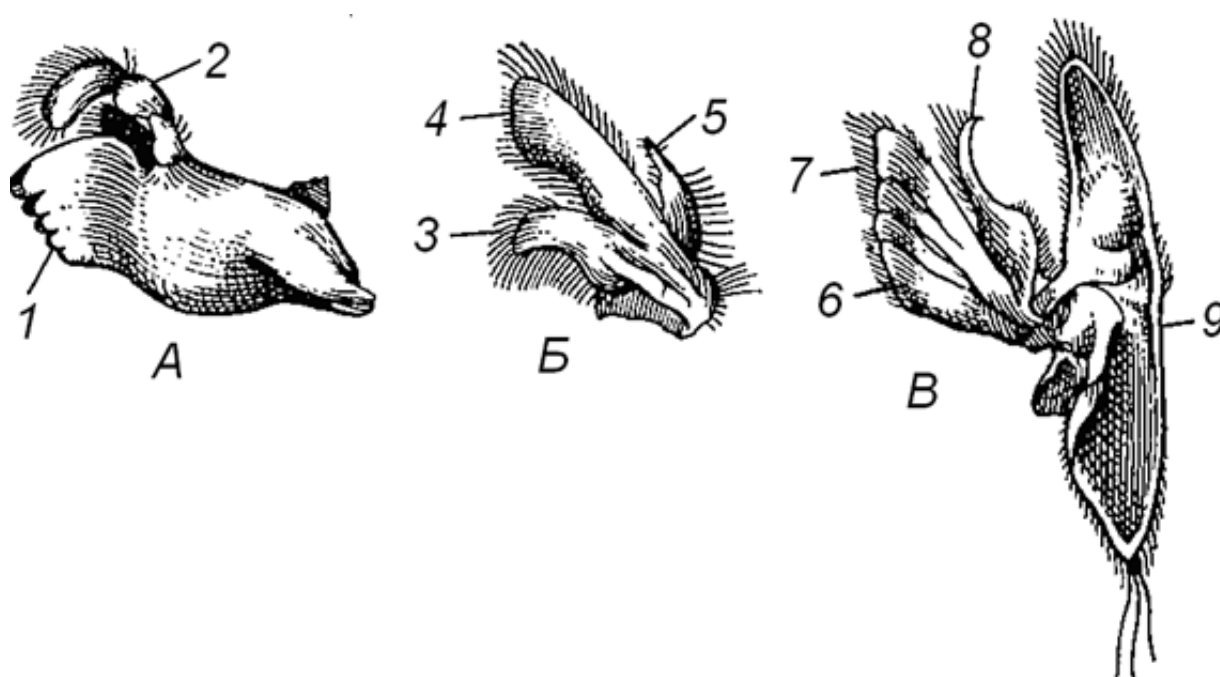


Рис. 19. Ротовые конечности речного рака *Astacus* sp.

А – мандибула; Б – максилла I; В – максилла II:

1 – жевательная лопасть мандибул; 2 – щупик мандибул; 3 – проксимальная жевательная лопасть максилл I; 4 – дистальная жевательная лопасть максилл I; 5 – эндоподит максилл I; 6 – проксимальная лопасть максилл II; 7 – дистальная лопасть максилл II; 8 – эндоподит максилл II; 9 – скафогнатит

Максиллы I имеют вид тонких слабо хитинизированных пластинчатых образований. Они состоят из коксоподита и базиподита (рис. 19, Б). К последнему причленяется листовидный щупик, который рассматривается как эндоподит. Экзоподит отсутствует. Внутренний край базиподита несет многочисленные зубчики. Максиллы I выполняют функцию

нижней губы. Максиллы II более крупные, нежели максиллы I. Их коксоподит и базиподит также имеют вид тонких листовидных пластинок, несущих по краю многочисленные волоски (рис. 19, В). Эндоподиты нерасчлененные, щупальцевидные. Экзоподиты, срастаясь с эпиподитами, образуют лопастевидный пластинчатый придаток – *скафогнатит*, или *лодочку*.

Находясь в постоянном движении, скафогнатит обеспечивает постоянный ток воды в жаберной полости. Мандибулы и две пары максилл вместе с верхней и нижней губой, представляющими собой складки покровов, окружают ротовое отверстие речного рака и формируют его ротовой аппарат.

Конечности грудного отдела. Первые три пары грудных конечностей отличаются от других по строению и называются ногочелюсти, или *максиллопеды*. Они имеют двуветвистое строение, их размеры возрастают от первой пары к третьей. Первая пара ногочелюстей самая маленькая с листовидными коксо- и базиподитами (рис.20, А). Эпиподиты хорошо развиты, имеют вид пластинок, которые вместе со скафогнатитами максилл II обеспечивают циркуляцию воды в жаберной полости. Экзоподит состоит из крупного основного членика и членистого жгутовидного придатка. Эндоподит небольшой двучленистый. Функция первой пары ногочелюстей – удержание и ощупывание пищи. Жаберные придатки отсутствуют.

Вторая пара ногочелюстей несколько крупнее первой. К коксоподиту причленяется слабо хитинизированная пластинка эпиподита, которая несет перистую жабру (рис.20, Б). Экзоподит крупный, состоит из пяти члеников. Третья пара ногочелюстей самая крупная. Ее эпиподит также несет перистую жабру, а, кроме того, пучок длинных щетинок (рис.20, В). Экзоподит имеет длинный основной членик и многочленистый жгут. Эндоподит крупный, хорошо развитый, состоит из типичных пяти члеников. Он служит для очистки глазных стебельков и антеннул от посторонних частиц. Функция второй и третьей пар ногочелюстей – удержание пищи и передача ее к ротовым конечностям рака.

Следующие за ногочелюстями пять пар одноветвистых грудных конечностей являются ходильными ногами (рис.21). Они утратили экзоподит. Эндоподит состоит из пяти члеников и представляет собой конечность рычажного типа. Первые три пары ходильных ног несут клешни, образованные проподитом и дактилоподитом. Проподит образует дистальный вырост, представляющий неподвижный палец клешни, к его основанию причленяется дактилоподит. Он выполняет функцию подвижного пальца. Первая пара ходильных ног самая мощная (рис.21, А).

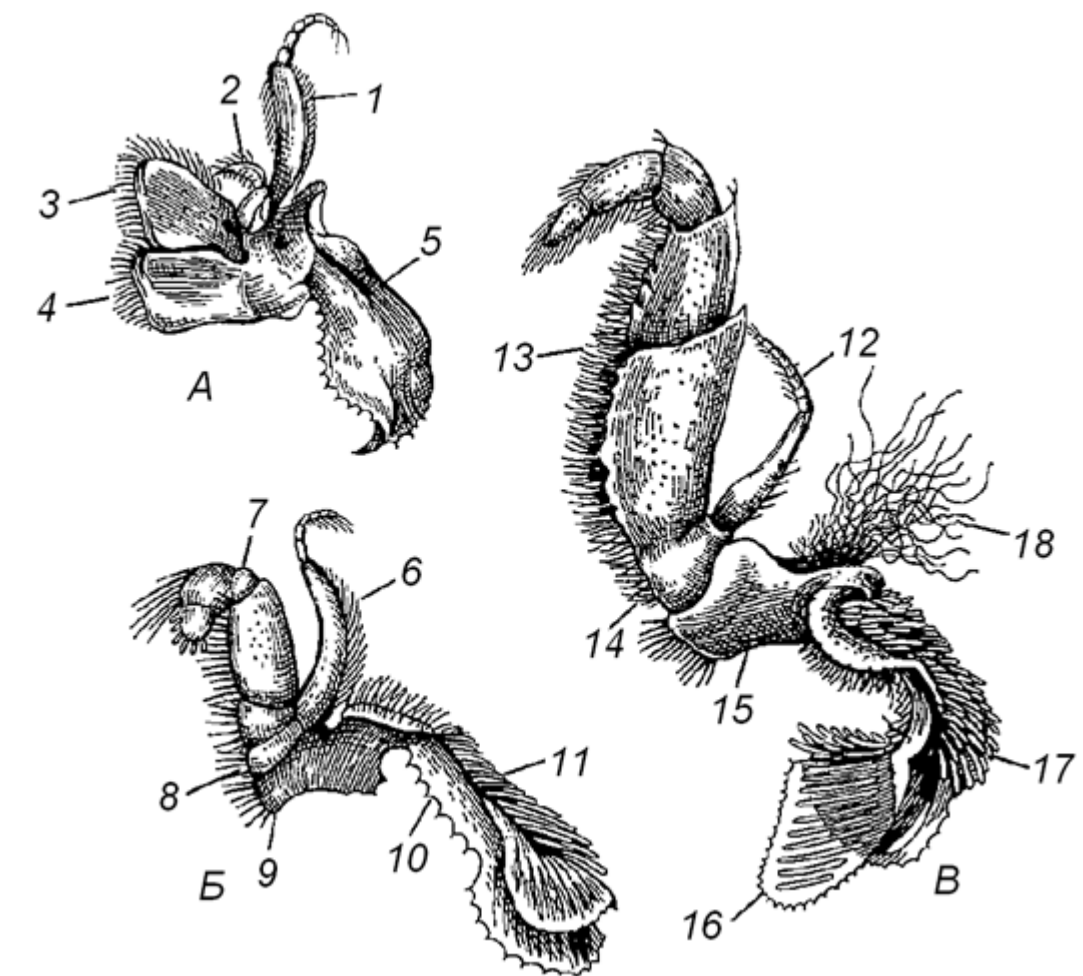


Рис. 20. Ногочелюсти речного рака *Astacus* sp. А – ногочелюсть I; Б – ногочелюсть II; В – ногочелюсть III. 1 – экзоподит ногочелюсти I; 2 – эндоподит ногочелюсти I; 3–4 – жевательные лопасти ногочелюсти I; 5 – эпиподит ногочелюсти I; 6 – экзоподит ногочелюсти II; 7 – эндоподит ногочелюсти II; 8 – базиподит; 9 – коксоподит; 10 – эпиподит ногочелюсти II; 11 – жабры ногочелюсти II; 12 – экзоподит ногочелюсти III; 13 – эндоподит ногочелюсти III; 14 – базиподит ногочелюсти III; 15 – коксоподит ногочелюсти III; 16 – эпиподит ногочелюсти III; 17 – жабры ногочелюсти III; 18 – нити коксоподита

Она несет крупную клешню с длинным неподвижным пальцем. Движения дактилоподита управляются мускулатурой. На внутренних краях клешней имеются зубцы. Благодаря такому строению клешней первая пара ног является органами защиты и нападения и используется

для манипуляции с различными объектами. Молодые рачки с помощью клешней удерживаются на брюшных ножках самки.

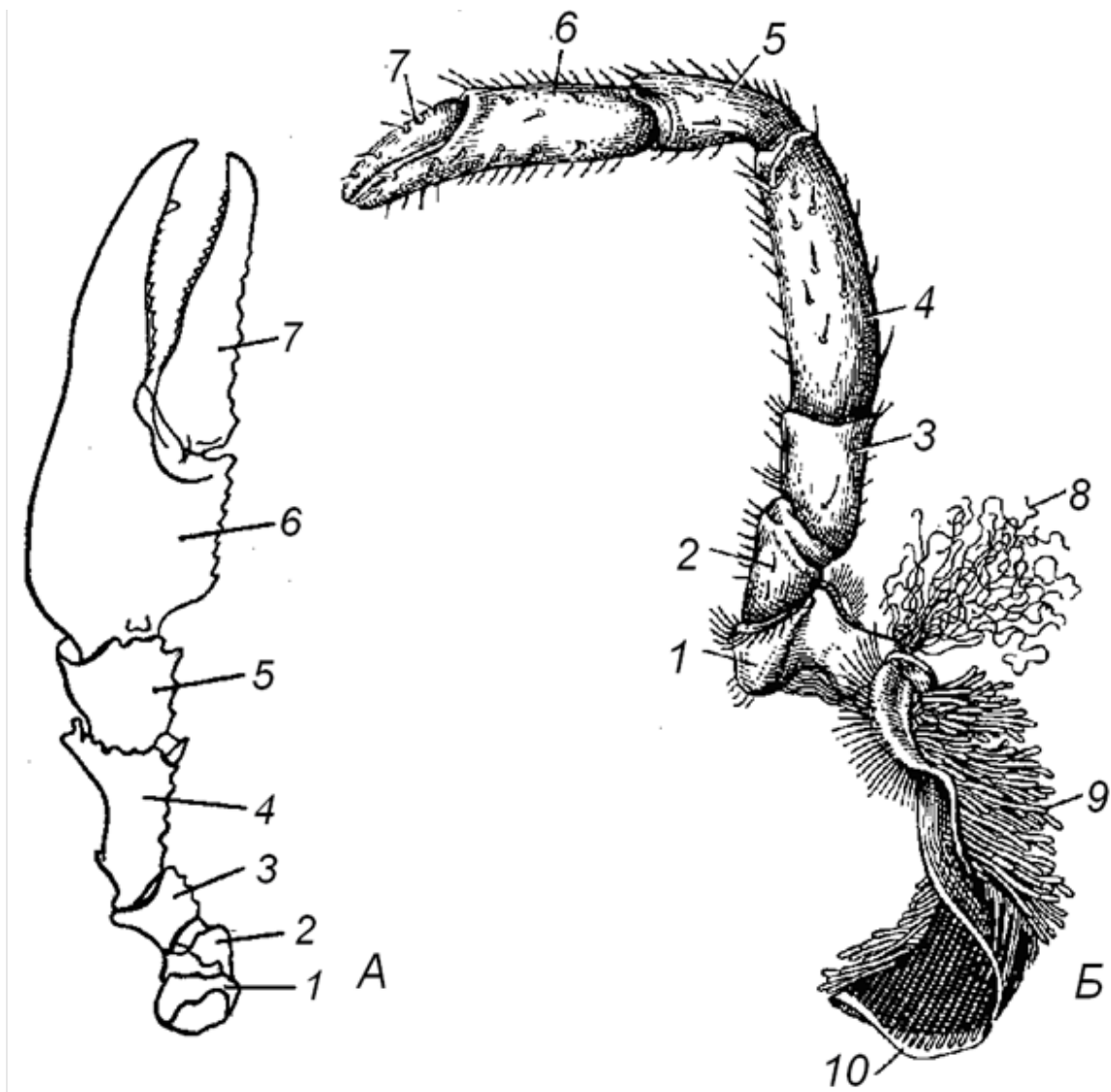


Рис. 21. Ходильные ноги речного рака *Astacus* sp. первой (А) и второй (Б) пары: 1 – коксоподит; 2 – базиподит; 3 – ишиоподит; 4 – мероподит; 5 – карпоподит; 6 – проподит; 7 – дактилоподит; 8 – нити коксоподита; 9 – жабра; 10 – эпиподит

Кроме того, эти конечности наряду с остальными ходильными ногами используются при ползании по дну. Размеры клешней второй и третьей пар ходильных ног значительно меньше по сравнению с первой (рис.21, Б). Четвертая и пятая пары грудных конечностей не имеют клешней. Их дактилоподиты вытянуты в виде коготка и подвижно сочленены с про-

подитом. Коксоподиты 2–4-ой пар ходильных ног имеют эпиподиты, жабры и волосковидные щетинки. Пятая пара не имеет этих образований.

Конечности брюшного отдела. Конечности 1–5-го брюшных сегментов речного рака называются *плеоподы* – плавательные ножки. У самок и самцов наблюдаются различия в строении плеопод первой и второй пар плеопод. У самок первая пара плеопод рудиментарна и имеет вид маленьких щетинок (рис.22, Б). Первая и вторая пары плеопод самцов видоизменены и выполняют функцию совокупительных органов.

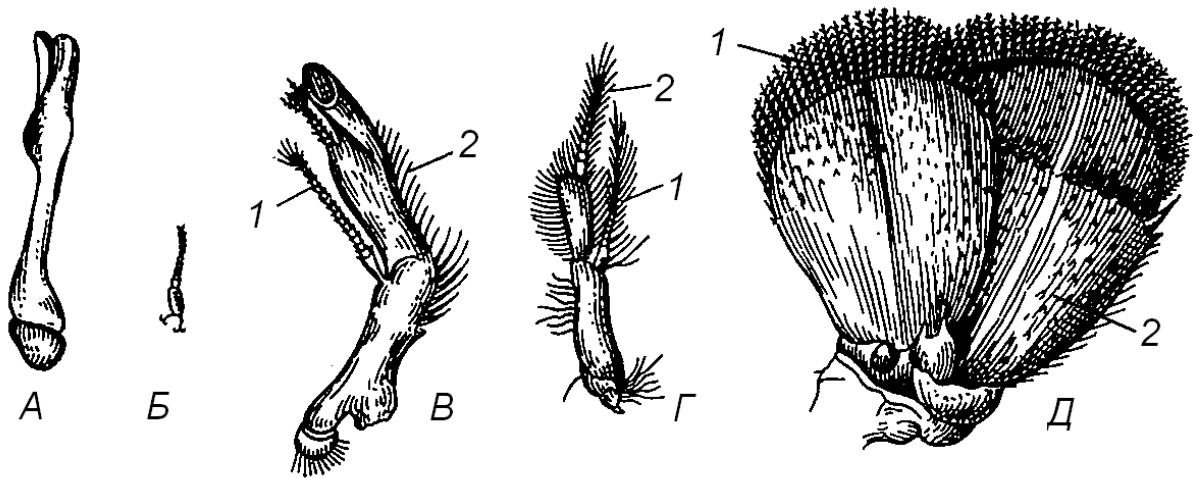


Рис. 22. Брюшные конечности речного рака *Astacus* sp.:
А – гоноподии I самца; Б – плеоподы 1-ой пары самки; В – гоноподии II самца; Г – плеоподы 3-ей пары самки; Д – уроподы.
1 – экзоподит; 2 – эндоподит

Они называются *гоноподии*. Обе пары гоноподий подогнуты под брюшко, их концы направлены вперед и доходят до последнего грудного сегмента. Первая пара гоноподий одноветвистые и нерасчлененные (рис.22, А). Такое их строение, по-видимому, связано со слиянием протоподита и эндоподита. Загнутые края первых гоноподий образуют желобок, направляющий семенную жидкость при копуляции. Вторая пара гоноподий сохраняет двуветвистое строение. Их протоподит состоит из двух члеников (рис.22, В). С протоподитом сочленяется хорошо развитый эндоподит. К основному членнику прикреплен членистый жгутовидный придаток. Дистальная часть основного членника несет желобовидную выемку и заканчивается расширением в форме воронки. Экзоподит слабо развит, в его состав входят основной членник и жгутовидный членистый

придаток. Функция гоноподий – формирование сперматофоров и прикрепление их в области половых отверстий самок.

2–5-ая и 3–5-ая пары плеопод самок и самцов, соответственно, имеют одинаковое строение (рис.22, Г). Они двуветвистые и отличаются меньшими размерами и неполным числом члеников по сравнению с ходильными ногами. Их протоподит состоит из более короткого коксоподита и длинного базиподита. К нему крепятся две ветви, покрытые многочисленными хитиновыми волосками. Эндоподит включает длинный основной членик, к которому прикрепляется членистый жгутовидный придаток. Экзоподит короче эндоподита. Он имеет короткий основной членик и членистый жгут. Плеоподы служат для плавания. Двигая ими, рак медленно плавает. Помимо этого, у самок к плеоподам прикрепляются яйца и впоследствии вышедшая из яиц молодь. Конечности шестого сегмента брюшка называются *уроподы*. Они двуветвистые, сильно хитинизированные и покрыты многочисленными щетинками (рис.22, Д). К укороченному протоподиту уропод причленяются экзо- и эндоподит. Эндоподит имеет вид широкой нерасчлененной пластинки. Экзоподит обладает более крупными размерами и разделен поперечной бороздой на две части. Вместе с уплощенным тельсоном уроподы образуют так называемый *хвостовой плавник*. Подгибая брюшко с расправленным плавником, рак совершает толчкообразные движения и плавает задом наперед. Такой способ передвижения раки используют в случае опасности.

После ознакомления с деталями строения конечностей и придатков тела речного рака необходимо зарисовать их, обозначив отделы и членики.

Разнообразие отряда Decapoda – Десятиногие раки

Поскольку к отряду *Decapoda* принадлежат очень разнообразные по внешнему виду и образу жизни ракообразные, следует ознакомиться с наиболее распространенными представителями основных морфо-экологических группировок.

Креветки

Материал. Наиболее доступными и массовыми представителями этой группы десятиногих раков являются травяные креветки *Palaemon sp.* (подотряд *Macrura*, семейство *Palaemonidae*) и, в частности, черноморская травяная креветка *Palaemon adspersus* (длина – 6 см). Она является типичным обитателем мелководий Черного, Азовского, Балтийского

и Северного морей, где держится обычно вблизи зарослей водорослей. Пищей ей служат детрит, водоросли и мелкие животные, такие как моллюски, полихеты и рачки. Помимо *Palaemon sp.* для занятий можно использовать также представителей других родов, например, *Crangon crangon* (семейство *Crangonidae*). Длина самок этого вида составляет около 7 см, самцов – 4,5 см. Распространены эти креветки от Белого моря до Восточной части Атлантического океана, включая Северное и Балтийское моря, и до Средиземного и Черного моря на юге. Днем они обычно закапываются в песок, меняя окраску, и сидят, выставив наружу глаза и антеннулы, ночью же отправляются на поиски пищи. Пищей этим креветкам служат черви, мелкие рачки, водоросли и детрит.

Для занятий используют фиксированный материал.

Внешняя морфология. Тело креветок обычно удлинненное, цилиндрическое, слегка сжатое с боков. Между глазами расположен длинный рострум (рис. 23).

Кутикула креветок обычно слабо обызвествленная, тонкая и эластичная, что связано с приспособлением к активному плаванию. Благодаря наличию хроматофоров креветки обладают изменчивой окраской, которая определяется условиями среды.

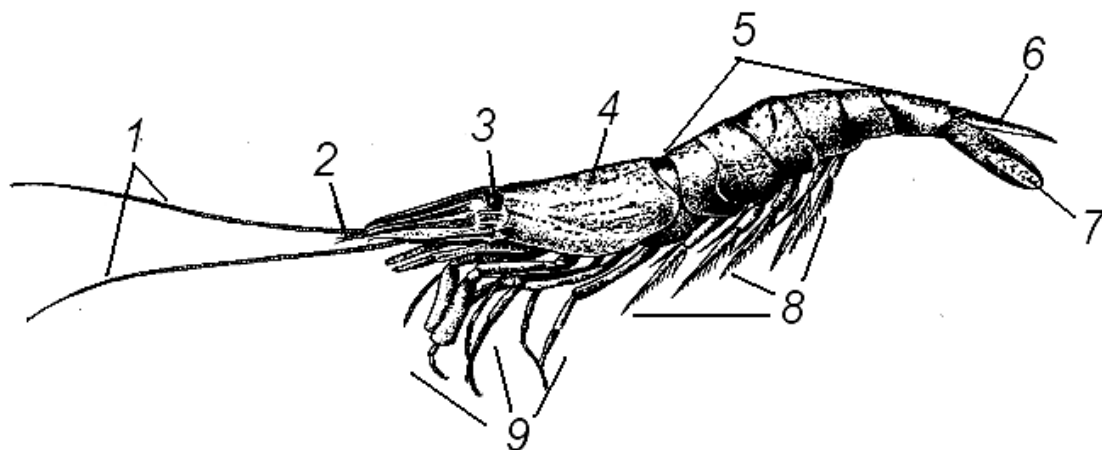


Рис. 23. Внешний вид креветки *Crangon crangon*: 1 – антенны; 2 – антеннулы; 3 – глаз; 4 – карапакс; 5 – брюшко; 6 – тельсон; 7 – уropоды; 8 – плеоподы; 9 – грудные конечности (торакоподы)

В связи с активным плаванием брюшко креветок сильно развито, длиннее головы и груди и часто сжато с боков. Антеннулы креветок, в отличие от речных раков, трехветвистые. Антенны имеют широкую удлиненную чешуйку (экзоподит) и очень длинный многочленистый

жгут (эндоподит). Ротовые конечности миниатюрные. При их рассмотрении следует соблюдать осторожность.

Первые 2–3 пары ходильных ног несут клешни. У *Crangon* на передних ногах настоящие клешни заменены на подклешни. Ходильные ноги и плеоподы креветок более длинные и стройные, чем у речного рака. Уроподы вместе с тельсоном образуют хвостовой плавник (рис. 23).

Плавают креветки, отталкиваясь от воды относительно крупными плеоподами. При этом антенны и торакоподы прижимаются к гнатотораксу, а брюшко выпрямляется. У плавающих креветок вода свободно проникает в жаберные полости и, направляемая движениями скафоэпигнатита максилл II, омывает жабры. В случае опасности креветки, как и речные раки, рывками сгибают брюшко и, отталкиваясь хвостовым плавником и плеоподами, уплывают от врага хвостом вперед. У самок креветок плеоподы помимо плавания служат для вынашивания яиц и молоди. Развитие креветок происходит с метаморфозом.

После изучения особенностей внешней морфологии креветок, следует зарисовать их внешний вид, обозначив основные отделы тела, придатки и конечности.

Раки-отшельники

Материал. В качестве материала можно взять любые виды раков-отшельников, использующих для укрытия пустые раковины брюхоногих моллюсков, например, виды рода *Pagurus* (подотряд *Anomura*, семейство *Paguridae*).

Для занятий используют фиксированный материал.

Внешняя морфология. Особенности внешнего строения раков-отшельников следует изучить, рассмотрев экземпляр, вынутый из раковины.

В связи с обитанием в раковинах гастропод раки-отшельники приобретают специфический облик, отличающий их от остальных десятиногих раков (рис. 24). Они имеют мягкие покровы. Карапакс лишь со спинной стороны слабо обызвествлен.

Первая пара ходильных ног несет большие клешни (рис. 24). Одна из них имеет более крупные размеры и служит для того, чтобы закрывать вход в раковину, в глубине которой рак прячется в случае опасности. Многие виды раков-отшельников сразу после линьки занимают новую, подходящую по размерам раковину и прижимают клешню к устью так плотно, чтобы она приняла нужную форму и соответствовала размеру устья. Ходильные ноги 2–3-ей пар служат для передвижения по дну. Ко-

нечности 4–5-ой пар укорочены, упираются в стенки раковины и предназначены для ее удержания (рис. 24).

Постоянно находясь в асимметричной спирально завитой раковине, брюшко раков-отшельников приобретает ее форму: оно также становится асимметричным и его конец закручен в виде штопора. В связи с тем, что в брюшке расположены почти все внутренние органы, которые у других декапод находятся в грудном отделе, оно вздутое (рис. 24).

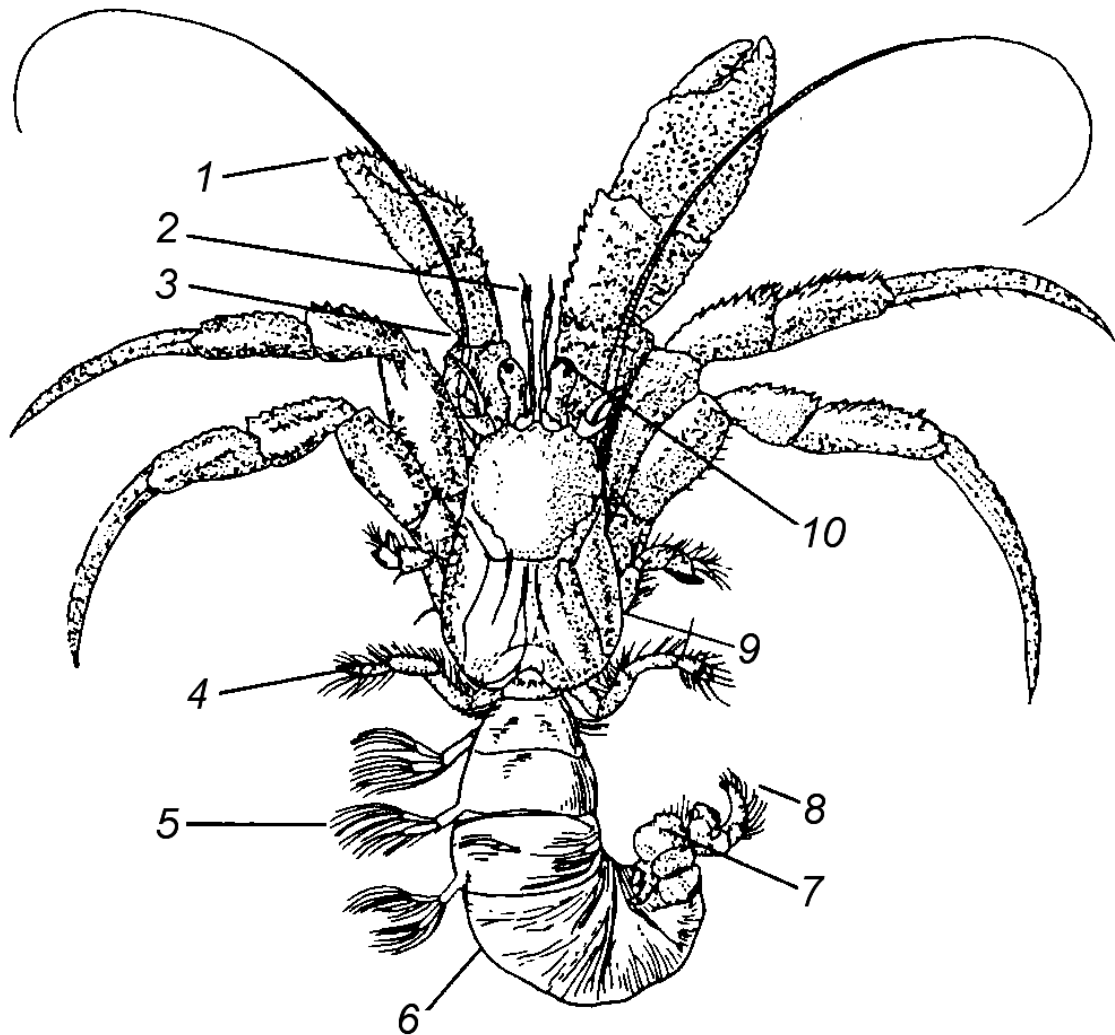


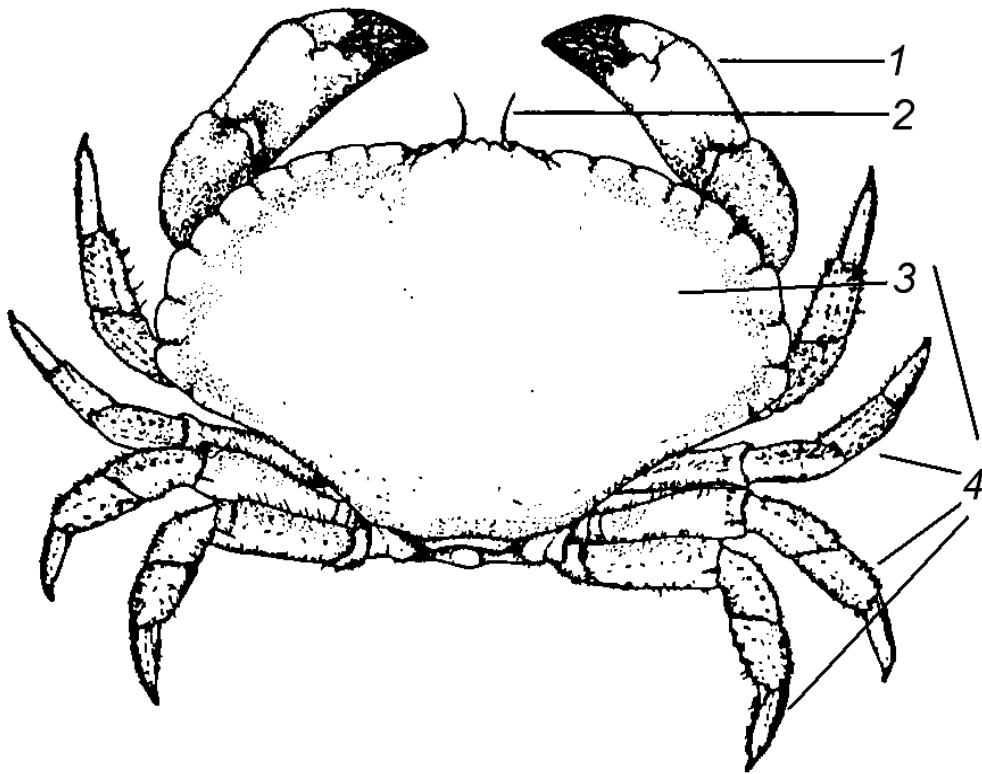
Рис. 24. Внешний вид рака-отшельника *Pagurus bernhardus*, вынутого из раковины: 1 – грудная конечность 1-ой пары; 2 – антеннула; 3 – антенна; 4 – грудная конечность 5-ой пары; 5 – плеопода 2-ой пары; 6 – брюшко; 7 – тельсон; 8 – уропода

Плеподы у раков-отшельников развиты только на той стороне брюшка, которая прилегает к наружной стенке раковины, а уропода с этой стороны гораздо крупнее, чем с противоположной.

После изучения морфологии необходимо зарисовать внешний вид рака-отшельника.

Крабы

Материал. Самыми многочисленными представителями этой морфо-экологической группы являются виды рода *Carcinus* (подотряд *Brachiura*, семейство *Cancriidae*). Травяной краб *Carcinus terraneus* является типичным обитателем Черного и Балтийского морей.



**Рис. 25. *Cancer pagurus*, вид со спинной стороны:
1 – грудная конечность 1-ой пары; 2 – антенна; 3 – карапакс;
4 – грудные конечности 2–5-ой пар**

Ширина карапакса самцов составляет 6 см. Травяные крабы предпочитают каменистые грунты. Самцы питаются моллюсками, которых разделяют клешнями, а самки – червями.

Внешняя морфология. Крабы имеют сильно уплощенное тело, защищенное мощным, пропитанным известью, карапаксом шестиугольной формы. Его ширина обычно превышает длину, в связи с чем бока сильно выдаются в стороны. Глаза у крабов крупные фасеточные, сидят на подвижных стебельках, которые способны втягиваться в глазничные ямки.

Антеннулы очень короткие, щетинковидные. Они широко расставлены и направлены вперед. Антенны также короткие, изогнутые, располагаются между антеннулами и могут прятаться в особых углублениях (рис. 25).

Перевернув краба брюшной стороной кверху, следует рассмотреть остальные конечности. Рот и ротовые конечности полностью прикрыты уплощенными ногоchelюстями III (рис. 26). Первая пара ходильных ног несет мощные клешни. Размеры правой и левой клешней могут сильно различаться. Большая (давющая) клешня сильнее и служит для раздавливания добычи, меньшая же используется для разрезания ее на куски. Остальные четыре пары ходильных ног заканчиваются коготками. С помощью грудных ножек крабы могут легко передвигаться вперед, назад и в стороны.

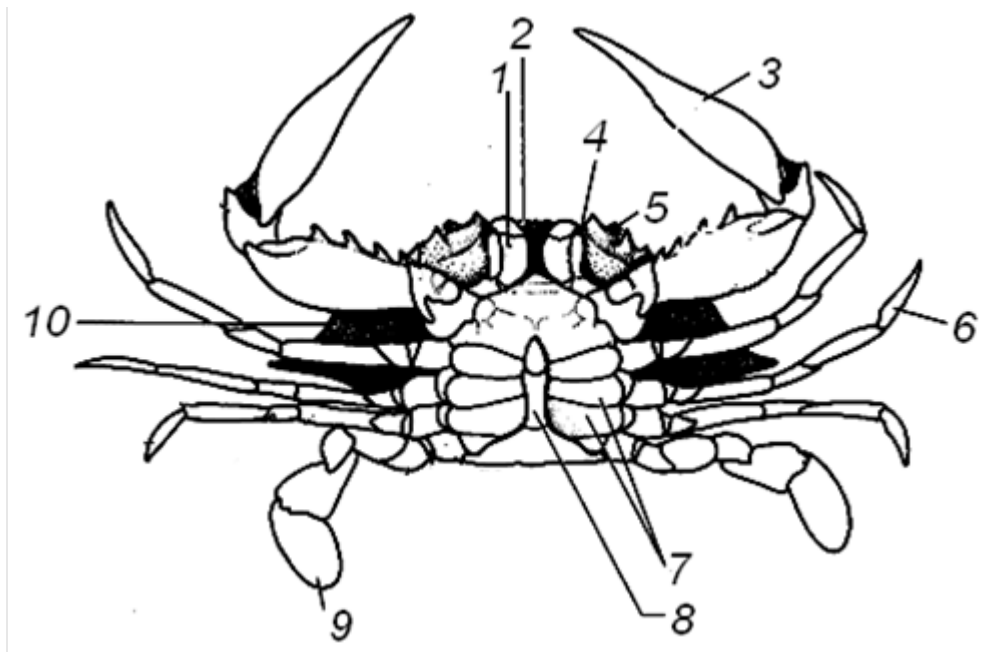


Рис. 26. Краб-плавунец семейства Portunidae (самец), вид с брюшной стороны: 1 – ногоchelюсть III; 2 – щупик ногоchelюсти; 3 – клешня ходильной ноги 1-ой пары; 4 – ротовой аппарат; 5 – глаз; 6 – торакопода III; 7 – стерниты грудных сегментов; 8 – брюшко; 9 – плавательная конечность; 10 – карапакс

Брюшко у крабов короткое, подогнутое под карапакс (рис. 26). Для крабов характерен половой диморфизм, проявляющийся в различиях в строении и форме брюшка самцов и самок. У самок брюшко широкое, полукруглое, с хорошо различимыми шестью сегментами. У самцов

брюшко узкое, имеет вид треугольной пластинки, границы между 2–5-ым сегментами практически не различимы.

С помощью пинцета следует аккуратно отогнуть брюшко и рассмотреть брюшные конечности. У самок на 2–5-ом сегментах располагаются двухветвистые плеоподы, покрытые густыми волосками. Они никогда не используются для плавания, а служат для вынашивания яиц и молоди. У самцов две пары конечностей первых двух брюшных сегментов видоизменены в копулятивные органы – гоноподии, имеющие вид пипеток (*петазмы*). Они служат для введения семенной жидкости в протоки семяприемников самок. Остальные плеоподы у самцов редуцированы. Уроподы и, следовательно, хвостовой веер у крабов отсутствуют. Брюшной отдел заканчивается тельсоном с анальным отверстием.

Необходимо зарисовать внешний вид краба со спинной и брюшной (отдельно самца и самку) стороны.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Иванов, А. В.* Большой практикум по зоологии беспозвоночных. Типы: Кольчатые черви, Членистоногие: учеб. пособие для студентов биол. спец. ун-тов. / А. В. Иванов, А. С. Мончадский, Ю. И. Полянский, А. А. Стрелков. – М.: Высш. шк., 1981. – Ч.2. – 504 с.
2. Жизнь животных. – 2-е изд. – М.: Просвещение, 1988. – Т.2. – 447 с.
3. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 510 с.
4. Определитель беспозвоночных России и сопредельных территорий.– СПб.: ЗИН РАН, 1995. – Т.2. – 630 с.
5. *Шалапенок, Е. С.* Практикум по зоологии беспозвоночных / Е. С.Шалапенок, С. В.Буга. – Минск: Новое знание, 2002. – 272 с.
6. Зоология беспозвоночных: в 2 т. / под ред. В. Вестхайде и Р. Ригера. – М.: Т-во науч. изданий КМК. – 2008. – Т. 2. – С. 513 – 935.
7. *Рупперт, Э.Э.* Зоология беспозвоночных: Функциональные и эволюционные аспекты: учебник для студентов вузов: в 4 т. / Э. Э. Рупперт, Р. С. Фокс, Р. Д. Барнс. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – Т.3. – 496 с.
8. *Догель, В. А.* Зоология беспозвоночных: учебник для ун-тов / В. А. Догель / под ред. проф. Ю. И. Полянского. – М.: Высш. шк., 1981. – 606 с.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Подкласс <i>Malacostraca</i> – Высшие раки..... | 3 |
| Отряд <i>Isopoda</i> – Равноногие раки..... | 3 |
| Отряд <i>Amphipoda</i> – Разноногие раки..... | 14 |
| Отряд <i>Decapoda</i> – Десятиногие раки..... | 21 |
| Разнообразие отряда <i>Decapoda</i> – Десятиногие раки..... | 36 |
| Креветки..... | 36 |
| Раки-отшельники..... | 38 |
| Крабы..... | 40 |
| Литература..... | 42 |

Учебное издание

Круглова Оксана Юрьевна

КЛАСС *CRUSTACEA* – РАКООБРАЗНЫЕ

**Методические рекомендации
к лабораторным занятиям по спецпрактикуму**

В двух частях

Часть 2

ВЫСШИЕ РАКООБРАЗНЫЕ

**Для студентов IV курса биологического факультета
специальности 1-31 01 01 «Биология»
специализации 1-31 01 01-02 01 «Зоология»**

В авторской редакции

Ответственный за выпуск *О. Ю. Круглова*

Подписано в печать 20.11.2014. Формат 60×84/16. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 2,56. Уч.-изд. л. 1,81. Тираж 50 экз. Заказ

Белорусский государственный университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/270 от 03.04.2014.
Пр. Независимости, 4, 220030, Минск.

Отпечатано с оригинал-макета заказчика
на копировально-множительной технике биологического факультета
Белорусского государственного университета.
Ул. Курчатова, 10, 220064, Минск.