

Министерство образования и науки Российской Федерации
Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова
Кафедра экологии и зоологии

В. П. Семерной

ГИДРОБИОЛОГИЯ

*Методические указания
к лабораторному практикуму*

*Рекомендовано
Научно-методическим советом университета
для студентов, обучающихся по направлению Биология*

Ярославль
ЯрГУ
2013

УДК 574.5(075.8)
ББК Е082я73
С30

*Рекомендовано
Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного издания. План 2013 года*

Рецензент
кафедра экологии и зоологии ЯрГУ

Семерной, Виктор Петрович.

С30 Гидробиология : методические указания к лабораторному практикуму / В. П. Семерной ; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова. – Ярославль : ЯрГУ, 2013. – 84 с.

Данные методические указания к лабораторному практикуму включают материалы по основным морфо-функциональным группам пресноводного зоопланктона и зообентоса.

Предназначены для студентов, обучающихся по направлению 020400.62 Биология (дисциплина «Гидробиология», цикл Б3), очной формы обучения.

УДК 574.5(075.8)
ББК Е082я73

© ЯрГУ, 2013

ВВЕДЕНИЕ

Определение организмов в гидробиологических исследованиях с точностью до вида становится одной из обязательных задач. В настоящее время большинство водных организмов имеют индикаторную значимость – индекс сапробности, и каждый в отдельности или лучше в совокупности могут достаточно определённо характеризовать качество воды или сапробность водоёма (зоны). Существует много оценочных индексов сапробности и расчётных формул, которые учитывают индикаторную значимость отдельных видов (Пантле-Букк) или в целом систематической группы (хинономидный индекс Балускиной). Эти и другие индексы используются в учебной практике по общей гидробиологии для биологов и водной биоценологии для экологов на факультете биологии и экологии ЯрГУ.

Определение организмов требует хорошего знания морфологии определяемой группы с использованием оптики и лабораторного оборудования. Зоологическое образование бакалавров-биологов и особенно экологов далеко недостаточно для самостоятельного определения гидробионтов в период полевой практики. Предварительное знакомство с морфологией основных групп водных организмов и приобретение навыков определения видов проходит на лабораторных занятиях по гидробиологии. Приступая к определению организмов планктона и бентоса, студенты должны изучить морфологию определяемой группы по коллекционным препаратам или по изготовленным временным препаратам в глицерине. Студентам предлагается самим выбрать для определения организмы из лабораторного материала, изготовить временные препараты и, используя данные методические указания, попытаться определить сначала род, а затем вид организма. Определение до вида проводится по специальным определителям. В настоящее время систематика гидробионтов претерпела глубокие ревизии, и в этой связи издана серия определителей из шести книг, в которых отражены ревизии последнего времени и приведены ключи определения до рода и вида пресноводных гидробионтов России и сопредель-

ных территорий. Работа с этими определителями для начинающих специалистов вызывает большие затруднения из-за обилия видов и тонкой диагностики по признакам строения отдельных органов, особенно ротовых конечностей членистоногих и половых конечностей ракообразных-копепод. Кроме того, библиотека факультета биологии и экологии ЯрГУ не имеет всей серии определителей последнего издания.

Данные методические указания подготовлены с целью формирования у студентов знаний по морфологии организмов некоторых наиболее крупных и постоянно встречающихся групп гидробионтов планктона и бентоса при прохождении полевой практики. Методические указания не являются определителем, а только ориентируют студентов в разнообразии отдельных признаков организмов при изучении морфологии. Ввиду недостаточности времени на лабораторные работы, препаровка животных не проводится и студентам предлагается изучить внешние признаки отдельных частей тела и видимых их элементов строения, имеющих таксономическое значение. В приводимых таблицах показаны представители родов и некоторые характерные признаки тех организмов, которые широко распространены в Европейской части России и могут встречаться в нашем регионе и при прохождении полевой практики на биостанции ЯрГУ «Улейма». Для более глубокого изучения групп гидробионтов используется библиотечная литература и книги из частной библиотеки преподавателей, а также интернет-ресурсы.

1. ПРОСТЕЙШИЕ PROTOZOA

К подцарству Protozoa относятся гетеротрофные эукариоты, среди которых есть одноклеточные моно- и полиэнергидные, многоклеточные и колониальные организмы. Общее свойство всех представителей подцарства: их организация не выходит за пределы клеточного уровня, т. е. подавляющее большинство дифференцировок, приводящих к возникновению того или иного плана организации, происходят внутри клеток. У многоклеточных простейших никогда не возникает гетероклеточность, приводящая к образованию ансамблей клеток, объединенных сходством выполняемых функций (тканей или тканоидов) (Буруковский, 2010. С. 7).

Главными морфологическими характеристиками простейших являются:

1. Размеры. Они могут варьироваться в пределах 10^6 : самые мелкие – до 20 мкм (*Spiromonas angusta* – 8–10–18 мкм), самые крупные – десятки сантиметров (ныне существующие фораминиферы и колониальные радиолярии) и более 1 м (ископаемые фораминиферы); размеры определяются средой обитания. Самые мелкие – внутриклеточные паразиты.

2. Форма и строение – от постоянной округлой и овальной до непостоянной с большим или меньшим числом выростов эктоплазмы – псевдоподий (лобоподий, филлоподий, ризоподий). Увеличение поверхности обеспечивает более полную связь с окружающей средой.

3. Окраска (цвет) – от прозрачной до зелёной, красной, бурой и даже чёрной. Цвет зависит от содержания в клетке хлоропластов у миксотрофных организмов, пигментов и включений. Окраска наружных скелетов (раковин) у радиолярий и фораминифер зависит от обитания в более или менее освещённой зоне.

4. Движение. Простейших можно разделить на активно движущихся (мобилия) и сидячих (сессилия). Первые передвигаются с помощью жгутиков (*Mastigophora*), ресничек (*Ciliata*), псевдоподий (*Sarcodina*), ундулирующего движения эпицитарных выростов (*Gregarinomorpha*). Сидячие простейшие тоже могут передвигаться: дочерние особи при бесполом размножении «бродяжки» покидают материнскую особь, плавают, находят подходящий субстрат и оседают, превращаясь во взрослую особь (*Suctoria*).

5. Питание. По типу питания простейших можно разделить на хищных (*Infusoria*, *Dileptus*, *Didinium*, *Suctorio*), детритофагов (*Sarcodina*), детритофагов-фильтраторов (*Infusoria*, *Tetrahymenophorea*, *Peritricha*), паразитов (*Sarcodina*, *Amoebina*, *Sporozoa*, *Zoamastigota*: *Trypanosomamonadida*, *Diplomonadida*, *Parabasalida*), комменсалов (*Infusoria*, *Chonotricha* – на раках, *Peritrichida* родов *Apiosoma*, *Ambiphrya*, *Scyphidia*, *Epistylis* – на рыбах, при массовом развитии становятся патогенными). Эти организмы обитают в основном на поверхности тела водных беспозвоночных (ракообразных, насекомых). Для эктокомменсалов характерно наличие разнообразных адаптаций к прикрепленному образу жизни в виде прикрепительных органелл, раковин и т. п., а также наличие различных расселительных стадий.

6. Размножение. Встречаются следующие способы: 1. Бесполое – деление особи на две особи с последующим ростом (*Sarcodina*, *Amoeba*; *Infusoria*); деление на несколько или даже большое число особей без последующего роста – палинтомия (*Volvax*, *Dinoflagellata*, *Sporozoa* – шизогония); эндодиегения (*Sporozoa*); 2. Половое: а) в форме конъюгации (*Infusoria*); б) с гаметогенезом и образованием зиготы (*Sporozoa*, *Opalinina*).

В пресноводной гидробиологии специалисты зоологического профиля, прежде всего протозоологи, имеют дело с простейшими в нескольких случаях:

1. Фаунистические исследования, когда есть необходимость сделать аннотированные списки фауны какого-то водоёма по всем основным систематическим группам. В этом случае даются списки видов в современной зоологической классификации. Списки составляются специалистами-протистологами на основе ранее выполненных специальных исследований для данного водоёма по известным морфофизиологическим группам. В таких списках обычно указываются биотопы, или распространение, степень встречаемости, зоогеография и библиографические данные (Аннотированные списки фауны озера Байкал. Кн. 1. 2001; Кн. 2. 2009).

2. Учёт простейших как компонента сообществ или биоценозов. При этом обычно преследуются цели: а) дать количественную оценку в составе сообществ зоопланктона и зарослевой фау-

ны. Здесь обычно учитываются раковинные амёбы родов *Arcella* и *Difflugia* (рис. 1.1–1.4) в живом и фиксированном материале; б) установить место и роль простейших в трофо-ценотической структуре биогидроценоза. Здесь учитываются функциональные группы: хищные виды (*Didinium* и *Dileptus*) и суктории-сосущие (*Suctorio*), фильтраторы-сидячие: *Peritricha* (*Vorticella*, *Zoothamnion*, *Carchesium*), *Choanoflagellata* (*Codonosiga*, *Sphaeroeca*) по табл. 1.1; в) дать оценку простейших как кормового объекта для какой-то группы беспозвоночных или личинок рыб.

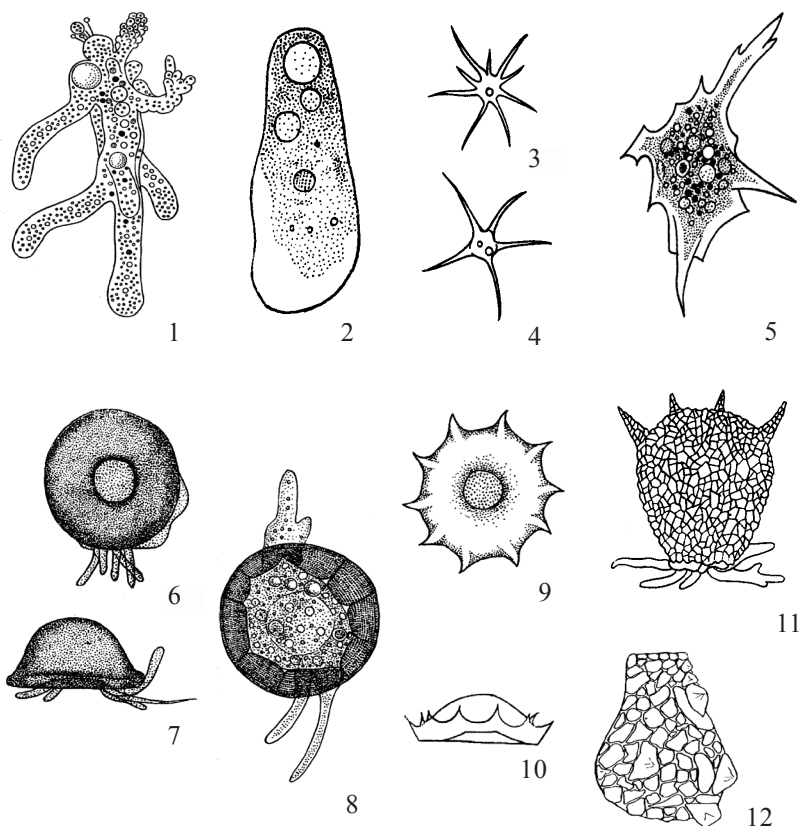
3. С индикаторами качества воды. Свободно живущие простейшие могут служить удобным и хорошим индикатором качества воды в системе биологической очистки сточных вод и открытых водоёмов. Для этого используются методы светового микроскопирования с невысоким разрешением микроскопа при наблюдении за наличием, количеством и активностью таких отрядов инфузорий класса *Ciliata*, как *Hymenostomatida* (*Parameciidae*, *Paramecium caudatum* Ehr. – инфузория туфелька), *Peritrichida* (*Vorticellidae*, *Vorticella* – сувойки), *Heterotricha* (*Stentor coeruleus* – трубач, стенойонный вид), *Spirotrichea* (*Sporadotrichida* *Oxytrichidae*, *Stylonychia*); отряд *Hypotrichida* («брюхоресничные инфузории», *Euplotes*, *Stylonychia*) (см. табл. 1.2).

В качестве объектов биотоксикологии простейшие почти не используются. Известно небольшое число работ по оценке накопления культурами жгутиконосцев радиоактивных изотопов.

4. При изучении под микроскопом ракообразных, личинок насекомых и олигохет можно видеть сидячих инфузорий-комменсалов. Особенно многочисленны они на ротовых конечностях, например, диаптомуса и на заднем конце олигохет-тубифицид. Это направление наиболее полно и интересно может оперировать представлениями о простейших как об удобном и легко доступном объекте оперативного анализа качества воды, например инфузория трубач, бесцветные жгутиконосцы – чем больше их, тем хуже вода. Закисленные водоёмы всегда содержат больше раковинных амёб. В достаточно очищенных и осветлённых сточных водах особенно много эуглиф. В прибрежных сообществах рек всегда можно найти много диффлюгий. Наиболее

часто встречаются арцеллы. Они выделяются своей дисковидной формой красноватого, бурого или серого цвета. В фиксированных пробах планктона, зарослевой фауны и микробентоса мы видим только раковинку, т. к. сама амёба при фиксации взрывается. В материале инвиво можно наблюдать, как амёбы движутся. Питается ли ими кто-то избирательно – неизвестно, но пищевой ценности они, видимо, не представляют. Тем не менее их надо учитывать в планктонных пробах и так же, как все другие организмы, считать в пробе и на м^3 , и на м^2 .

В живом материале, особенно из зарослевой фауны, или в грунте, взятом по урезу воды, можно увидеть разнообразных инфузорий, жгутиконосцев и амёб, особенно в интерстициальной фауне.



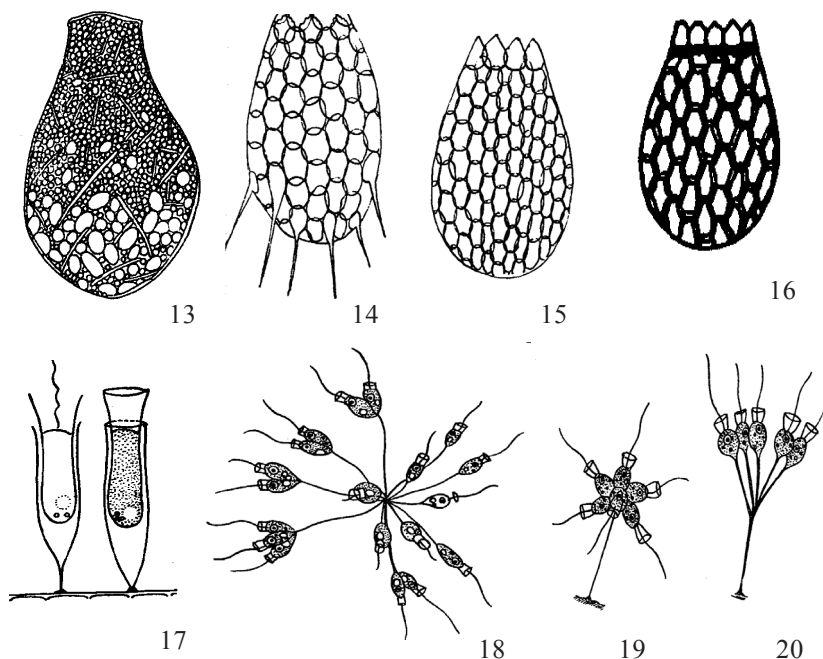


Табл. 1.1.

1 – *Amoeba proteus*; 2 – *A. limax*; 3, 4 – *A. radiosa*; 5 – *A. viridis*; 6, 7 – *Arcella vulgaris*; 8 – *A. discoides*; 9, 10 – *A. dentata*, сверху (9), сбоку (10); 11 – *Diffugia corona*; 12 – *D. oblonga*; 13 – *Nebela coltaris*; 14 – *Euglypha acanthophora*; 15 – *E. laevis*; 16 – *E. strigosa*; 17 – *Salpingoeca*; 18 – *Astrosiga*; 19 – *Codonosiga*; 20 – *Codonocladium*

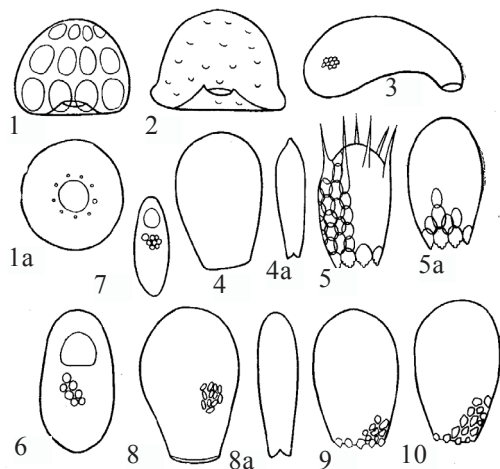


Рис. 1.1. Раковинки амёб

1 – *Arcella hemispherical*; 1a – вид со стороны устья; 2 – *Arcella gibbosa*; 3 – *Cyphoderia ampulla*; 4 – *Hyalosphaenia cuneata*, 4a – вид сбоку; 5 – *Euglypha acantophora*, из зоны фитали; 5a – *E. acantophora*, из профундали; 6 – *Trinema enchelys*; 7 – *Trinema lineare*; 8 – *Nebela collaris*; 8a – вид сбоку; 9 – *Nebela dentistoma*; 10 – *Nebela vitraea* (Чибисова О. И, 1979.)

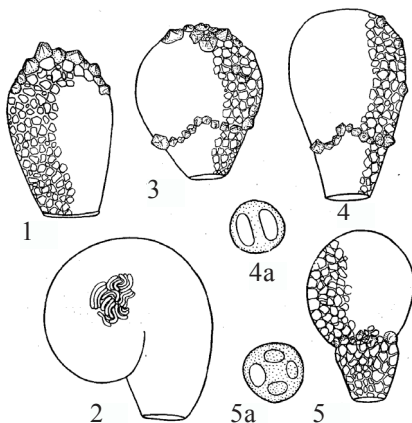


Рис. 1.2. Раковинки амёб

1 – *Heleopera petricola*; 2 – *Lesquereusia spiralis*; 3 – *Pontigulasia bigibbosa*; 4 – *Pontigulasia incisa*; 4a – диафрагма; 5 – *Pontigulasia spectabilis*; 5a – диафрагма (Чибисова О. И, 1979.)

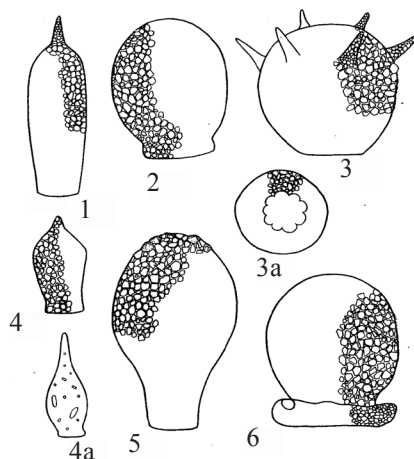


Рис. 1.3. Раковинки амёб

1 – *Diffflugia acuminata*; 2 – *Diffflugia amphora*; 3 – *Diffflugia corona*; 3a – со стороны» устья; 4 – *Diffflugia elegans* из профундали, 4a – то же из футали; 5 – *Diffflugia oblonga*; 6 – *Diffflugia urceolata* (Чибисова О. И, 1979.)

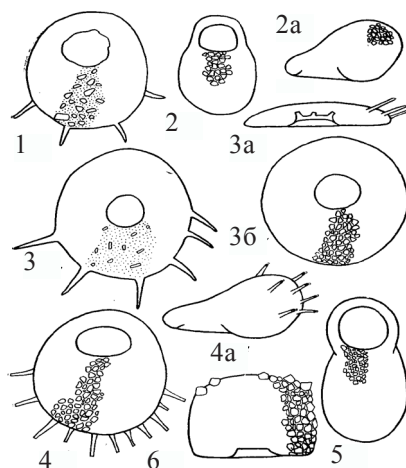


Рис. 1.4. Раковинки амёб

1 – *Centropyxis aculeata*; 2 – *Centropyxis aerophila*; 2a – вид сбоку, 3 – *Centropyxis discoides* из футали; 3a – вид сбоку; 3б – *Centropyxis discoides*, из профундали; 4 – *Centropyxis hirsuta*, 4a – вид сбоку; 5 – *Centropyxis platys-toma*; 6 – *Cyclopyxis kahli* (Чибисова О. И., 1979)

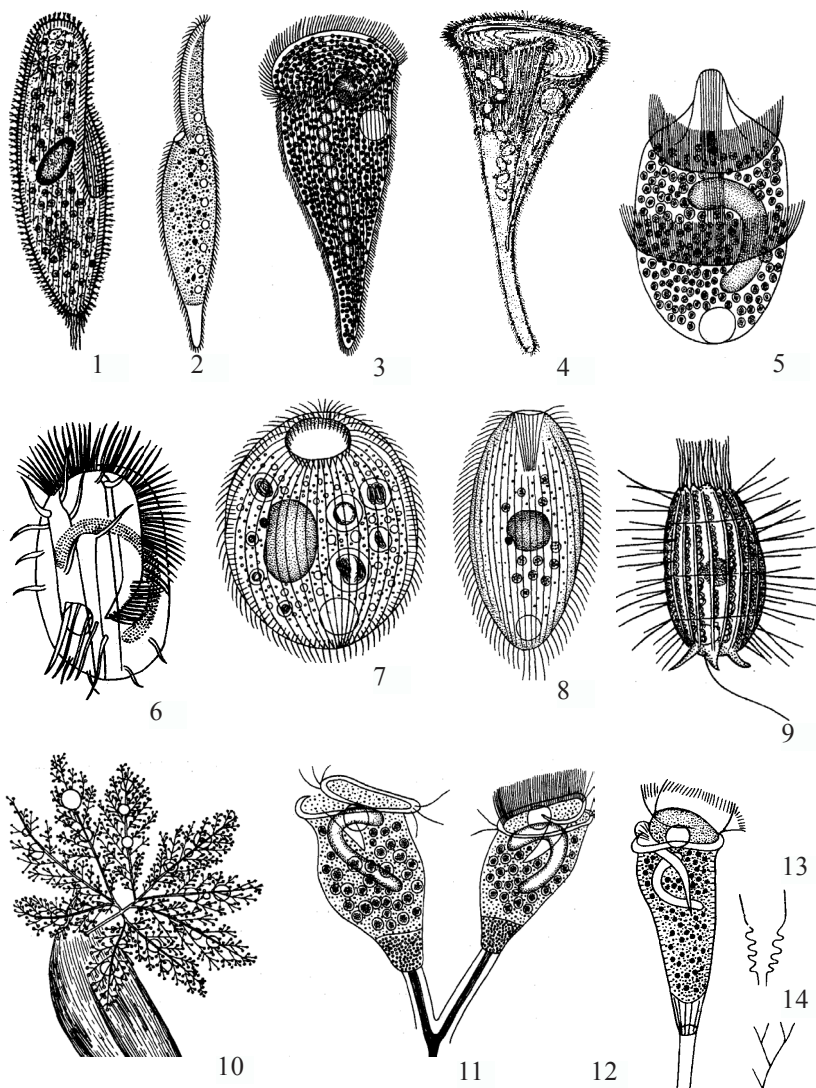


Табл. 1.2. Ресничные инфузории:

1 – *Paramaecium caudatum*; 2 – *Dileptus anser*; 3 – *Stentor viridis*; 4 – *S. coeruleus*;
 5 – *Didinium nasutum*; 6 – *Euplotes* sp.; 7 – *Prorodon ovum*; 8 – *Holophtya nigri-*
cans; 9 – *Coleps hirtus*; 10–11 – *Zoothamnion arbuscula*: колония (10), зооид (11);
 12–14 – *Epistylis plicatilis*, 13 – основание стебелька, 14 – форма колонии

Практическая часть. Простейшие изучаются на лабораторных занятиях по зоологии беспозвоночных на культурах, выращенных на сенном отваре (инфузории), рисе (амёбы) и пробах с городских очистных сооружений (эуглифы, трубач). На полевой практике по гидробиологии при обработке проб зоопланктона и зарослевой фауны студенты наблюдают раковинки арцелл и диффлюгий. Кроме определения их, необходимо учитывать их численность и биомассу на м^2 и м^3 .

Методическая часть. На лабораторных занятиях по общей и санитарной гидробиологии студентам необходимо изучить прежде всего раковинных амёб, т. к. в фиксированном материале планктона и зарослевой фауны остаются только раковинки арцелл и диффлюгий.

Литература

1. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос). – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 511 с.

2. Тихомиров, И. А. Малый практикум по зоологии беспозвоночных. Ч. 1 / И. А. Тихомиров, А. А. Добровольский, А. И. Гранович. – СПб., 2005. – 305 с.

3. Чибисова, О. И. Исследование раковинных амёб в донных отложениях озёр / О. И. Чибисова // Частные методы изучения истории современных экосистем. – М.: Наука, 1979. – С. 79–99.

2. КОЛОВРАТКИ ROTIFERA (=ROTATORIA)

Коловратки Rotifera (от лат. rota – колесо, ferre – нести). Одна из самых массовых и разнообразных по морфологии и экологии групп водных беспозвоночных (более 1300 видов). Это чаще всего мелкие и очень мелкие организмы, от нескольких миллиметров до долей миллиметра, обитающие практически во всех водных и почвенных биотопах. Многие из них эврибионты, встречающиеся как в почве, так и в воде. Большинство коловраток – одиночные формы, но бывают и колониальные; многие плавают, некоторые ползают, другие ведут прикрепленный образ жизни. Имеется ресничный коловращательный аппарат, выполняющий функцию передвижения. Кутикула ложная, представляющая собой внутриклеточное уплотнение гиподермы. Мускулатура в виде отдельных продольных и поперечных мышечных пучков. Органы выделения – протонефридии. Развитие с чередованием полового и партеногенетического поколений.

Тело состоит из 3 отделов – головы, туловища и ноги (табл. 2.2). Голова отделена от туловища более или менее выраженной складкой или шейным отделом. Терминальная часть головы чаще окружена венчиками ресничек коловращательного аппарата. Волнообразное движение ресничек короны создают токи воды, способствующие как передвижению коловратки, так и привлечению в рот пищевых частиц. Сидячие формы иногда имеют на краю воронковидного края короны очень длинные неподвижные реснички, которые служат ловчей сетью для добычи пищи. У большинства ползущих коловраток корона сдвинута на брюшную сторону и имеет обширное ресничное поле.

Туловищный отдел, как правило, определяет внешний вид коловратки. В него легко втягиваются голова и нога в момент опасности. Большинство ползающих форм имеет удлиненное червеобразное, иногда ложносегментированное туловище. У плавающих коловраток обычно туловище вздутое, овальное, колоколовидное, мешковидное или шаровидное. Форма туловища зависит от ригидности покровов. Коловратки с тонкими покровами могут сильно видоизменяться, особенно при гибели, у многих видов покровы столь уплотняются, что туловище превращается в своеобразный панцирь-футляр, куда втягиваются голова и нога (см. табл. 2.1).

Панцирные коловратки, напоминающие геометрические фигуры (овальные, многоугольные, квадратные), нередко на передних и задних краях, реже на спине туловища, имеют различные более или менее длинные выросты – шипы (чаще у сем. Brachionidae). У немногих коловраток от туловища отходят выросты-придатки: игловидные (*Filinia*), листовидно-перистые (*Polyarthra*), или так называемые «конечности» или «руки» (*Hexarthra*), выполняющие локомоторную функцию (см. табл. 2.2).

Ножной отдел тела, или нога, у ряда плавающих коловраток отсутствует. Наоборот, большинство ползающих коловраток и особенно сидячие формы имеют очень длинную, часто ложночленистую и легко сократимую ногу. Длинная нога характерна также для колониальных плавающих коловраток, которые концами ног соединяются в центре шаровидной колонии.

У большинства коловраток нога оканчивается 2 пальцами или 4 у группы Bdelloida (табл. 2.2), реже – с венчиком ресничек у плавающих форм или тонким стебельком с прикрепительной пластинкой у сидячих. Эти коловратки нередко поселяются в выстроенных ими домиках, прозрачных стекловидных или тёмных коричневатых. Пальцы у большинства коловраток более или менее длинные, чаще веретеновидно-цилиндрические, и лишь у немногих видов (*Trichocerca*) пальцы могут быть очень длинные, игловидные. У некоторых коловраток виден лишь палец ноги, так как другой полностью редуцирован, или 2 пальца слиты в один. У большинства коловраток покровы тела прозрачные, и внутренние органы хорошо различимы, особенно при слабом надавливании на покровное стекло. У панцирных коловраток покровы иногда сильно утолщены и имеют различные скульптурированные рисунки в виде гребней, фасеток, шипиков, точек.

Для многих коловраток известен цикломорфоз, т. е. изменение формы тела в зависимости от температуры воды и её плотности, в целом различают летние и зимние формы. Летние формы коловраток обычно имеют различные выросты и более вытянутую форму, т. е. у них увеличивается удельная поверхность тела, способствующая парению.

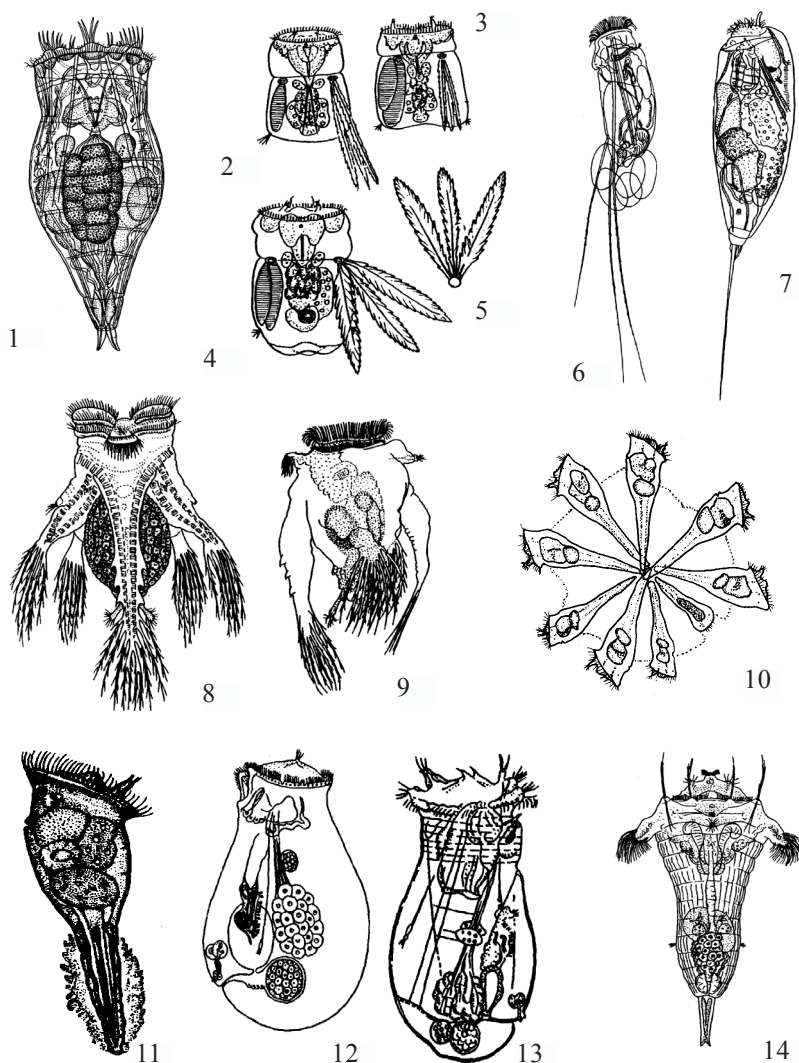


Табл. 2.1. Представители беспанцирных коловраток:

1 - *Epiphanes senta*; 2 - *Polyarthra dolichoptera*; 3 - *P. luminosa*; 4 - *P. major*;
 5 - *P. major*, плавнички; 6 - *Filinia longiseta*; 7 - *Trichocerca elongata*;
 8 - *Hexarthra mira* дорзально; 9 - латерально; 10 - *Conochilus unicornis*, колония;
 11 - одиночная особь; 12, 13 - *Asplancha herricki*;
 14 - *Synchaeta grandis*

У коловраток ярко проявляется половой диморфизм. Самцы, существующие далеко не у всех видов, значительно мельче самок (не более 30 мкм) и сильно редуцированы (сохраняется лишь хорошо развитая половая система) (табл. 2.1).

Для гетерогенных коловраток характерно чередование двуполого и партено-генетического размножения. Экологическая специфика различных коловраток определяет их сроки развития в природе. Из латентного покоящегося яйца выходят амиктические самки, которые в силу коротких сроков развития быстро увеличивают численность популяции. Высокая плотность популяции обычно ведет к появлению самцов и откладке миктическими самками покоящихся яиц. Яйца могут вынашиваться прикрепленными к телу самки или быть отложенными на субстрат. Яйца ряда пелагических видов имеют специфические выросты, помогающие парению в воде.

У большой группы коловраток *Bdelloida* (табл. 2.2) самцы полностью отсутствуют и самки размножаются партеногенетически.

Практическая часть: изучение коловраток проводится на лабораторных занятиях по общей и санитарной гидробиологии, на учебно-полевой практике по гидробиологии для студентов-биологов и водной биоценологии – для экологов. При обработке проб зоопланктона и зарослевой фауны проводится определение видов и рассчитываются показатели обилия численности и биомассы на м³.

Методическая часть: определение коловраток проводится на живом и фиксированном материале. Живой материал может собираться в водоёмах разного типа из толщи воды (планктон), из зарослей макрофитов (зарослевая фауна), со дна водоёмов (зообентос). Из планктонных и зарослевых проб *in vivo* 5–6 мл воды выливается в камеру Богорова и просматриваются под бинокуляром. Найденные (увиденные) живые коловратки извлекаются пипеткой с оттянутым концом, переносятся на предметное стекло в каплю воды, накрываются покровным стеклом и изучаются под микроскопом на малых увеличениях. Делаются зарисовки коловраток. Определение видов в фиксированных пробах делается так же. Сначала изучаемая форма находится по прилагаемым таблицам приблизительно до рода. Далее проводится определение до вида по имеющимся определителям. При необходимости колов-

ратка измеряется под бинокляром, и её масса (вес) находится по таблицам, приведенным в методических указаниях к полевой практике по водным биоценозам (Семерной, Зубишина, 2008). Установление плотности и биомассы коловраток в количественных гидробиологических пробах является обязательным.

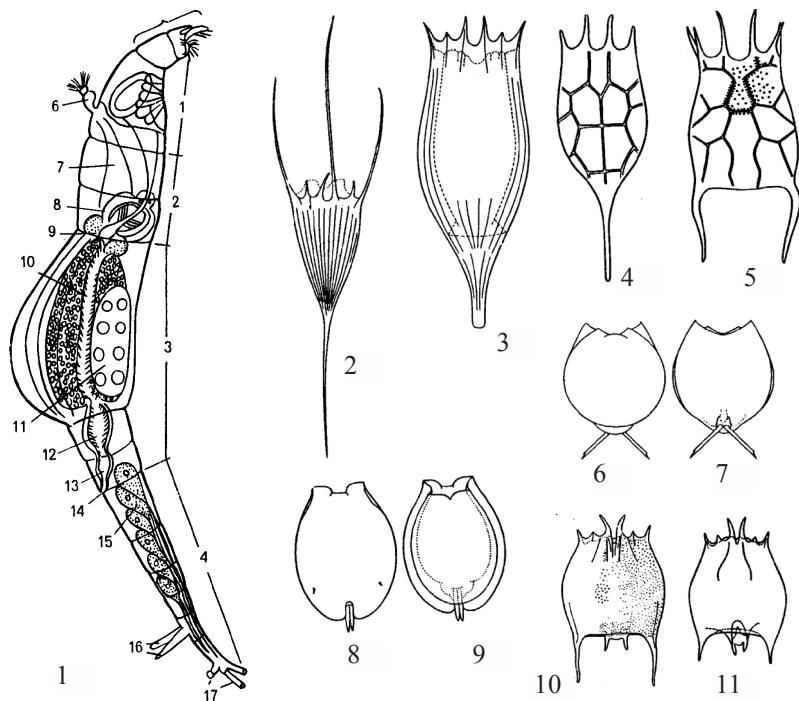


Табл. 2.2. Строение бделлоидной коловратки и представители панцирных коловраток:

1 – *Rotatoria socialis*: строение коловраток отряда Bdelloida: 1 – головка, 2 – шейка, 3 – туловище, 4 – нога, 5 – хоботок, 6 – спинное щупальце, 7 – мозг, 8 – мастакс, 9 – пищеварительные железы, 10 – трубка пищеварительного тракта, 11 – гонада, 12 – задняя кишка, 13 – клоака, 14 – анальное отверстие, 15 – ножные железы, 16 – шпоры, 17 – пальцы ног; 2 – *Kellicottia longispina*; 3 – *Notholca acuminata*; 4 – *Keratella cochlearis*; 5 – *K. hiemalis*; 6, 7 – *Lecane luna*, дорзально (6) и вентрально (7); 8, 9 – *Euchlanis lueksiana*, дорзально (8) и вентрально (9); 10, 11 – *Brachionus quadridentatus*, дорзально (10) и вентрально (11)

Оборудование и материалы: планктонный сачок, малая планктонная сеть Джеди (Джудая), батометр 5л, зарослевыврезыватель Бута, банки, камеры Богорова, пипетки, штемпель-пипетки, предметные и покровные стёкла, бинокли (МБС), микроскопы, альбомы, карандаши, шариковые ручки, салфетки, формалин 4%.

Литература

1. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос). – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 511 с.
2. Определитель пресноводных беспозвоночных России. – Т. 1: Низшие беспозвоночные. – СПб., 1994. – 395 с.
3. Семерной, В. П. Учебно-полевая практика по курсу «Экология» (водные экосистемы): метод. указания / В. П. Семерной, А. А. Зубишина. – Ярославль, 2008. – 71 с.

3. ВЕТВИСТОУСЫЕ РАКООБРАЗНЫЕ CLADOCERA

Отряд Cladocera (Crustacea, Branchiopoda) – один из массовых и наиболее значимых в составе пелагических сообществ пресных и морских вод.

Ветвистоусые рачки (Cladocera) являются подотрядом отряда Branchiopoda, который вместе с другими отрядами входит в подкласс низших ракообразных (*Entomostraca*) класса ракообразных (*Crustacea*). Укороченное и сжатое с боков тело, расчленение тела на голову, туловище и абдоминальный отдел, сложное строение туловищных конечностей, снабженных большим количеством щетинок, наличие раковинки (у хищных видов редуцирована) – характерные признаки Cladocera. Придатки головы – пара антенн II – у ветвистоусых рачков становятся единственным органом локомоции, в то время как туловищные конечности, редуцированные в числе до 6–4 пар, у большинства преобразуются в сложный механизм для фильтрации пищевых частиц из окружающей среды.

Внешний вид. Ветвистоусые рачки – животные, небольшие по своим размерам (длина тела у большинства не достигает 1 мм) и очень разнообразные по своему внешнему виду (табл. 3.1). Их тело покрыто более или менее прозрачной хитиновой кутикулой, являющейся производной подстилающего ее слоя гиподермического эпителия. На голове хитиновая кутикула образует сплошной панцирь, спинная часть которого у многих (например, Bosminidae) без всякой границы соединяется с туловищным. У других (Sididae, многие Chydoridae) головной панцирь отделяется от туловищного отчетливой границей.

Передний край головного панциря часто вытянут клювообразно и образует так называемый рострум (рис. 3.1, *p*).

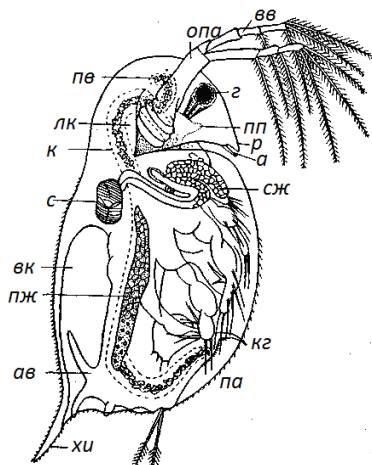


Рис. 3.1. Строение самки *Daphnia pulex*:

г — глаз, пп — пигментное пятно, р — рострум, а — антеннулы, сж — скорлуповая железа, пв — печеночные выросты, лк — латеральный киль головы (форникс), к — кишечник, с — сердце, вк — выводящая камера, пж — половые железы, хи — хвостовая игла, ав — абдоминальные выросты, хц — хвостовые щетинки, вв — верхняя ветвь плавательных антенн, опа — основание плавательных антенн, па — постабдомен, кг — коготок

Более всего рострум развит у *Chydoridae* и некоторых *Daphniidae* (*Daphnia*, *Simocephalus*), в то время как у многих (*Ceriodaphnia*, все *Polyphemidae*) он отсутствует. На спинной стороне имеется киль, который чаще гладкий, иногда покрыт зубчиками.

Многие *Cladocera* обладают латеральным головным килем, который начинается над глазом и тянется к основанию плавательных антенн, выступая над ним в виде свода (форникс, рис. 3.1, лк). Передняя часть головы у некоторых видов вытянута в виде рога (*Scapholeberis mucronata*) или в виде шлема (некоторые *Daphnia*).

На туловище большинства кладоцер хитиновая кутикула образует тонкую двустворчатую раковинку, прикрывающую туловище вместе с конечностями. Часто на раковинке образуются выступающие на ее поверхности складки — **кили**. Они бывают в месте соединения створок на спинной стороне, а также и на бо-

ковых сторонах раковинки. Особенно сильно развиты такие кили в сем. *Daphnidae*. У одних из представителей р. *Daphnia* дорзальный киль створок является продолжением кия головы или вдается в головной панцирь (группа видов, близких к *D. magna*), у других окончание спинного кия прикрывается выростом головного панциря (виды, близкие к *D. pulex*). Задняя часть створок иногда бывает вытянута в более или менее длинный шипообразный вырост (**хвостовая игла** *Daphnia*, **микро** *Bosmina*).

Часть Cladocera (сем. *Leptodoridae* и *Polyphemidae*) имеют туловище, не прикрытое раковинкой. Остатками последней у них является **выводковая камера**, которая своими нижними краями прирастает к туловищу (рис. 3.2, 3.3).

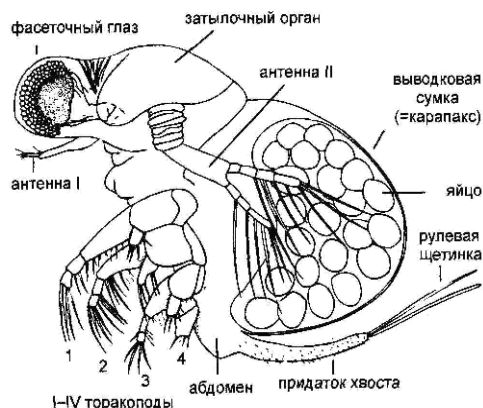


Рис. 3.2. *Polyphemus pediculus*

Тело ветвистоусых рачков состоит (рис. 3.1) из более или менее ясно разделенных **головы**, **туловища** и **постабдомена**. Общее количество сегментов тела неопределенно, так как задняя его часть у подавляющего большинства лишена сегментации.

Голова, имеющая различную форму (табл. 3.1), более или менее наклоненная книзу, иногда очень маленькая (*Ceriodaphnia*, *Ilyocryptus*) или очень большая (*Bythotrephes*, *Podon*). У представителей семейств *Polyphemidae* и *Leptodoridae* на голове имеется особый орган (рис. 3.2 и 3.3), так называемый затылочный орган, служащий для дыхания; головная пора у *Sida crystalline* (табл. 3.1, 1). Голова несет пять пар придатков.

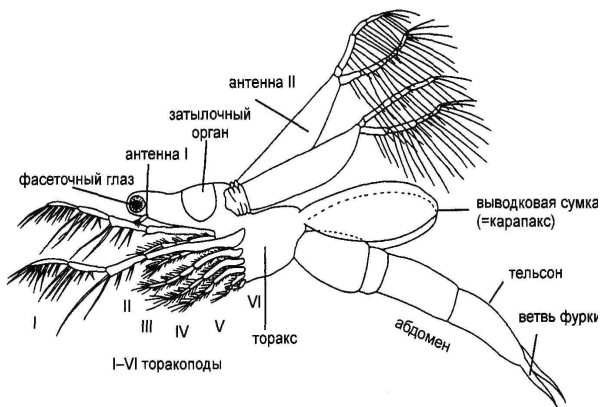


Рис. 3.3. *Leptodora kindtii*

Конечности. Передние антенны, или **антеннулы**, являющиеся органами чувств, располагающиеся на нижней части головы, одноветвисты и представлены удлинненным трубкообразным основанием, на котором располагаются чувствительные папиллы (**эстетаски**) и щетинки. Строение антеннул почти всегда различно у самцов и самок. Кроме того, в отличие от самок, антеннулы самца снабжены длинным жгутиком, они обычно имеют более длинное основание. Сочленение антеннул с головой, как правило, у самок неподвижно, у самцов подвижно. Исключение представляют Macrothricidae, у которых антеннулы подвижны у тех и других, и Polyphemidae, имеющих неподвижные антеннулы как у самок, так и самцов. У всех антеннулы отделены одна от другой, кроме р. *Bosminopsis* и сем. Polyphemidae, у которых они частично слились у основания.

Задние, плавательные или **вторые антенны**, более крупные, чем антеннулы, служащие для плавания, находящиеся сбоку головы, состоят из ствола (основания) и **двух ветвей**. Такое строение типично для всех Cladocera, за исключением самок Holopedidae, у которых плавательные антенны **одноветвисты**. Проксимальная часть ствола многочлениковая, прикрытая обычно сверху выступами латеральных головных килей (**форниксами**). Верхняя, или внешняя, и нижняя, или внутренняя (рис. 3.1, *вв*), ветви плавательных антенн состоят из 2–4 члеников и снабжены длинными пла-

вательными щетинками. Число члеников ветвей антенн и число и расположение плавательных щетинок характерно для каждого рода. Очень большое количество плавательных щетинок (до 64) имеется у *Leptodora*, много (около 20) у *Sididae*, у остальных – не более 10. Обычно плавательные щетинки с обеих сторон густо покрыты тонкими короткими волосками и лишь у некоторых (*Simocephalus*, *Ilyocryptus*) щетинки слабо или частично оперенные.

Ротовые части, находящиеся на нижней части головы, представлены жвалами и челюстями, прикрытыми верхней и нижней губой.

Придатками туловища являются 4–6 пар ног, совершенно утративших двигательную функцию и превращенных в сложный аппарат, служащий для захвата пищи. У большинства кладоцер конечности преобразовываются в аппарат, с помощью которого из окружающей воды отфильтровываются мелкие пищевые частицы. У первых пяти пар ножек различают ствол, на котором помещаются **эндоподит**, **экзоподит** и **максиллярный придаток**, густо усаженные щетинками, и мешковидный, лишенный щетинок эпиподит. Почти все щетинки конечностей фильтрующие. **VI пара ног укорочена, имеет меньшее число щетинок и лишена эпиподита.**

Конечности Chydoridae, Macrothricidae и Bosminidae имеют разнообразное строение как у отдельных родов, так и у видов. Количество фильтрующих щетинок невелико.

Постабдомен (na), кауда, или абрептор (рис. 3.4.), представляющий последний отдел тела Cladocera, лишен конечностей. Обычно он заметно изогнут и, будучи направлен вперед, располагается вентрально, вследствие чего его брюшной край оказывается сверху (верхний, как его называем в дальнейшем), а спинной – внизу (нижний). У многих Cladocera, снабженных раковинкой, на верхнем крае постабдомена имеются 1–4 заостренных выступа, называемых абдоминальными выростами. У большинства от проксимальной части верхнего края отходят две хвостовые щетинки, называемые часто плавательными. Эти щетинки очень длинны у некоторых видов *Diaphanosoma* и у *Latonura rectirostris*, коротки

у большинства Chydoridae, сильно редуцированы у *Leptodora* и Polyphemidae. Строение и вооружение постабдомена характерно в каждом роде и часто видоспецифично.

Постабдомен (рис. 3.4) бывает очень длинный (*Camptocercus*, рис. 3.4; 5) или короткий (*Polyphemus*), толстый (*Macrothrix*), конический (*Moina*) или сильно сжатый с боков, пластинкообразный (Chydoridae). Строение постабдомена характеризуется обычно при рассмотрении его сбоку. Расстояние от его спинного края до брюшного, являющееся высотой постабдомена, в существующих руководствах принято называть шириной. В соответствии с вновь принятым нами названием этого измерения (высота) при рассмотрении сбоку постабдомен бывает высокий (*Eurycercus*) или низкий (*Camptocercus*), почти одинаковый по своей высоте на всем протяжении (*Alonopsis*), или с проксимальной половиной, более высокой по сравнению с дистальной (*Ophryoxus*). Верхний край постабдомена может быть прямой или равномерно выпуклый, снабжённый глубокими выемками (*Daphnia magna*). У Chydoridae он образует вблизи проксимального края анального отверстия заметный выступ, называемый **постанальным углом**. Большая или меньшая часть верхнего края вооружена зубцами или щетинками. Зубцы иногда располагаются вдоль всего края в виде пилы (*Eurycercus*), чаще более развиты в дистальной части, особенно вблизи анального отверстия. На конце постабдомена обычно имеется два крупных абдоминальных коготка, гладких или покрытых зубцами или щетинками по вогнутой поверхности.

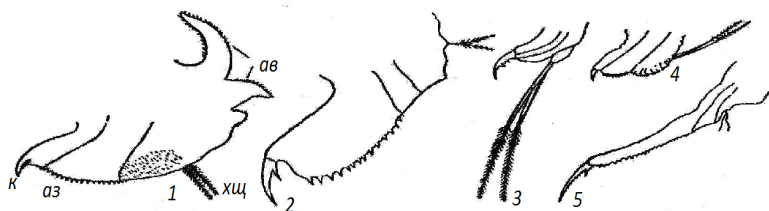


Рис. 3.4. Постабдомен самки:

1 – *Daphnia carinata* (к – коготок, аз – анальные зубчики, хщ – хвостовые щетинки, ав – абдоминальные выросты), 2 – *Alona quadrangularis*, 3 – *Diaphanosoma brachiurum*, 4 – *Bunops serricaudata*, 5 – *Camptocercus liljeborgii*

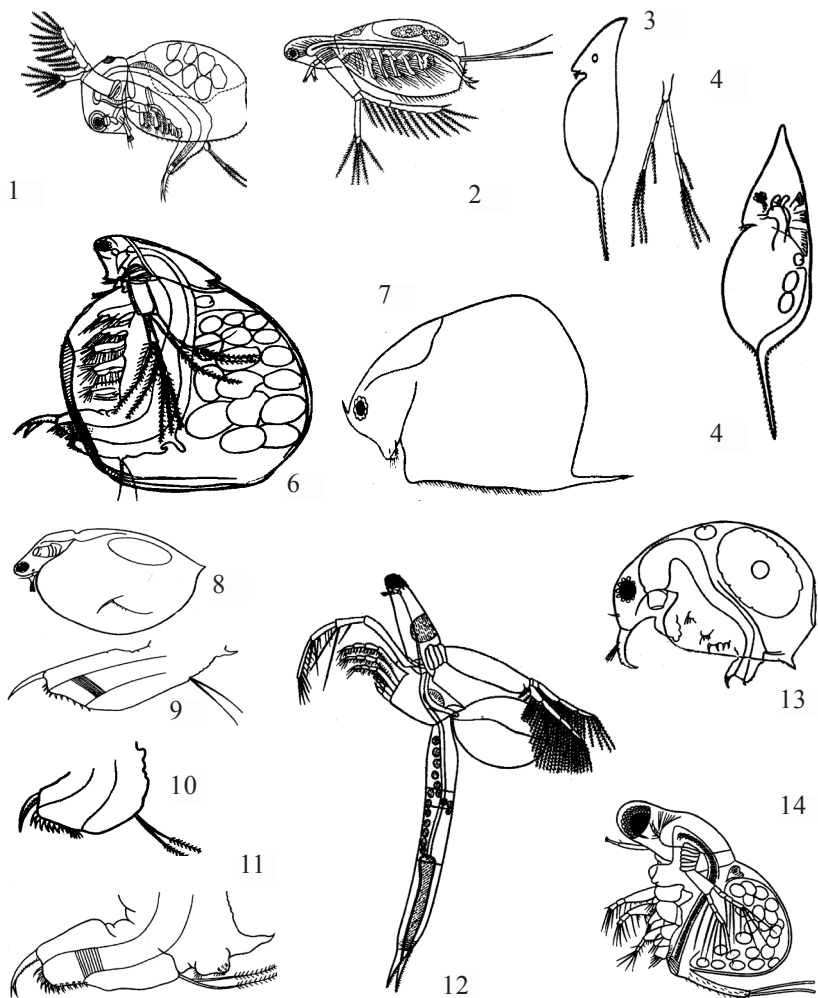


Табл. 3.1. Представители семейств Cladocera:

1 – *Sida crystallina*, 2 – *Diaphanosoma brachyurum* (Sididae);
 3 и 4 – *Daphnia cristata*, общий вид (3), антенна (4), 5 – *D. cucullata*, 6 – *Simocephalus vetulus*, 7 – *Scapholeberis mukronata*, 8 и 9 – *Ceriodaphnia laticaudata*, общий вид (8), постабдомен (9), 10 – *C. pulchella*, постабдомен, 11 – *C. affinis*, постабдомен (Daphnidae); 12 – *Leptodora kindtii* (Leptodoridae), 13 – *Bosmina longirostris* (Bosminidae), 14 – *Polyphemus pediculus* (Polyphemidae)

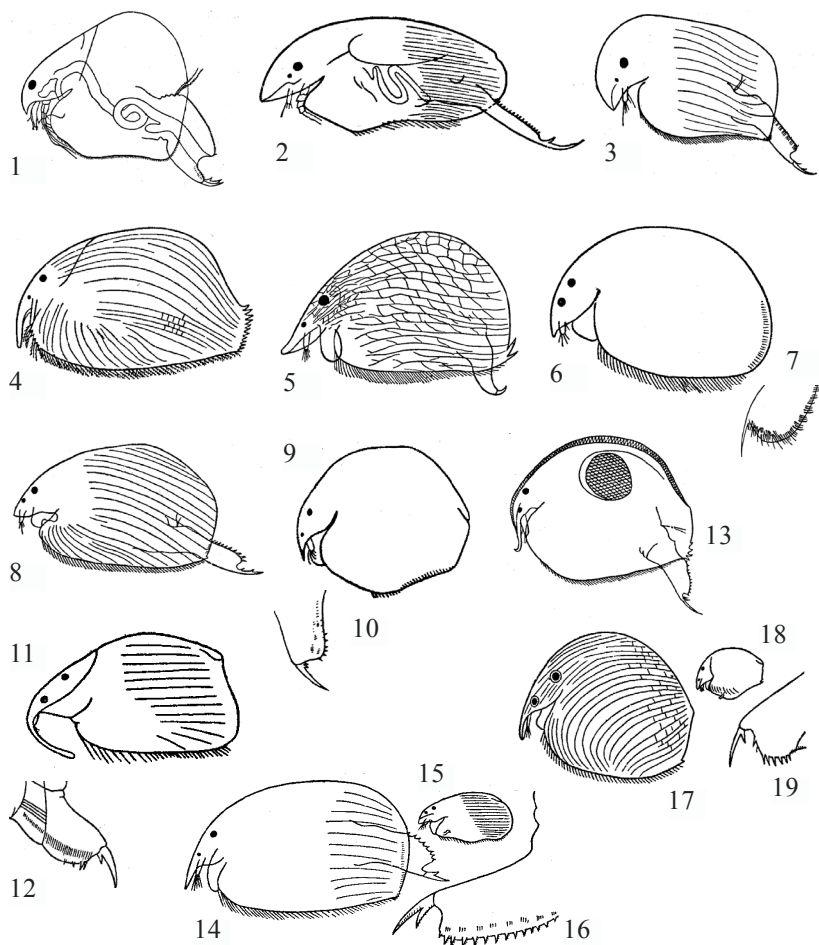


Табл. 3.2. Наиболее часто встречающиеся представители сем. Chydorida:

1 — *Eurycercus lamellatus*; 2 — *Camptocercus rectirostris*; 3 — *Acroporus harpae*; 4 — *Peracantha trunca*; 5 — *Graptoleberis testudinaria*; 6 и 7 — *Leydigia leydigii*, самка (6), постабдомен (7); 8 — *Alonopsis elongata*; 9 и 10 — *Chydorus sphaericus*, самка (9), постабдомен (10); 11 и 12 — *Rhynchotalona falcata*, самка (11), постабдомен (12); 13 — *Pleuroxus uncinatus*; 14, 15 и 16 — *Alona affinis*, самка (14), самец (15), постабдомен (16); 17, 18 и 19 — *Alonella nana*, самка (17), самец (18), постабдомен (19)

Практическая часть: изучение строения и разнообразия ветвистоусых рачков может проводиться на полевой практике по зоологии беспозвоночных, лабораторных занятиях по общей гидробиологии и полевой практике по гидробиологии и водным биоценозам. Здесь студенты сами собирают качественный и количественный материал в темах «Зоопланктон» и «Зарослевая фауна». Помимо определения, необходимо сделать расчёты численности (плотности) рачков на м^3 и биомассы на м^3 , используя таблицы индивидуальных весов (масс).

Методическая часть: в семестровом курсе по гидробиологии предполагается два лабораторных занятия по 3 часа.

Оборудование и материалы: пробы зоопланктона, предметные и покровные стекла, вода, глицерин, пипетки капельные, штемпель-пипетки, камера Богорова.

Порядок работы: 1) изучение морфологии кладоцер на примере дафнии (*Daphnia pulex*). Особое внимание обратить на строение карапакса, антенн I и постабдомена; 2) Выбрать организмы из концентрированной пробы для определения; 3) Положить рачка на предметное стекло в каплю глицерина и накрыть покровным стеклом; 4) Положить объект на предметный столик микроскопа под объектив малого увеличения; 5) Просмотреть основные определительные признаки и приступить к определению; 6) Зарисовать основные морфологические признаки и дать их описание.

Определить: сем. Sididae – 2 вида, Daphnidae: *Daphnia* – 2 вида, *Simocephalus* – 1, *Ceriodaphnia* – 1; Bosminidae – 2, Leptodoridae – 1, Polyphemidae – 1, Chidoridae – 1 вид.

Литература

1. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. – Л: Гидрометеиздат, 1977.

2. Мануйлова, Е. Ф. Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР: Определители по фауне СССР / Е. Ф. Мануйлова. – № 88. – Л.: Наука, 1964.

4. ВЕСЛОНОГИЕ РАКООБРАЗНЫЕ (СОРЕПОДА)

В воде наших озер, прудов и даже очень маленьких мелких луж и болот уже невооруженным глазом можно заметить мелких, длиной нередко менее 1 мм, рачков – циклопов и диаптомусов, отличающихся своими очень характерными движениями. Рачок то неподвижно «парит» в воде, то внезапно скачкообразным движением быстро переносится на другое место.

По таким движениям этих рачков легко отличить от ветвистоусых (Cladocera) и ракушковых (Ostracoda) рачков, столь же обычных в пресных водах, нодвигающихся равномерно, не совершая скачков. Нередко циклопы и диаптомусы окрашены в яркий красный, оранжевый, зеленый и синий цвета.

Cyclopoida (рис. 4.2). Вследствие особенного строения плавательных ног, действующих наподобие весел и сильными ударами обуславливающих скачкообразные движения, систематики рассматриваемых рачков называли веслоногими (копеподы – Copepoda).

Веслоногие раки, благодаря повсеместному распространению, во многом определяют облик планктона и мейобентоса пресных вод. Существующее подразделение свободноживущих Copepoda на Calanoidae, Cyclopoidae и Harpacticoidae. Calanoidae объединяет формы исключительно планктонные, среди Cyclopoidae нередки виды и даже роды, тяготеющие ко дну водоемов.

Тело копепод принято разделять на три отдела: цефалоторакс или головной отдел – образованный слиянием головного сегмента, несущего конечности антеннального и ротового комплексов, и первого торакального сегмента с первой парой плавательных ног, торакс или грудной отдел – состоящий из II–V торакальных сегментов, несущих соответственно 2–4-ю пару плавательных ног и пятую пару ног, редуцированную или специально преобразованную в половые конечности; абдомен или брюшной отдел – представленный пятью сегментами, из которых первые два у самок сливаются, образуя генитальный сегмент. Последний абдоминальный сегмент заканчивается парным образованием – фуркальными ветвями (фуркой) (рис. 4.2).

Рассмотрим строение частей тела и вооружение конечностей Copepoda, используемые в определительных ключах.

Голова имеет следующие две пары конечностей: пару передних одноветвистых антенн I (антеннул), состоящих из 4–26 члеников, и пару обычно двуветвистых антенн II. **Антеннулы короче цефалоторакса.** У самцов антеннулы имеют на дистальном конце коготь для удержания самки. Самки вынашивают два яйцевых мешка.

Головной сегмент спереди оканчивается выступом – рострумом; антенны I (АО имеют важное диагностическое значение для всех подотрядов, различаясь числом члеников, длиной относительно тела, наличием специального вооружения (выросты, зубцы, гиалиновые пластинки) на концевых члениках).

Последняя пятая – рудиментарная пара торакальных ног (P5) является чрезвычайно важным систематическим признаком для различения семейств, родов и видов, а для **Calanoidae** и **Naupac-ticoidae** также и полов. Обычно она двучлениковая (реже одно- или трехчлениковая) одноветвистая. У самцов **Calanoidae** P5 участвует в удержании самки при оплодотворении и обычно асимметрична. Лишь у **Cyclopoidae** P5 самцов и самок одинакового строения. Все тонкие детали строения P5 у **Copepoda** (вооружение, относительная длина придатков, форма, наличие выростов и т. п.) важны и часто видоспецифичны.

Форма торакальных сегментов, наличие крыловидных выростов, а также волосков, шипов и зубчиков на их поверхности – таксономические признаки разного уровня, более часто используемые у **Calanoidae** и **Cyclopoidae**.

У самцов и у самок некоторых родов **Cyclopoidae** достаточно выражена и шестая рудиментарная пара ног (P6), относящаяся уже к первому абдоминальному сегменту и представленная в виде слабо отчлененной пластинки с тремя придатками – шипом и двумя щетинками. В ряде случаев соотношение длин этих придатков служит дополнительным признаком при различении видов. Из сегментов абдомена основное значение для определения **Copepoda** имеют форма и пропорции первого и второго сегментов самки, слиянием которых образован генитальный сегмент с открывающимися на нем половыми отверстиями. За генитальным сегментом следуют 3 сегмента у самок и 4 у самцов. Последний абдоминальный сегмент с нижней стороны имеет анальную вырезку с открывающимся в нее анальным отверстием, прикрытым пластинкой.

Наиболее важные систематические признаки циклопов принадлежат фуркам (каудальным ветвям) и их вооружению щетинками. Каудальные ветви могут быть короткими, средней длины и тонкими длинными (имеет значение отношений ширины и длины); могут быть гладкими и вооружёнными шипиками по латеральному (боковому) краю. Важнейшим признаком является расположение боковой щетинки: она может быть в средней части ветви (*Mesocyclops*) или в дистальной части ветви – большинство других родов. Также важно отношение длины внешней щетинки к внутренней (*Mesocyclops*). Каудальные ветви могут быть параллельными и расходящимися под углом (*Cyclops*) (табл. 4.1).

Calanoida (рис. 4.1.). Различия между Cyclopoida и Calanoida, в первую очередь бросающиеся в глаза, – это длинные, длиннее цефалоторакса, антеннулы у Calanoida, торпедообразное тело (цефалоторакс + 5 сегментов брюшка), относительно короткий абдомен, короткие каудальные ветви (длинные у *Eurytemora*), щетинки на каудальных ветвях примерно одинаковой длины (разной незначительно у *Eurytemora*). Самка вынашивает один большой яйцевой мешок. Число щетинок на каудальных ветвях разное – от 3 до 6 (5+ одна тонкая внутренняя, неоперённая); внутренняя щетинка может быть нитевидной короткой (*Diaptomus*) или длинной в 2/3 основных щетинок (*Eudiaptomus*).

В своем постэмбриональном развитии Copepoda осуществляют довольно сложный метаморфоз, проходя через два этапа: 3 не-сегментированных стадии (науплии) и 2 сегментированных стадии (копеподиты). К сожалению, видовые признаки, на которых построены определительные ключи всех без исключения Copepoda, окончательно сформировываются на половозрелой копеподитной стадии. Кроме того, существующий половой диморфизм приводит к определенным трудностям в диагностике видов в рассматриваемых подотрядах. Видовая диагностика для Cyclopoidae вообще ведется только по половозрелым самкам.

Наиболее простой путь, который и следует рекомендовать студентам, состоит в том, чтобы *отбирать для работы самок с яйцевыми мешками и самцов с выраженными изменениями геникулирующих антенн.*

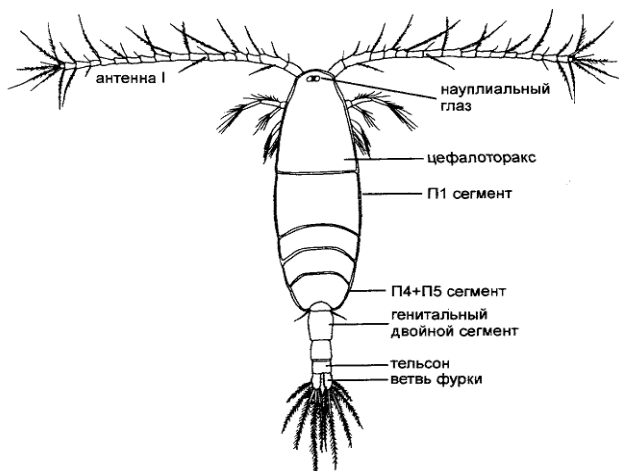


Рис. 4.1. Самка *Kalanoida* внешнее строение (Вестхайде, Ригер, 2008. Рис. 739)

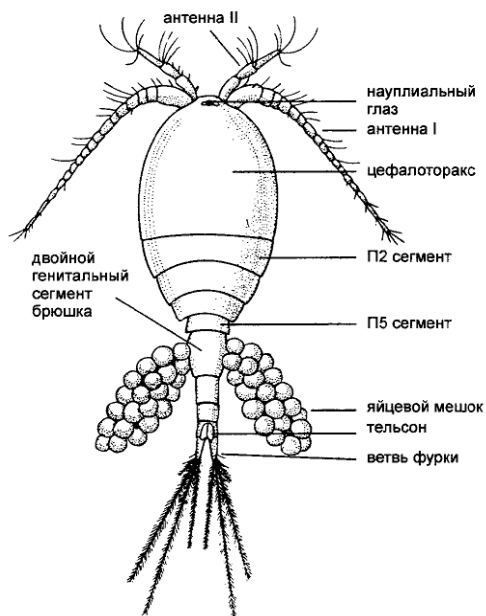


Рис. 4.2. Самка *Cyclops*. Внешнее строение (Вестхайде, Ригер, 2008. Рис. 740)

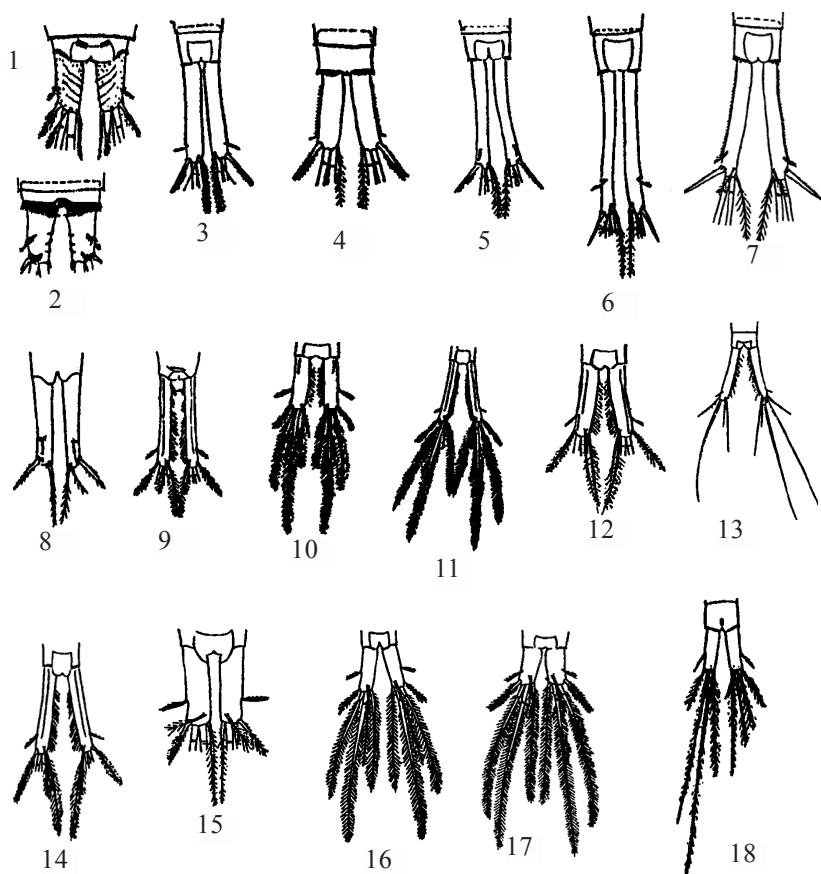


Табл. 4.1. Фуркальные ветви представителей Cyclopoida:

1 и 2 – *Ectocyclops phaleratus*, вентрально (1), дорсально (2);
 3 и 4 – *Eucyclops serrulatus*, варианты фурки; 5 – *E. macruroides*;
 6 – *E. macrurus*; 7 – *E. denticulatus*; 8 – *Paracyclops fimbriatus*; 9 – *Cyclops furcifer*;
 10 – *C. scutifer*; 11 – *C. vicinus*; 12 – *C. kolensis*; 13 – *C. abissorum*; 14 – *C. strenuus*;
 15 – *Microcyclops varicans*; 16 – *Thermocyclops oithonoides*; 17 – *Th. crassus*;
 18 – *Mesocyclops leuckarti*.

Практическая часть: изучение морфологии и определение Copepoda начинается на лабораторных занятиях по общей гидробиологии. Материалом для работы служат сборы планктона на полевой практике по гидробиологии в предыдущие годы. На полевой практике студенты должны, помимо определений видов Copepoda, сделать расчёты плотности и биомассы копепод на м³. Биомасса копепод устанавливается по совокупности биомасс науплиальных, копеподитных и взрослых стадий. Индивидуальные веса личиночных стадий и взрослых циклопов берутся из методических указаний (Семерной, Зубишина, 2008).

Методическая часть: наиболее значимым морфологическим признаком копепод, имеющим важное систематическое значение является форма редуцированных конечностей половых (генитальных) сегментов, прежде всего 5-го торакального сегмента и менее важного 6-го сегмента (1-го брюшного сегмента). Отпрепаровывание этих конечностей требует большого навыка и подходящего оборудования. В условиях краткого 3-часового занятия это трудно осуществимо. В связи с этим определение до рода и вида проводится по фуркальным ветвям, что допускал и Е. В. Боруцкий. Студентам рекомендуется выбирать для определений взрослых рачков, самок с яйцевыми мешками или с достаточно полно сформированными фуркальными ветвями, с полным набором щетинок на каудальных ветвях.

Литература

1. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос) / ред. Л. А. Кутикова, Я. И. Старобогатов. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 512 с.
2. Определитель пресноводных беспозвоночных России, т. 2. СПб., ЗИН., 1995.
3. Семерной, В. П. Учебно-полевая практика по курсу «Экология»: (водные экосистемы) : метод. указания / В. П. Семерной, А. А. Зубишина. – Ярославль: ЯрГУ, 2008. – 71 с.

5. БРЮХОНОГИЕ МОЛЛЮСКИ GASTROPODA

Брюхоногие моллюски (кл. *Gastropoda*) – асимметричные животные, тело которых разделено на *голову*, *ногу* и убранный внутрь раковины *внутренностный мешок*. Раковина может быть спирально завитой или колпачковидной. У спирально завитой раковины обороты могут располагаться в одной плоскости (точнее, почти в одной) – такие раковины называются плоскоспиральными, или в разных плоскостях – такие раковины называются турбоспиральными. Турбоспиральные раковины могут иметь различную форму начиная от самых вытянутых в длину – башневидных (или даже игловидных) и цилиндрических, через конические (различают высоко-, правильно-, низко- и прижато-конические раковины в зависимости от степени возвышения более ранних оборотов). Правильно-конические раковины часто называют *кубаревидными*. Кроме того, в зависимости от скорости нарастания просвета трубки и связанной с этим общей формы раковины различают *яйцевидные* и *уховидные* раковины (т. е. с очень широким последним оборотом).

Обороты разделены *швом*, который в зависимости от степени углубленности оценивается как глубокий или мелкий. С углубленностью шва часто связана и степень выпуклости внешней стенки оборотов – они могут быть плоскими, слабо, умеренно или сильно выпуклыми, грушевидными (если оборот более выпуклый в нижней части его внешней стенки) или же ступенчатыми (если непосредственно под швом располагается уплощенная спиральная площадка – *плечо*). Обороты могут быть гладкими, если на них видны только линии нарастания раковины, или скульптурированными. Элементы скульптуры (морщины, ребра, киль, линии, бороздки) называются спиральными, если они идут вдоль оборотов, или осевыми, если они идут поперек оборотов, т. е. каждый из них располагается приблизительно в плоскости, проходящей через ось раковины или, по меньшей мере, параллельно краю устья. Применительно к плоскоспиральным раковинам такие ребра часто называют радиальными. У представителей некоторых семейств на раковине видны уплощенные участки, похожие на следы ударов молотка, – *маллеатная скульптура*. Обороты могут быть круглыми или угловатыми, в последнем

случае говорят о наличии периферического угла или киля как элемента спиральной скульптуры. Скульптура может быть выражена на известковой стенке раковины или только на покрывающем ее органическом слое – *периостракуме*. В последнем случае говорят о *периостракальной скульптуре*. Наконец, в некоторых случаях привершинная (начальная) часть очень высокой раковины закономерно обламывается. Этот процесс называется *деколлацией*. При этом башневидные раковины молодого моллюска существенно отличаются от цилиндрических раковин взрослого.

Самая начальная часть раковины называется *вершиной* (рис. 5.1, в), а отверстие, в которое убирается тело моллюска, – *устьем* (рис. 5.1, у). Если расположить раковину вершиной вверх, то у *правозавитых* раковин устье будет находиться справа от оси, а у *левозавитых* – слева.

У всех раковин, кроме плоскоспиральных и колпачковидных, часть раковины, возвышающаяся над устьем (в том числе, и начало последнего оборота), называется *завитком* (рис. 5.1, з). Внутренние стенки последовательных оборотов, сливаясь, образуют *столбик* (*колюмеллу*), который может быть сплошным, или иметь внутри канал, открывающийся наружу *пупком* на нижней стороне раковины. Если внутренние стенки оборотов не сливаются и пупок тем самым открывается широкой воронкой, говорят о широком, открытом, воронковидном или даже перспективном пупке (в последнем случае через него видны внутренние обороты). *Край устья*, примыкающий к столбику, называется *колумеллярным*, к стенке предпоследнего оборота – *париетальным*, а свободный край – *палатальным*. Часто нижнюю часть палатального края называют *базальным краем*. У места схождения париетального и палатального краев, в верхней части устья, обычно имеется *парието-палатальный угол*. У некоторых групп колумеллярный и париетальный края сильно расширены и образуют так называемую *колумеллярную площадку*. Края устья могут быть утолщены – такое утолщение называется *зубой*. В некоторых группах брюхоногих моллюсков базальный край устья образует желобок или даже скручивается в незамкнутую спереди трубку. Это образование принято называть *сифональным выростом*, или *сифоном*.

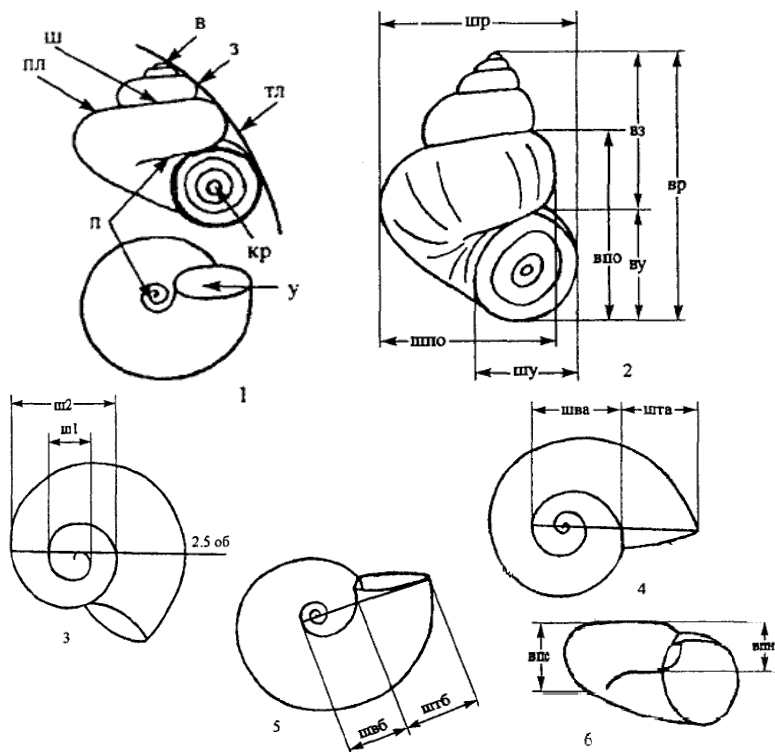


Рис. 5.1. Брюхоногие моллюски:

1. *Строение спиральной раковины (вид спереди и снизу):* **ш** – шов, **пл** – плечо, **в** – вершина, **у** – устье, **з** – завиток, **п** – пупок, **тл** – тангент-линия раковины, **кр** – крышечка; 2. *Основные промеры спиральных раковин:* **вз** – высота завитка, **впо** – высота последнего оборота, **вр** – высота раковины, **ву** – высота устья, **шпо** – ширина последнего оборота без учета устья, **шр** – ширина раковины, **шу** – ширина устья; 3. *Подсчет числа видимых оборотов у спиральных и плоскостиральных раковин:* **об** – число оборотов, **ш1** – ширина раковины при 1 обороте, **ш2** – ширина раковины при двух оборотах; 4. *Измерение ширины оборотов у плоскостиральных раковин с верхней стороны:* **шва** – ширина внутренних оборотов с апикальной стороны, **шта** – ширина трубки последнего оборота с апикальной стороны; 5. *Измерение ширины оборотов у плоскостиральных раковин с нижней стороны:* **швб** – ширина внутренних оборотов с базальной стороны (= ширина пупка), **штб** – ширина трубки последнего оборота с базальной стороны; 6. *Измерение высоты оборотов у плоскостиральных раковин:* **впн** – высота последнего оборота в его начале (у устья), **впс** – высота последнего оборота в его средней части (на участке противоположном устью)

Наружные стенки последовательных оборотов могут располагаться на одной прямой, т. е. можно провести прямую, касательную ко всем оборотам (иногда кроме самого первого). В этом случае имеют в виду прямую *тангент-линию* всей раковины или только завитка. Если такая касательная не прямая, то ее следует считать вогнутой или выгнутой тангент-линией. Можно говорить о тангент-линии трех (но не двух) последовательных оборотов. Самый начальный участок раковины называется *эмбриональной раковинкой*: он формируется у эмбрионов в кладке яиц. В ряде случаев эмбриональная раковина отличается от остальной части (дефинитивной раковины) по скульптуре или по форме, иногда особенности эмбриональной раковины используются при определении.

У гребнежаберных моллюсков (*Pectinibranchia*) устье **закрывается крышечкой** (рис. 5.1, *кр*) – конхиолиновой (из рогоподобного белкового вещества) или обызвествленной. По крышечке определяется характер ее нарастания; она может быть концентрической, или спиральной, соответственно расположению линий роста. Спиральные крышечки могут состоять из большого или небольшого числа оборотов. Начальный участок спирали называется ядром, при этом его положение у представителей разных семейств может быть различным. У концентрических крышечек *Bithyniidae* всегда имеется спиральное ядро (это крышечка молодого моллюска к моменту его выхода из кладки яиц).

У легочных моллюсков (*Pulmonata*) крышечки нет, и это видно также по форме колумеллярного края, не допускающей плотного прилегания крышечки. Здесь могут также располагаться 1–2 колумеллярные складки.

При определении брюхоногих моллюсков по раковине используются различные промеры и их соотношения. Однако следует помнить, что никакими линейными промерами или их соотношениями нельзя однозначно охарактеризовать спиральную раковину. Для этого требуются, кроме линейных промеров, еще и угловые (точнее, дуговые). Последние обычно выражают не в градусах, а в числе оборотов (имея в виду, что 1 оборот = 360°). Стандартные промеры, употребляемые при описании и определении видов брюхоногих моллюсков, следующие (рис. 5.1): высота раковины – расстояние от вершины до самой нижней точки раковины в про-

екции на ее ось; ширина раковины – расстояние между крайней точкой устья и максимально удаленной от нее точкой последнего оборота в проекции на перпендикуляр к оси; высота устья – расстояние от вершины париетопалатального угла (или крайней верхней точки устья, если она располагается выше) до наиболее удаленной от него точки нижнего края устья, измеренное в плоскости устья; ширина устья – расстояние между наиболее удаленными его точками в плоскости устья в проекции на перпендикуляр к линии, вдоль которой измеряется высота устья; высота завитка – расстояние от вершины до верхней точки устья в проекции на ось раковины; высота последнего оборота – расстояние в проекции на ось раковины между самой нижней точкой устья и точкой шва, расположенной над верхней точкой устья; ширина последнего оборота без устья – расстояние по перпендикуляру к оси раковины между крайней точкой раковины над устьем и наиболее удаленной от оси точкой противоположной стороны раковины (рис. 5.1, 2); число оборотов – при этом за начало отсчета принимается участок касательной к начальной части шва (рис. 5.1, 2).

У плоскоспиральных раковин часть этих промеров не осуществима, но добавляются некоторые другие. Кроме ширины и высоты раковины, ширины и высоты устья, а также числа оборотов у них измеряют ширину внутренних оборотов на верхней (апикальной) (рис. 5.1, 3, 4, 5) и базальной поверхностях (рис. 5.2) – расстояние между противоположными точками шва на диаметре, проходящем через ось раковины и крайнюю внешнюю точку устья; ширину трубки последнего оборота – расстояние (на том же диаметре) от последнего участка шва до крайней внешней точки устья (эту величину измеряют как на верхней, так и на базальной поверхностях, что специально оговаривается); высоту последнего оборота в его начале, измеряемую у париетального края устья, и высоту на участке, противоположном устью, т. е. за пол-оборота до устья, а также высоту последнего оборота в его конце, измеряемую у середины нижнего края устья (рис. 5.1, 5). При измерении ширины устья у раковин, где внутрь устья вдвинута стенка предпоследнего оборота, имеют в виду полную ширину и ширину просвета в самой широкой (обычно средней) части (рис. 5.1, 6).

По ходу определения могут потребоваться и другие промеры. Это величина *апикального угла* (рис. 5.2, 1), проведенного между касательными к оборотам. Обычно апикальный угол строится по двум или, если возможно, трем верхним оборотам. Однако в случае необходимости (например, у раковин с корродированной вершиной) его можно измерять между касательными к двум-трем любым последовательным оборотам, например последним (рис. 5.2, 2). Как расстояние между швами (в проекции на ось раковины) измеряют высоту предпоследнего оборота, третьего от устья оборота, а также возвышение нижнего или двух нижних оборотов над устьем, которые измеряются параллельно оси раковины как расстояние между самой верхней точкой устья и точкой ближайшего шва, расположенной точно над ней (рис. 5.2, 2). Ширину этих оборотов измеряют аналогично ширине последнего оборота без устья. Расстояние от вершины парietoпалатального угла до левого края раковины (или у левозавитых раковин – до правого) измеряют аналогично ширине последнего оборота без устья (рис. 5.2, 3).

Колпачковидные раковины измеряют совсем иначе. За высоту принимают расстояние от самой верхней точки раковины до плоскости устья; за длину – расстояние между самой передней и самой задней точками устья; за ширину – расстояние между крайними боковыми точками раковины по перпендикуляру к линии промера длины (таким образом, длина и ширина соответствуют промерам устья у спирально-завитых моллюсков). Кроме того, измеряют удаление вершины от переднего края в проекции на линию промера длины; удаление вершины от левого края в проекции на линию промера ширины и длину хорды переднего склона – расстояние по прямой от вершины до самой передней точки устья (рис. 5.1, 4).

Из этих величин могут быть составлены различные соотношения, но следует помнить, что они не постоянны и могут быть использованы только при сравнении раковин с примерно одинаковым числом оборотов. Одно из таких отношений – *индекс внутренних оборотов*, т. е. соотношение ширины внутренних оборотов к ширине трубки последнего оборота. У плоскоспиральных раковин он обычно разный при измерении с верхней и базальной сторон. У турбоспиральных раковин его измеряют только с базальной стороны и называют *индексом пупка*.

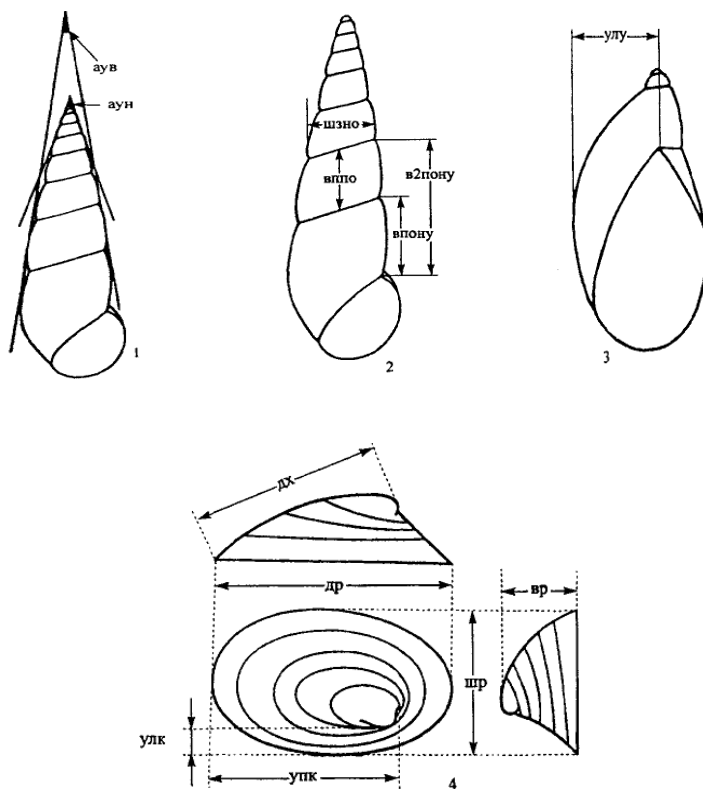


Рис. 5.2. Брюхоногие моллюски: промеры раковин

1. Измерение апикального угла у плоскостспиральных раковин: **аув** – апикальный угол между касательными к верхним оборотам, **аун** – апикальный угол между касательными к двум нижним оборотам; 2. Дополнительные промеры спиральных раковин: **впо** – высота предпоследнего оборота, **впоу** – возвышение последнего оборота над устьем, **в2поу** – возвышение двух последних оборотов над устьем, **шзно** – ширина третьего снизу оборота; 3. Дополнительные промеры устья спиральных раковин: **улу** – удаление вершины парietoпалатального угла от левого края раковины; 4. Промеры колпачковидных раковин в позиции слева, сверху и сзади: **вр** – высота раковины, **др** – длина раковины, **дх** – длина хорды переднего склона, **упк** – удаление вершины от переднего края, **улк** – удаление вершины от левого края, **шр** – ширина раковины

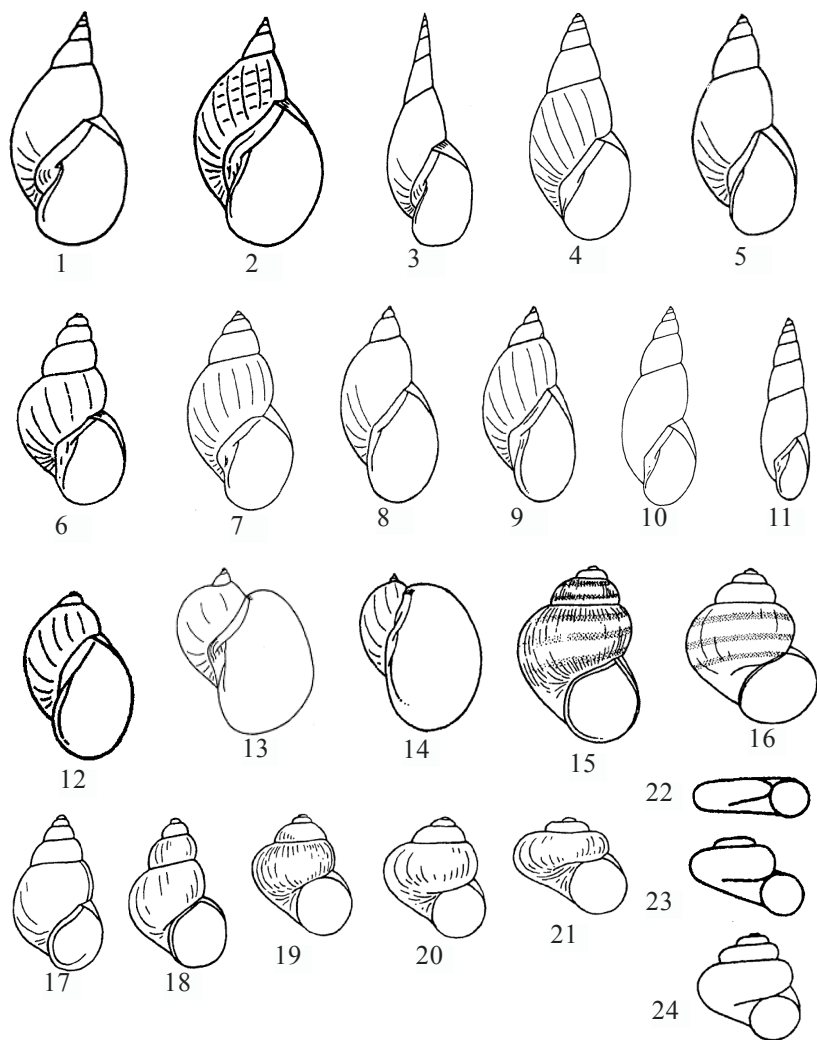


Табл. 5.1. Представители Gastropoda:

1 – *Limnaea stagnalis stagnalis*; 2 – *L. stagnalis turgida*; 3 – *L. fragilis fragilis*; 4 – *L. palustris palustris*; 5 – *L. corvus*; 6 – *L. truncatula*; 7 – *L. fusca*; 8 – *L. lagotis*; 9 – *L. peregra*; 10 – *L. atra*; 11 – *L. glabra*; 12 – *L. ovata*; 13 – *L. auricularia*; 14 – *L. patula* (сем. *Limnaeidae*); 15 – *Viviparus viviparus*; 16 – *Contectiana contecta* (сем. *Viviparidae*); 17 – *Bithynia tentaculata*; 18 – *Codiella leachi* (сем. *Bithyniidae*); 19 – *Cincinna piscinalis*; 20 – *C. klinensis*; 21 – *C. depressa*; 22 – *Valvata planorbulina*; 23 – *V. nana*; 24 – *V. trochoidea* (сем. *Valvatidae*)

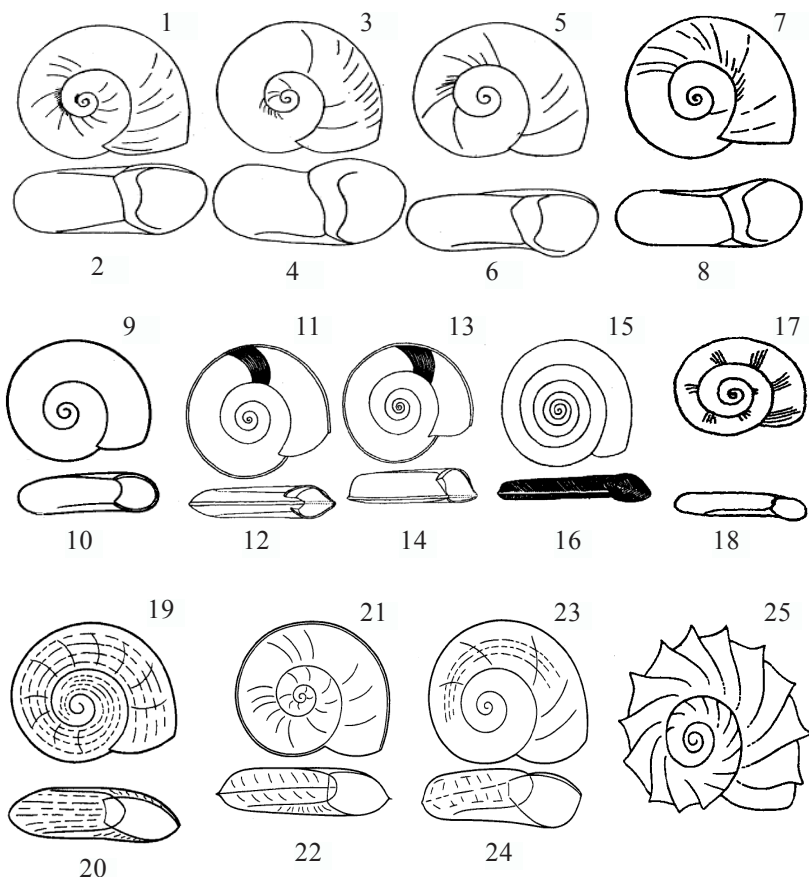


Табл. 5.2.

1 и 2 – *Planorbarius corneus*: 1 – с вершины, 2 – с устья; 3 и 4 – *P. grandis*: 3 – с вершины, 4 – с устья; 5 и 6 – *P. purpura*: 5 – с вершины, 6 – с устья; 7 и 8 – *P. banaticus*: 7 – с вершины, 8 – с устья; 9 и 10 – *Choanophthalmus riparius*: 9 – с вершины, 10 – с устья; 11 и 12 – *Planorbis carinatus*: 11 – с вершины, 12 – с устья; 13 и 14 – *P. planorbis*: 13 – с вершины, 14 – с устья; 15 и 16 – *Anisus vortex*: 15 – с вершины, 16 – с устья; 17 и 18 – *A. vorticulus*: 17 – с вершины, 18 – с устья; 19 и 20 – *A. draparnaldi*: 19 – с вершины, 20 – с устья; 21 и 22 – *A. stroemi*: 21 – с вершины, 22 – с устья; 23 и 24 – *A. acronicus*: 23 – с вершины, 24 – с устья; 25 – *Armiger crista*

Практическая часть. Брюхоногие моллюски изучаются и определяются как группа фауны водоёмов на зоологических экскурсиях студентами-биологами и экологами в период полевой практики по зоологии беспозвоночных и водной биоценологии. На полевой практике студентов биологов 3-го курса по общей гидробиологии брюхоногие моллюски определяются как элементы зообентоса и зарослевой фауны, причём помимо определений студенты устанавливают численность и биомассу моллюсков на m^2 и m^3 (3). В биомассу включаются моллюски размерами до 10 мм.

Методическая часть. Знакомство с морфологией брюхоногих моллюсков и определение коллекционного материала начинается на лабораторных занятиях студентов-биологов 3-го курса по дисциплине Общая и санитарная гидробиология. Студентам предлагаются к определению представители фауны брюхоногих моллюсков, собранных на реке Улейме на полевой практике предыдущих лет. В течение трёхчасовых занятий студенты должны познакомиться с представителями основных отрядов и семейств и определить по 1–2 вида из каждого семейства. Студентам выдаётся раздаточный материал, линейки, пинцеты и лупы (можно использовать бинокляр. Определение до вида проводится по определителям (1, 2). В данных указаниях в таблицах 5.1–5.2 приведены рисунки наиболее часто встречающихся в р. Улейма и других водоёмах региона Верхней Волги. Рисунки ориентируют студентов в семействах и не являются собственно определителем. Идентификация определяемых объектов проводится по ключам определителей.

Литература

1. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос). – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 511 с.
2. Определитель пресноводных беспозвоночных России. – Т. 6. – СПб., 2004. – 526 с.
3. Семерной, В. П. Учебно-полевая практика по курсу «Экология» (водные экосистемы): метод. указания / В. П. Семерной, А. А. Зубишина. – Ярославль: ЯрГУ, 2008. – 71 с.

6. ДВУСТВОРЧАТЫЕ МОЛЛЮСКИ BIVALVIA

Тело двустворчатых моллюсков (класс Bivalvia) одето раковиной, состоящей из двух створок (рис. 6.1: 1–4). Плоскость смыкания створок называется *комиссуральной плоскостью*. На каждой створке можно различить спинной (дорсальный), брюшной (вентральный), передний и задний края (рис. 6.1: 1), плавно переходящие друг в друга или образующие на границе смежных краев закругленный уголок. Створки на спинной стороне связаны эластичной перемычкой – *лигаментом* (рис. 6.1: 3). Крепится лигамент на раковине в разных группах двустворчатых моллюсков по-разному. Достаточно часто он расположен на известковых пластинках (*нимфах*), которые начинаются под макушкой и резко обрываются на заднем крае, образуя уголок у основания *нимфы* (рис. 6.1: 4). Позади лигамента расположено углубление, прикрытое пленкой, которое называется *лигаментным синусом*. В ряде случаев лигамент погружается между створок, где прикрепляется в особой овальной или треугольной ямке – *хондрофоре*, расположенной на замочной площадке.

Над спинным краем в той или иной степени возвышаются *макушки* – начальные части каждой створки (рис. 6.1: 1–4). Они могут располагаться над серединой спинного края или быть сдвинуты в той или иной мере вперед или назад. У представителей некоторых групп на макушках сохраняется так называемая *эмбриональная раковина*, сформировавшаяся во время пребывания молодого моллюска в материнском организме. Часть раковины, построенная после выхода из материнского организма, называется *дефинитивной раковиной*. Если рассматривать целую раковину сверху, то впереди макушек у некоторых видов можно обнаружить несколько уплощенный участок ланцетовидной формы – *лунку*. Иногда аналогичный, но более вытянутый участок виден и позади макушек. Он называется *щитком* (рис. 6.1: 3).

На наружной поверхности створки видны линии нарастания, а иногда неправильные тонкие концентрические валики – *морщины*, или более правильные концентрические возвышения – *ребра*. Для представителей семейства Unionidae характерна *макушечная скульптура*. Обычно она представлена расположен-

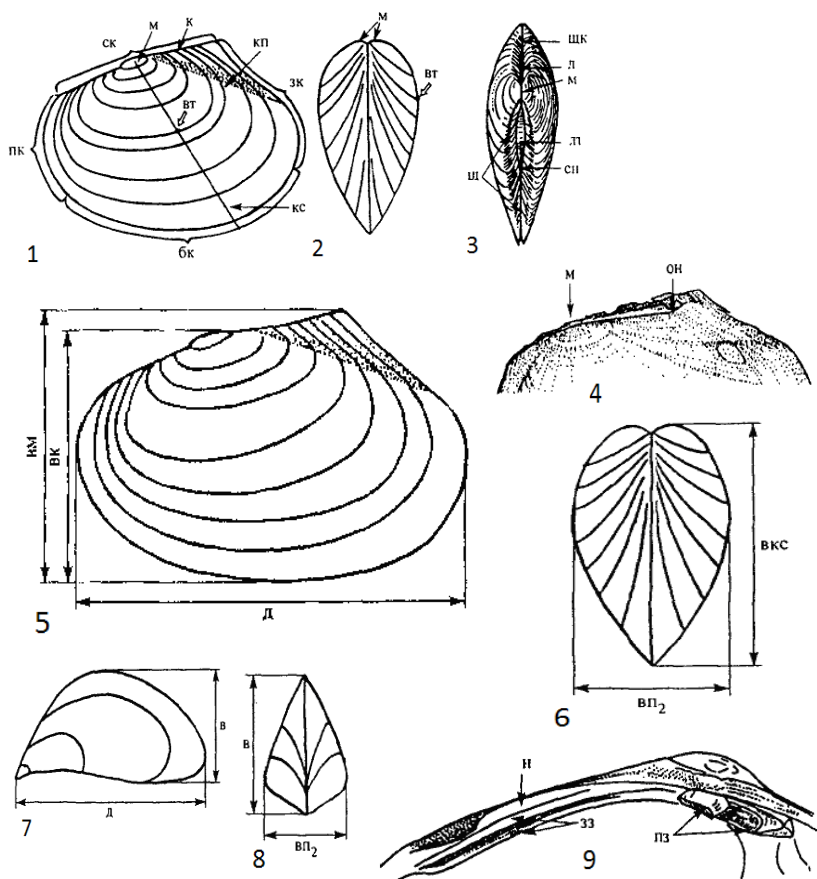


Рис. 6.1. Строение и стандартные промеры раковин
двустворчатых моллюсков

1 – вид сбоку; 2 – вид спереди; 3 – вид сверху; 4 – раковина беззубки изнутри; м – макушка, к – крыло, КП – килевой перегиб, СК – спинной край, ПК – передний край, БК – брюшной край, ЗК – задний край, ЛГ – лигамент, Л – лунка, щ – шит, щк – щиток, СП – слитый periostracum, он – основание нимфы, КС – сечение максимальной выпуклости, ВТ – наиболее выступающая точка боковой поверхности раковины; 5–8. Стандартные промеры раковин двустворчатых моллюсков и строение замка; 5–6 – *Anodonta* sp.; 7–8 – *Dreissena* sp.; мм – высота у макушек, вк – высота у крыла, д – длина, вкс – высота сечения максимальной выпуклости, вп₂ – выпуклость двух створок, в – высота; 9 – схизодонтный (унионидный, *Crassiana* sp.): зз – задние зубы, н – нимфа, пз – передние зубы

ными в примакушечной части либо волнистыми концентрическими полными или неполными валиками, иногда с вогнутостями в вентральной части, либо двумя расходящимися рядами бугорков или V-образных валиков. Следует иметь в виду, что у крупных толстостенных раковин макушечная скульптура может быть не видна из-за коррозии. Выпуклость поверхности створки неравномерна. Очень часто заметен закругленный или резкий перегиб, линия которого проходит от макушки до вентрального конца заднего края створки – это *задний килевой перегиб*. Аналогичный перегиб может отделять и переднеспинную (антеродорсальную) часть створки – *передний килевой перегиб*. Если тот или иной из этих перегибов очень резкий или снабжен радиальным ребром, то его называют *килем*.

Раковина измеряется по трем стандартным параметрам (рис. 6.1: 5): *длина* – расстояние по продольной оси раковины между наиболее удаленными точками переднего и заднего краев, *высота* – расстояние по перпендикуляру к продольной оси раковины между макушкой и наиболее удаленной точкой брюшного края, *выпуклость* – расстояние по перпендикуляру к комиссуральной плоскости между наиболее удаленными от нее точками створок. Чаще на пустых раковинах измеряют выпуклость одной створки, что при симметричных створках составляет половину выпуклости всей раковины. Используются также и другие промеры, но, как правило, они выражаются не в абсолютных величинах, а в долях от соответствующего основного промера. Так, удаленность макушек от переднего или заднего конца измеряется в проекции на продольную ось раковины и выражается в долях ее длины. Положение наиболее удаленных точек переднего или заднего краев, а также положение точки, наиболее удаленной от комиссуральной плоскости, определяется в проекции на линию промера высоты раковины и выражается в долях высоты, считая, в зависимости от удобства, от макушки или от наиболее отстоящей точки брюшного края.

В ряде случаев спинной край раковины может быть резко наклонен вперед, так что его самая верхняя точка лежит выше макушек. В этом случае *закилевое поле* (часть створки позади за-

дногo килевого перегиба) называют *крылом*. По аналогии с высотой раковины измеряют и высоту от верхней точки крыла. В этом случае, во избежание путаницы, стандартную высоту называют высотой у макушек. То же самое делается, если измеряют высоту у лигамента, когда макушки расположены ниже лигамента или сильно коррелированы. У некоторых моллюсков (*Dreissena*) макушки сдвинуты на самый передний конец раковины, которая приобретает трапециевидную или клювовидную форму. При этом если задний килевой перегиб достаточно резок, то говорят о брюшной поверхности раковины (т. е. расположенной вентрально от перегиба). В этом случае несколько иначе производятся и стандартные промеры: длина – расстояние от макушки по оси раковины до ее самой задней точки, высота – расстояние по перпендикуляру к оси между наиболее удаленными точками спинного и брюшного краев, а при четко обособленной брюшной поверхности – между наиболее удаленными точками спинного края и брюшной поверхности (табл. 2: 3, 4).

Положение точки, наиболее удаленной от комиссуральной плоскости (рис. 6.1: 1, 2), по отношению к высоте раковины или высоте сечения максимальной выпуклости (рис. 6.1: 1, 2) также может характеризовать форму кривой фронтального сечения или сечения максимальной выпуклости соответственно. Однако для форм с наклоненным вперед спинным краем предпочтительней пользоваться соотношением расстояния между макушкой и точкой, наиболее удаленной от комиссуральной плоскости, к выпуклости раковины или к высоте сечения максимальной выпуклости. Высота такого сечения обычно измеряется по прямой, проведенной между начальной точкой макушки и брюшным краем через точку створки, наиболее удаленную от комиссуральной плоскости (рис. 6.1: 1). У отдельных *Unionidae* хорошие результаты могут быть получены при соотношении выпуклости раковины к расстоянию между макушкой и основанием нимфы (рис. 6.1: 1).

Самая характерная особенность, бросающаяся в глаза при рассмотрении створки изнутри, – замок (рис. 6.1: 9). Развитый замок состоит из расширения спинного края – *замочной площадки* и нескольких выступов различной формы – *зубов*, расположенных

на ней. Замок предназначен для точного совмещения створок при их смыкании, поскольку каждому зубу одной створки соответствует углубление в другой. Замки бывают различных типов. У представителей Unionidae и Margaritiferidae замок *схизодонтный* (относящийся к группе *прегетеродонтных*). Он состоит из задних и передних зубов, расположенных соответственно позади и впереди макушки. В развитом замке Unionidae передние зубы много короче задних и имеют вид треугольных выступов или коротких пластинок, тогда как задние зубы имеют вид длинных, тонких, прямых или слабо изогнутых пластинок. Иногда (у Margaritiferidae) задние зубы или рудиментарны, или отсутствуют. У Unionidae передние и задние зубы могут исчезать полностью (тогда замочная площадь предельно сужена) или остаются только задние зубы.

Двустворчатые моллюски Sphaeriidae, Pisidiidae и Euglesidae имеют *кардиоидный* замок, а Lymnocardiidae, Psammobiidae и Tellinidae – *люциноидный*. Зубы в них, как и в других гетеродонтных замках, подразделяются на кардинальные и латеральные. В кардиоидном замке на правой створке имеется один кардинальный зуб и по два коротких передних и задних латеральных зуба, а на левой створке – два кардинальных зуба и по одному короткому переднему и заднему латеральному зубу.

Характерной особенностью внутренней поверхности створки являются *мышечные отпечатки* – места прикрепления мышц к створкам. Прежде всего в передней и задней частях створки видна пара отпечатков мощных мышц-замыкателей (*аддукторов*) – переднего и заднего. Эти отпечатки представляют собой широкие площадки, расположенные примерно на уровне середины высоты створки или несколько ниже. Поверхность отпечатков обычно гладкая, и на ней хорошо заметны линии роста. У представителей Margaritiferidae *передний* отпечаток хотя бы частично имеет морщинистый рельеф. У представителей рода Dreissena передний аддуктор прикрепляется к особой пластинке – *септе*, на которой хорошо виден его отпечаток. Септа располагается внутри раковины на каждой створке непосредственно позади макушки. Задний аддуктор прикрепляется близ спинного края створки. По соседству с отпечатками ад-

дукторов помещаются отпечатки *ретракторов* ноги. У *Dreissena* передние ретракторы крепятся на септе, и их отпечатки сливаются с отпечатками переднего аддуктора, зато задние ретракторы, чрезвычайно мощные, крепятся впереди примерно такого же по размеру отпечатка заднего аддуктора.

У представителей *Sphaeriidae*, *Pisidiidae* и *Euglesidae* мантийные мускулы прикрепляются не только на мантийной линии, но и над ней (точнее, внутрь от нее); они могут выглядеть как расширения мантийной линии, но могут быть и полностью обособлены от нее. При развитии сифонов у *Sphaeriidae* мантийного синуса не формируется, но зато некоторые мантийные мускулы усиливаются и удлинняются, образуя систему ретракторов сифонов. Наиболее длинные из них дают обособленные мускульные отпечатки, располагающиеся: верхний – антеро-дорсально от отпечатков заднего аддуктора, часто соприкасаясь с ним, а нижний – над мантийной линией, недалеко от ее заднего конца. У представителей трех перечисленных выше семейств обычно можно увидеть два сифональных отверстия, или сифона, однако у *Neopisidium*, *Odhneripisidium* и *Conventus* имеется только одно сифональное отверстие, причем у первых двух родов это результат слияния вводного отверстия с отверстием для ноги, а у третьего – зарастания вводного отверстия. Ниже сифонов мантийные листки срастаются, образуя *пресифональную спайку*.

Характеристики семейств *Bivalvia*

Сем. *Unionidae*. Хорошо развиты и передние и задние зубы, или имеются только задние зубы, или зубы замка полностью отсутствуют. Отпечаток переднего аддуктора гладкий, лишь с линиями роста. Род *Unio*: если смотреть на левую створку со спинной стороны, то ясно видно, что внутренний и внешний передние зубы выдаются одинаково и заканчиваются на одном уровне. Макушечная скульптура представлена двумя расходящимися рядами бугорков. Род *Crassiana*: Если смотреть со спинной стороны, то видно, что передние зубы равной длины. Макушечная скульптура видна только на самой макушке, а ниже исчезает. Род *Anodonta*. Раковина очень тонкостенная, обычно покрытая концентрическими морщинами, видимыми и снаружи и изнутри.

Макушечная скульптура в виде концентрически расходящихся валиков. Самая задняя точка раковины лежит примерно на уровне середины ее высоты, измеренной у макушек (т. е. без учета высоты крыла) или немного ниже или выше середины.

Сем. Dreissenidae. Макушки сдвинуты на самый передний конец раковины, что придает ей трапецевидную, треугольную или клювовидную форму. Позади макушки изнутри помещается септа, к которой крепится передний аддуктор. Моллюски прикрепляются к твердому субстрату нитями биссуса.

Сем. Sphaeriidae. Макушки располагаются над серединой спинного края или незначительно сдвинуты вперед.

Сем. Pisidiidae. Если раковина свыше 5.5 мм в длину и лигамент виден со спинной стороны закрытой раковины, то внешняя поверхность створок с концентрическими ребрами или резко концентрически исчерчена. Если раковина до 5 мм в длину, то лигамент виден со спинной стороны закрытой раковины только на просвет сквозь тонкую известковую стенку (тогда поверхность раковины с очень тонкими концентрическими ребрышками) или совсем не виден при закрытой раковине, поскольку сдвинут к нижнему краю замочной площадки и широко открыт со стороны внутреннего пространства раковины. Наружная (задняя) полужабра и вводное (нижнее) сифональное отверстие у моллюсков с длиной раковины до 5 мм всегда отсутствуют.

Примерная определительная таблица двух видов сем. Pisidiidae:

1 (2) Раковина удлинено-овальная с мало выступающими макушками. Высота раковины не превышает 0.8 ее длины, а выпуклость двух створок не превышает 0.63 длины раковин.
.....**P. Amnicum**

2 (1) Раковина треугольная с заметно выступающими макушками. Высота раковины не меньше 0.81 ее длины, а выпуклость двух створок не меньше 0.64 длины раковины.**P. inflatum**

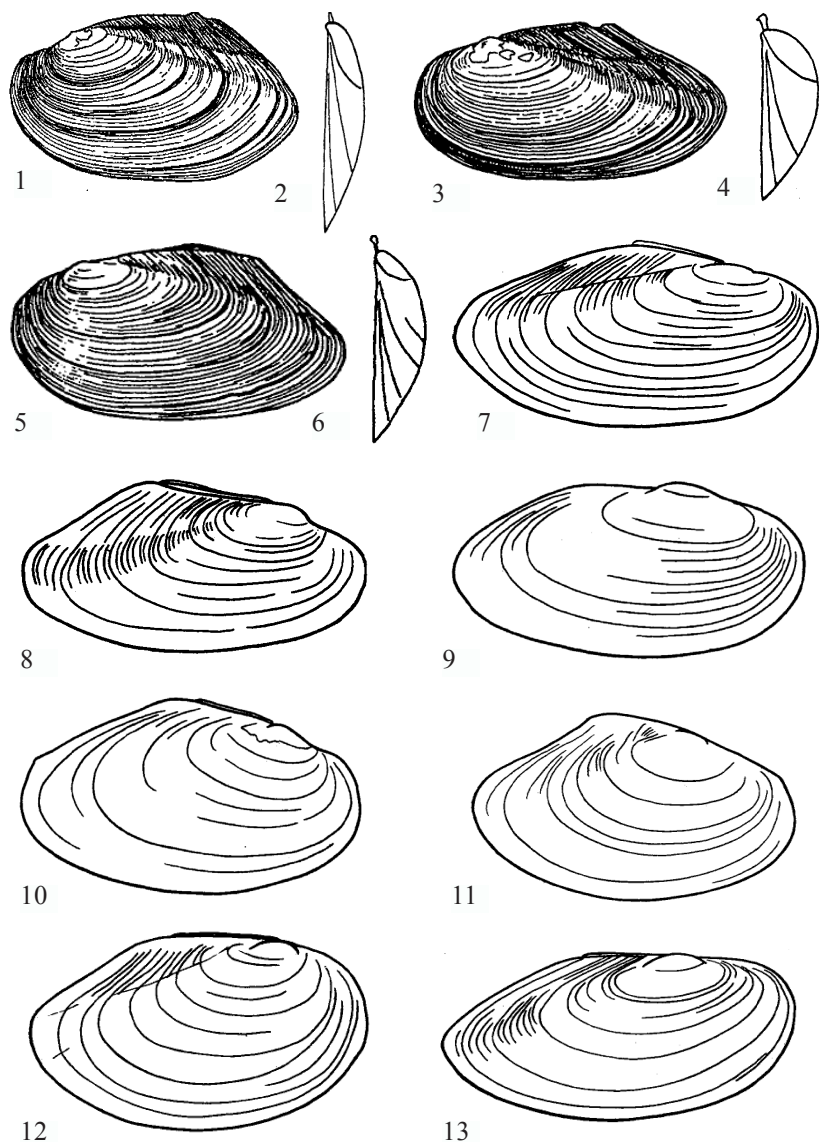


Табл. 6.1. Представители Bivalvia:

1 – *Pseudanodonta complanata*; 2 – *P. elongata*; 3 – *P. kletti* (нодцеєм. *Pseudanodontinae*); 4 – *Anodonta cygnea*; 5 – *A. minima*; 6 – *A. ponderosa*; 7 – *A. piscinalis*; 8 – *A. subcircularis*; 9 – *A. stagnalis*; 10 – *A. zellensis* (нодцеєм. *Anodontinae*)

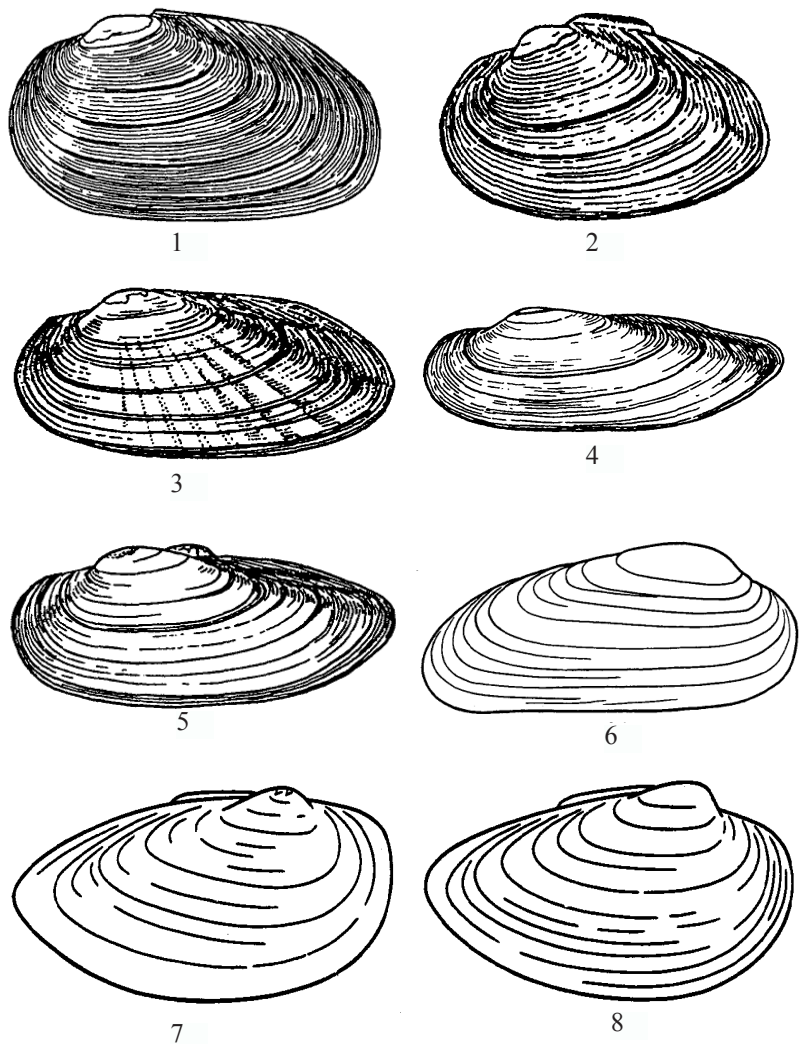


Табл. 6.2. Представители Bivalvia, Unioninae:

1 – *Crassiana crassa*; 2 – *C. nana*; 3 – *C. mussiva*; 4 – *Unio limosus*;
5 – *U. pictorum*; 6 – *U. longirostris*; 7 – *U. ovalis*; 8 – *Tumidiana tumida*

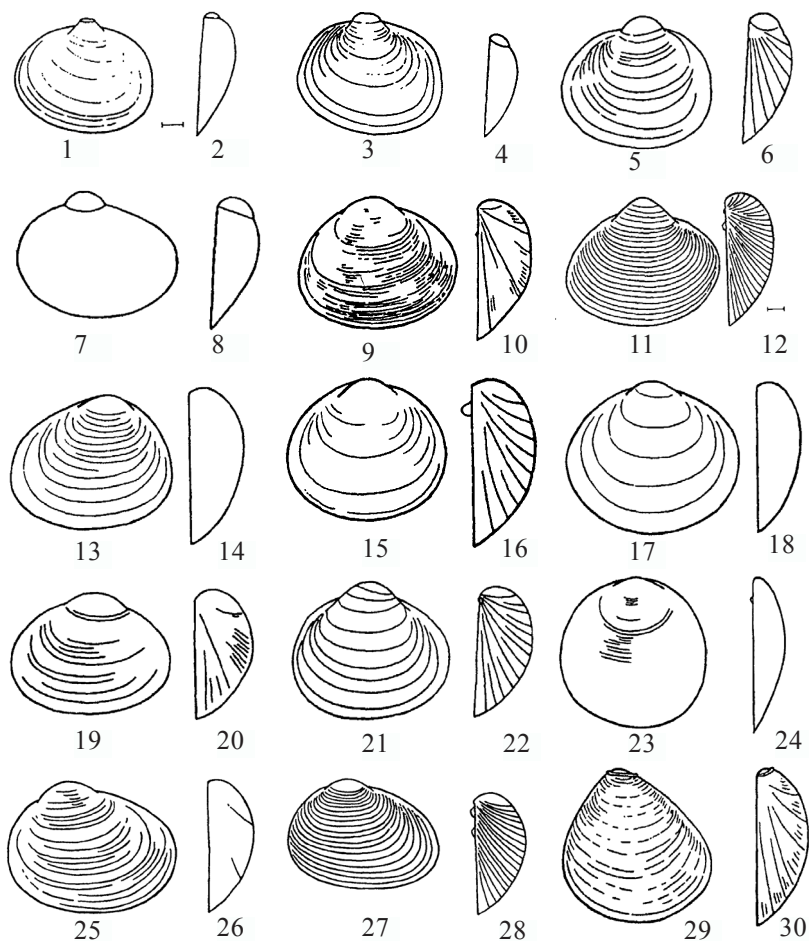


Табл. 6.3. Представители Pisidioidea:

1—2 — *Musculium hungaricum*: 1 — справа, 2 — спереди; 3—4 — *M. creplini*: 3 — справа, 4 — спереди; 5—6 — *M. terverianum*: 7—8 — *M. rickholti*: 7 — справа, 8 — спереди; 9—10 — *Rivicoliana rivicola*: 9 — справа, 10 — спереди; 11—12 — *Amesoda solida*: 11 — справа, 12 — спереди; 13—14 — *A. subsolida*: 13 — справа, 14 — спереди; 15—16 — *A. scaldiana*: 15 — справа, 16 — спереди; 17—18 — *A. draparnaldi*: 17 — справа, 18 — спереди; 19—20 — *Sphaerium nucleus*: 19 — справа, 20 — спереди; 21—22 — *S. corneum*: 21 — справа, 22 — спереди; 23—24 — *S. nitidum*: 23 — справа, 24 — спереди; 25—26 — *Pisidium amnicum*: 25 — справа, 26 — сзади; 27—28 — *P. inflatum*: 27 — справа, 28 — сзади; 29—30 — *Neopisidium moitessierianum*: 29 — справа, 30 — сзади

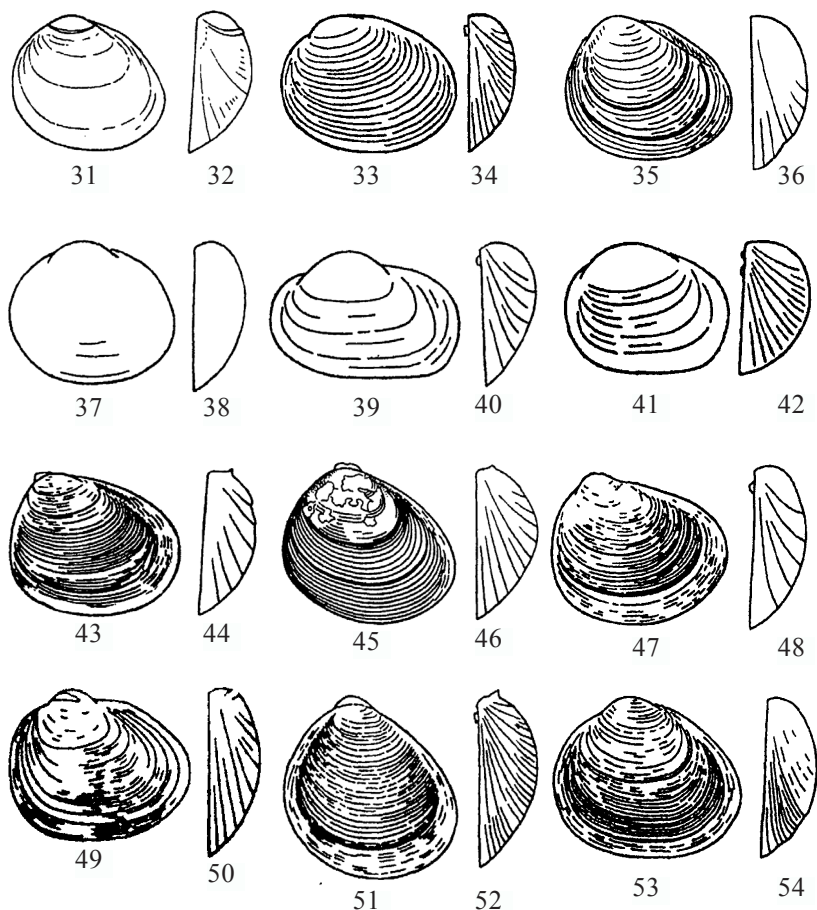


Табл. 6.3. (продолжение).

31—32 — *N. torquatum*: 31 — справа, 32 — слева; 33—34 — *Europisidium alpinum*: 33 — справа, 34 — слева; 35—36 — *E. tenuilineatum*: 35 — справа, 36 — слева; 37—38 — *Conventus (Conventus) conventus*: 37 — справа, 38 — слева; 39—40 — *Tetragonocyclus tetragona*: 39 — справа, 40 — слева; 41—42 — *T. milium*: 41 — справа, 42 — слева; 43—44 — *Henslovana (Henslovana) dupuiana*: 43 — справа, 44 — слева; 45—46 — *H. (H.) henslovana*: 45 — справа, 46 — слева; 47—48 — *H. (H.) ostroumovi*: 47 — справа, 48 — слева; 49—50 — *H. (H.) suecica*: 49 — справа, 50 — слева; 51—52 — *H. (H.) conica*: 51 — справа, 52 — слева; 53—54 — *Euglesa (Casertiana) casertana*: 53 — справа, 54 — слева

Семейство *Sphaeriidae*

Таблица для определения родов

1. Макушки расположены примерно посредине спинного края раковины или слегка сдвинуты вперед 2
- Макушки отчетливо сдвинуты назад 5
2. Раковина тонкостенная и крайне хрупкая, круглая или трапецевидная. Макушки очень узкие, эмбриональная часть створки на них имеет вид шапочки и обычно обособлена глубокой бороздой, переходная зона к основной части створки обычно имеет вид длинной воронки Род *Musculium* Link, 1807
- Макушки широкие с необособленной эмбриональной частью створки 3
3. Лигament выдается (иногда довольно слабо) над спинными краями створок. Отпечаток верхнего сифонального мускула далеко отодвинут от отпечатка заднего аддуктора Род *Rivicoliana* Servain, 1888
- Один вид *R. rivicola* (Lamarck, 1818).

Обитает на илисто-песчаных грунтах в реках на медленном течении. Европа, юго-запад Западной Сибири, Северный Казахстан.

- Лигament не выдается над спинным краем створки 4
4. Макушки узкие, выступающие над спинным краем раковины Род *Amesoda* Rafinesque, 1820
- Макушки не сильно выступают над спинным краем раковины, широкие в основании Род *Sphaerium* Scopoli, 1777
5. Раковина сравнительно крупная (свыше 5 мм в длину), лигament хорошо виден снаружи, если смотреть на закрытую раковину сверху и сзади. (Подсем. *Pisidiinae*) Род *Pisidium* Pfeiffer, 1821
- Раковина треугольная с сильно сдвинутыми назад макушками. Лигament открыт внутри раковины лишь на небольшом участке Род *Europisidium* Starobogatov in Stadnichenko, 1984
6. Раковина сравнительно мелкая, до 5 мм в длину; лигament снаружи не виден и лишь просвечивает сквозь тонкую известковую стенку (Подсем. *Euglesinae*) 7
- Раковина треугольная или овально-треугольная, очень маленькая

(длина до 2 мм) тонкорёбристая. Раковина может быть несколько более крупная (длина до 2,7 мм), гладкая, довольно плоская, с крайне узкой замочной площадкой, так что дно лигаментной ямки образует заметный угол с плоскостью смыкания створок. Лигамент хорошо виден на просвет со спинной стороны на раковине с сомкнутыми створками. Макушки со складочками Род *Neopisidium* Odhner, 1921

7. Дно лигаментной ямки параллельно или почти параллельно плоскости смыкания створок. С каждой стороны тела, кроме крупной внутренней полужабры, имеется маленькая внешняя, имеющая форму узкого треугольника и расположенная позади внутренней. Сифональных отверстий два Род *Euglesa* Leach in Jenyns, 1832.

— Раковина маленькая, не более 2 мм в длину. Макушки широкие. Лигаментная ямка, располагающаяся на очень узкой замочной площадке, наклонена внутрь раковины. Наружной (задней) полужабры нет. Сифональное отверстие одно. Род *Conventus* Pirogov et Starobogatov, 1974, подрод *Conventus* s. str. 8

8. Макушки узкие, обычно со складочкой, заметно сдвинутые назад, что придает раковине треугольную или округленно-треугольную форму. Если складочек на макушках нет и макушки мало смещены назад, то спинной край прямой или очень слабовыгнутый. Все отпечатки мантийных мускулов, кроме одного-пвух передних, слиты с мантийной линией или неслитых отпечатков нет Род *Henslowiana* Fagot, 1892, подрод *Henslowiana*.

Практическая часть: двустворчатые моллюски изучаются и определяются как группа фауны водоёмов на зоологических экскурсиях студентами-биологами и экологами в период полевой практики по зоологии беспозвоночных и водной биоценологии. На полевой практике студентов биологов 3-го курса по общей гидробиологии двустворчатые моллюски определяются как элементы зообентоса и зарослевой фауны, причём, помимо определений, студенты устанавливают численность и биомассу

моллюсков на m^2 и m^3 (3). В биомассу включаются моллюски размерами до 10 мм, они являются кормовыми объектами для рыб, особенно дрейссена.

Методическая часть: знакомство с морфологией двустворчатых моллюсков и определение по раковинам из коллекционного материала начинается на лабораторных занятиях студентов-биологов 3-го курса по дисциплине «Общая и санитарная гидробиология». Студентам предлагаются к определению представители фауны двустворчатых моллюсков, собранные на реке Улейме на полевой практике предыдущих лет. В течение трёхчасовых занятий студенты должны познакомиться с представителями основных отрядов и семейств и определить по 1–2 вида из каждого семейства. Студентам выдаётся раздаточный материал, линейки, пинцеты и лупы (можно использовать бинокляр). Определение до вида проводится по определителям (1, 2). В данных указаниях в табл. 6.1–6.3 приведены рисунки бивальвий, наиболее часто встречающихся в р. Улейме и других водоёмах региона Верхней Волги. Рисунки ориентируют студентов в семействах и не являются собственно определителем. Идентификация определяемых объектов проводится по ключам определителей (1, 2).

Литература

1. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос). – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 511 с.
2. Определитель пресноводных беспозвоночных России. – СПб., 2004. – Т. 6. – 526 с.
3. Семерной, В. П. Учебно-полевая практика по курсу «Экология» (водные экосистемы): метод. указания / В. П. Семерной, А. А. Зубишина. – Ярославль: ЯрГУ, 2008. – 71 с.

7. ПОДЁНКИ ЕРНЕМЕРОПТЕРА

Поденки – группа амфибиотических насекомых, личиночная стадия развития которых протекает в водной среде, взрослые же особи являются обитателями воздушной среды.

Тело личинок подразделяется на хорошо развитые голову, грудь и брюшко (рис. 7.1).

Личинки имеют пару хорошо развитых фасеточных глаз и три простых глазка. Ротовой аппарат чаще всего грызущего типа, у некоторых представителей модифицированный. Мандибулы (верхние челюсти) мощные, каждая из них несет выраженный верхний зубец (инцизор), предвершинный зубец (кинетодонт) и выступ с поверхностью-теркой в основании режущего края (мола). Нижние челюсти (максиллы) представлены одной жевательной долей, каждая несет 2–3-члениковый максиллярный щупик, иногда щупик редуцирован. Между мандибулами и максиллами расположено пара суперлингов, сросшихся с гипофаринксом.

На грудных сегментах расположены зачатки крыльев, направленные вершинами назад. Зачатки передних крыльев в два раза или более крупнее зачатков задних крыльев, могут полностью скрывать их. Иногда зачатки задних крыльев отсутствуют.

Также грудные сегменты несут хорошо развитые ноги. Ноги могут иметь специфические адаптации к образу жизни личинки, так у зарывающихся форм (таких как сем. Ephemeridae) мощные хорошо развитые бедра и голени. Некоторые обитатели песчаных грунтов обладают длинными коготками, помогающими удерживаться на грунте. Подвижно соединенная с голенью лапка не расчленена, имеет один коготок.

Брюшко состоит из 10 четко просматривающихся сегментов. На дорсальной стороне 1–7 сегмента как правило находится по паре трахейных жабр (тергалий). Тергалии обычно расположены по бокам ближе к заднему краю сегмента, но у представителей сем. Ephemeridae и Caenoidea жабры задних сегментов сдвинуты к переднему краю тергита, а у Oligoneurinae основания тергалий расположены на вентральной стороне. Тергалия чаще всего листовидной формы, с двумя жесткими ребрами – передним и задним. У многих видов тергалии способны создавать ток воды быстрыми ритмическими движениями, что облегчает дыхание.

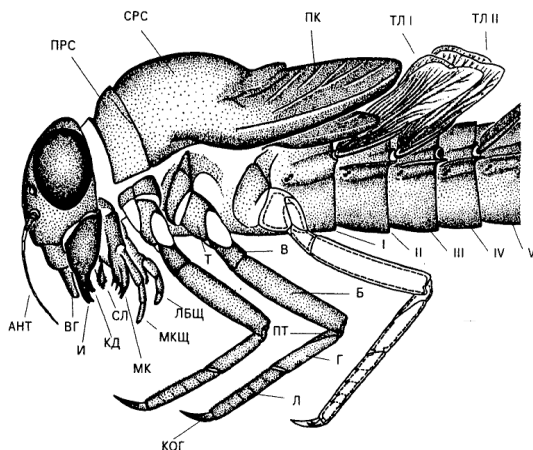


Рис. 7.1. Личинка семейства Siphonuridae,
Siphonurus aestivalis Eaton, 1903

Передняя часть тела личинки самца последнего возраста (тергалия 3-й пары удалена, в задней ноге прерывистой линией показана развивающаяся нога субимаго). I–V – сегменты брюшка, АНТ – антенна, Б – бедро, В – вертлук, ВГ – верхняя губа, Г – голень, И – инцизор мандибулы, КД – кинетоdont мандибулы, КОГ – коготок, Л – лапка, ЛБЩ – лабиальный щупик, МК – максилла, МКЩ – максиллярный щупик, ПК – зачаток переднего крыла, ПРС – переднеспинка, ПТ – пателла, СЛ – суперлингва, СРС – среднеспинка, Т – тазик, ТЛ I, ТЛ II – тергалии I и II пар.

От заднего края 10 сегмента отходят три длинные хвостовые нити, состоящие из мелких члеников. Парные крайние нити называются церками, непарная срединная – парацерком. У некоторых реофильных видов парацерк может быть укорочен (в отдельных случаях – до одного членика). На внутренних сторонах церка и по бокам парацерка может быть продольный ряд первичных плавательных волосков. Иногда на наружных сторонах церков могут быть развиты вторичные плавательные волоски, либо мутовки волосков на каждом членике.

Имаго поденок откладывают яйца в воду. Тергалии появляются со второго или более позднего личиночного возраста, их форма и размер могут сильно различаться у личинок разных возрастов. Число личиночных возрастов велико. Продолжительность личиночного периода – от одного месяца до двух лет у разных видов.

Поденки имеют две летающие стадии развития – имаго (половозрелые) и субимаго (неполовозрелые). У субимаго крылья покрыты мелкими волосками, у имаго – голые. Ротовой аппарат у летающих форм не развит, крылья не складываются, лапки расчленены и имеют 2 коготка. Продолжительность жизни имагинальных форм – от нескольких часов до нескольких дней [1, 2].

Личинки обитают в водоемах всех типов. Являются важной составной частью донных биоценозов. Выделяют 4 экологические группы личинок поденок – роющие, плоские, плавающие, ползающие. Роющие формы отличаются сильными ногами с увеличенными бедрами и голеньями, крупными выступами мандибул, выдающимися вперед в виде бивней (Ephemeridae). Живут в илистых и глинистых грунтах, роя ходы.

Плоские личинки сжаты в дорсовентральном направлении, с уплощенными ногами и листовидными жабрами. Обитают в быстрых потоках под камнями (сем. Neptogeniidae).

Ползающие имеют покрытое мелкими волосками тело, обитатели прибрежных зон стоячих и медленно текучих вод (сем. Ephemerellidae, Brachycercidae).

У плавающих форм покрытые плавательными волосками хвостовые нити. движения их и брюшка облегчает плавание (сем. Baetidae). Живут чаще среди водной растительности [3].

Наиболее распространенные семейства

Baetidae. Мелкие. свободно плавающие виды. Листовидные, одно- или двухлистковые тергалии. без отростков. Хвостовые нити как правило с развитыми плавательными волосками, у некоторых видов рода *Baetis* может быть рудиментарный парацерк. Коготки нераздвоенные. Зачатки задних крыльев слабо развиты или отсутствуют.

Caenidae. Первая пара тергалий в виде двучленикового палочковидного рудимента, вторая пара видоизменена в жаберные крышки, закрывающие тергалии 3–6 пар, которые представляют собой полукруглые бахромчатые трахейные жабры.

Leptophlebiidae. Тергалии двуветвистые или двухлистковые, с длинными тонкими концами. Хвостовые нити без плавательных волосков.

Ephemerellidae. Тергалии первой пары отсутствуют, либо имеют вид палочковидного рудимента. Развитые тергалии начинаются со 2, 3 или 4 сегмента, передние из них состоят из верхнего цельного и нижнего раздвоенного листка. Обычно направлены назад, налегая друг на друга.

Ephemeridae. Тергалии 2–7 сегментов двуветвистые, с бахромкой отростков по краям. Тергалии первой пары укорочены. без отростков. Мандибулы с длинными, округлыми в сечении, остроконечными бивнями. На голове имеется двузубчатый лобный выступ с медиальной выемкой.

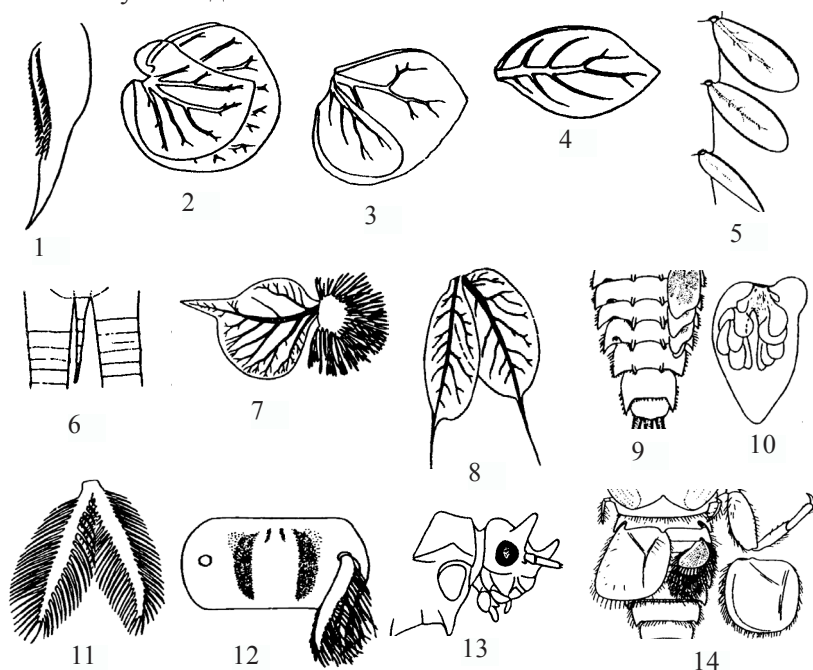


Таблица 7.1. Представители подёнок (элементы внешнего строения):

1 – *Cloeon* (*Cloeon*) *dipterum*; 2 – *C. simile*, тергалии 4-ой пары; 3 – *Centroptilum luteolum*; 4 – *Baetis digitatus*; 5 – *B. inexpectatus*; 6 – *Heptagenia* (*Kaperonia*) *fuscogrisea*; 7 – *Leptophlebia* (*Leptophlebia*) *marginata*; 8 и 9 – *Ephemerella* (*Serratella*) *ignita*, брюшко (8), левая тергалия 6-го сегмента (9); 10 – *Potamanthus luteus*, тергалия 3-й пары; 11 – *Ephemerella vulgata*, 7-ой тергит брюшка и правая тергалия; 12 – *Brachycercus harrisella*, голова и грудь; 13 – *Caenis macrura*, часть брюшка и правая жаберная крышка

Практическая часть. Сбор и изучение подёнок может проводиться на экскурсиях в период полевой практики по зоологии беспозвоночных и общей гидробиологии. Подёнки постоянно встречаются в пробах зообентоса и количественных сборах зарослевой фауны. Здесь помимо определений необходимо сделать расчёты численности и биомассы на m^2 и m^3 . Индивидуальные веса (масса) личинок может быть получена по таблицам приведённых весов или путём взвешивания на торсионных весах обсушенных на фильтровальной бумаге личинок (Семерной, Зубишина, 2008).

Методическая часть. Изучение и определение подёнок проводится на фиксированных объектах путём отпрепаровывания конечностей и тергалий (жабр). Следует иметь ввиду, что тергалии разных сегментов брюшка могут существенно отличаться по внешнему виду, поэтому надо отделять хорошо развитые тергалии (см. табл. 7.1.). В таблице 7.1 приведены морфологические признаки тергалий наиболее часто встречающихся видов личинок в водоёмах центральной части региона Верхней Волги.

Литература

1. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос) / ред. Л. А. Кутикова, Я. И. Старобогатов. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 512 с.
2. Определитель пресноводных беспозвоночных России. – СПб., 1997. – Т. 3. – С. 176–220.
3. Чернова, О. А. Поденки (Ephemeroptera) / О. А. Чернова // Жизнь пресных вод СССР. – М.;Л.: Изд.-во АН СССР, 1940. – Т. 1. – С. 127–137.

8. РУЧЕЙНИКИ TRICHOPTERA

Ручейники – амфибиотические насекомые, имаго которых обитают в наземно-воздушной среде, держась преимущественно вблизи водоемов. Личинки и куколки обитают в водоемах. Личинки ручейников являются важной составной частью биоценозов донных беспозвоночных, а также значительной составляющей кормовой базы бентосоядных рыб.

Личинки ручейников могут населять разнообразные грунты – песчаные, илистые, каменистые, чаще встречаются среди водной растительности.

Тело личинки червеобразное, с хорошо выраженным члениением на голову, грудь и брюшко. Грудь и брюшко отчетливо сегментированы (рис. 8.1, 1). Выделяют два морфологических типа личинок – камподеоидные и субэрукоидные. Для первого типа характерна прогнатическая (направленная челюстями вперед) голова, уплощенное тело с глубокими перетяжками между сегментами, удлинённые анальные ножки с коготками, направленными назад и вниз. Субэрукоидные личинки гусеницевидные, с гипогнатной (направленной челюстями книзу) головой, неглубокими перетяжками между сегментами брюшка, укороченными анальными ножками.

Личинки первого типа обычно живут без домиков, или в щитовидных или мешковидных домиках, часть личинок строит ловчие сети и камеры из выделяемого ими шелка. Они относятся к подотряду кольчатощупиковых (*Annulipalpia*). Личинки второго типа сооружает переносные домики в виде трубок из песчинок, растительных остатков и других мелких частиц (например, мелкие раковины моллюсков). Этот тип представляет подотряд цельнощупиковых (*Integripalpia*). Обычно выделяется 5 личиночных возрастов.

Голова (рис. 8.1, 2) представляет собой сильно склеротизированную капсулу, образованную четырьмя склеритами. Дорзальный наличниковолобный склерит (фронтотрипеус Ф) отделяется парными расходящимися фронтотрипеальными швами (ФШ) от двух вентральных склеритов, между которыми на нижней части головы расположен вентральный склерит (гула). Кроме двух фронтотрипеальных швов на верхней поверхности головы раз-

вит непарный коронарный (теменной) в задней части. На нижней стороне головы, в случае, если гула не полностью разделяет латеральные склериты, между ними находится гулярный (гипокраниальный) шов. К фронтоклипеусу спереди при помощи пластины – антеклипеуса причленен лабрум (верхняя губа). Впереди глаз расположены усики, или антенны (А), чаще всего представляющие собой один короткий членик, погруженный в ямку. У видов сем. *Leptoceridae* могут быть вторично удлинены.

Ротовой аппарат грызущего типа с хорошо развитыми асимметричными мандибулами (верхними челюстями). Внутренний режущий край мандибулы несет два лезвия – верхнее и нижнее, сходящиеся у вершины. Максиллы (нижние челюсти) и нижняя губа образуют единый лабиомаксиллярный комплекс, в состав которого также входят также подподбородок (субментум), подбородок (ментум) и гипофаринкс. Лабиомаксиллярный комплекс соединен с гулой.

Грудь образована тремя хорошо развитыми сегментами (передне-, средне- и заднегрудь), каждый из которых несет одну пару ног. Верхняя часть переднегруди (пронотум) обычно склеротизирована, склеротизация мезо- и метанотумов выражена в различной степени у представителей разных семейств. На поверхности нотумов обычно расположены по 5 пар длинных первичных щетинок, а также более короткие вторичные, число которых различно. Нижние поверхности груди (стерниты) также могут нести склериты. Важным систематическим признаком является развитый у семейств *Limnephilidae*, *Phryganeidae* и некоторых других длинный роговидный вырост на простерните.

Ноги личинок ручейников как правило ходильные, передняя пара короче средних и задних и приспособлена к удержанию пищи и строительству домиков и ловчих сетей. Задние ноги могут быть удлинёнными. Этот признак особенно выражен у сем. *Leptoceridae*, задние ноги представителей которого выполняют функцию плавания и осязания.

Нога образована шестью члениками: тазик, вертлуг, бедро, голень, лапка и коготок. Вертлуги разделены на две части, у представителей сем. *Molannidae*, *Leptoceridae*, *Odontoceridae*, *Calamoceratidae* на две части могут быть поделены бедра и голени задних, реже средних ног.

Брюшко состоит из 9 хорошо выраженных сегментов, как правило не склеротизированных (за исключением некоторых представителей сем. *Hydroptilidae*), **маленький склерит имеется только на дорсальной поверхности 9 сегмента**. У свободноживущих видов, таких как представители сем. *Polycentropodidae*, *Hydropsychidae*, брюшко уплощено в дорсо-вентральном направлении, с глубокими перетяжками между сегментами, у видов, обитающих в трубкообразных домиках Фома брюшка цилиндрическая, с неглубокими межсегментарными перетяжками, у видов сем. *Hydroptilidae* сжато латерально. У обитателей трубчатых домиков первый сегмент дорзально и с боков несет по одному сосочковидному выступу. Дорзальный выступ обычно крупнее вентральных и заострен на вершине.

На конце последнего сегмента развита пара анальных ножек, на вершине несущих по подвижному коготку. Анальные ножки служат для движения по субстрату или удержания в убежище, вследствие чего свободноживущих видов они развиты лучше, чем у строящих домики.

Брюшко может нести до 6 пар трахейных жабр на каждом сегменте (передние и задние дорсальные, латеральные и вентральные. Жабры образованы выростами наружного покрова тела личинки, несущими внутри стволик трахеи. Хорошо развитыми ветвящимися жабрами обычно обладают свободноживущие личинки, такие как виды семейств *Hydropsychidae* и *Rhyacophilidae*. Гусеницевидные обитатели трубок чаще всего имеют жабры, состоящие из нитей числом 1-3, но некоторые группы (сем. *Odonotoceridae*, роды *Leptocerus*, *Ironoquia*, *Brachycentrus*) **могут обладать жабрами, состоящими из пучков нитей**. У некоторых видов может быть развита боковая линия из волосков, создающих ток воды при дыхании. Для хищников сем. *Polycentropodidae* и *Ecnomidae* боковая линия, возможно, имеет осязательное значение.

Для окукливания личинкам служит куколочный домик, большинство целнощупиковых используют для этой цели личиночный. Остальные строят специальный куколочный домик.

Ручейники могут встречаться во всех типах пресноводных водоемов, но наибольшего разнообразия достигают в малых водотоках, где занимают второе место после двукрылых по разнообразию приспособлений.

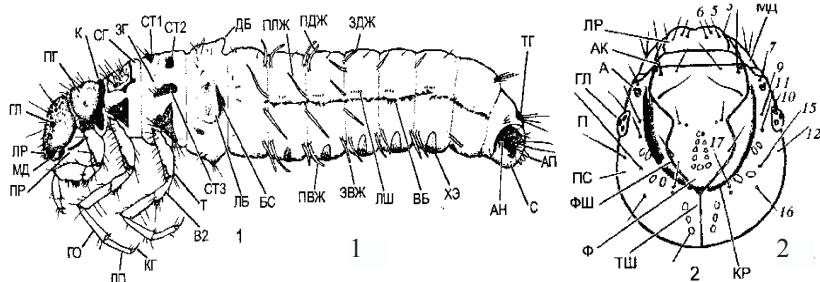


Рис. 8.1. Строение личинки ручейника, схематизировано:
1 – общий вид личинки латерально; 2 – голова, дорсально

Обозначения:

А – антенна, АК – антеклипеус, АН – анальные ножки, АП – анальные папиллы, Б – бедро, БС – боковой склерит 1-го сегмента брюшка, В2 – дистальный отдел вертлуга, ГЛ – глаз, ГО – голень, ДБ – дорсальная бородавка 1-го сегмента брюшка, ЗВЖ – задняя вентральная жабра, ЗГ – заднегрудь, ЗДЖ – задняя дорсальная жабра, К – кайма пронотума, КГ – коготок, КР – карина ЛБ – латеральная бородавка 1-го сегмента брюшка, ЛП – лапка, ЛР – лабрум, ЛШ – латеральные шипики, МД – мандибула, МЩ – максиллярный щупик, П – первичная щетинка (некоторые первичные щетинки пронумерованы в соответствии с общепринятой схемой), ПГ – переднегрудь, ПД – прикрепительный диск мышцы, ПДЖ – передняя дорсальная жабра, ПЛЖ – передняя латеральная жабра, ПР – простернальный рог, ПС – париетальный склерит, С – 10-й сегмент брюшка, СГ – среднегрудь, СТ1 – переднемедиальный, СТ2 – заднемедиальный, СТЗ – латеральный склериты пронотума, ТШ – теменной шов, Ф – фронтотеклипеус, ФШ – фронтотеклипеальный шов

Наиболее часто встречающимся типом движения у личинок является медленная ходьба или ползание по дну водоема или поверхности погруженных предметов. Свободноживущие кольчатощупиковые способны к достаточно быстрому бегу, жители домиков медленно передвигаются, причем в ходьбе принимают участие только передние ноги. Некоторые, такие как представители сем. *Brachicentridae*, практически неподвижны. их домик прикреплен к субстрату.

Личинки в старших возрастах редко могут плавать, эта способность развита у некоторых представителей сем. *Leptoceridae*. Так же сохраняют возможность плавать некоторые кольчатощу-

пиковые без домиков (напр., сем. *Polycentropodidae*) и мелкие *Hydroptilidae* в легких домиках.

Питаются ручейники в основном частями растений и детритом, достаточно редки хищники (*Rhyacophiladae*) и альгофаги (специализирующиеся на водорослях). Отличаются высокой оксифильностью, поэтому населяют только богатые кислородом воды. В силу этой особенности могут служить хорошими индикаторами экологического состояния водоемов [1, 2].

Характеристики семейств

Brachycentridae. Пронотум с поперечным рубцом, первый брюшной сегмент лишен бугорков. Строят округлые или четырехугольные в сечении вытянутые домики из песчинок или растительных остатков. Виды рода *Brachycentrus* имеют выступ на вентральной части голени средних ног [3].

Goeridae. Семейство, характерное для текучих вод. Строят тяжелые домики из песчинок, часто с камешками по бокам. Пронотум утолщен по бокам, на среднегрудки латерально – заостренный направленный вперед зубец. Вентрально на переднем сегменте расположен роговидный вырост [3].

Hydropsychidae. Крупное и разнообразное семейство. Личинки как правило фильтраторы, домиков не имеют. Брюшко уплощено, латерально с крупными ветвящимися жабрами. Про-, мезо- и метанотумы груди склеротизированы. Анальные ножки хорошо развиты [3].

Hydroptilidae. Одно из наиболее богатых видами семейств. Личинки как правило, мелкие (до 5 мм), брюшко сплющено с боков. Домики отличаются специфической формой: мешочковидной (*Ithytrichia*), бобообразной (*Hydroptilia*), бутылкообразной (*Oxyethira*) [3].

Limnephilidae. Крупнейшее по числу видов и широко распространенное семейство, чаще детритофаги или соскребатели. Населяют все типы водоемов, в т. ч. временные. Строят домики из растительных частиц или песчинок. Многие роды имеют трахейные жаберы, состоящие из нитей числом от 1 до 20 и более, число нитей в жабрах – важный систематический признак. Ще-

тинки метанотума на склеритах. Роговидный вырост на вентральной стороне переднего сегмента груди имеется [3].

Molannidae. Небольшое семейство хищников. Строят уплощенные домики из песчинок с крыловидными расширениями по бокам и крышей над входом. Коготки задних ног отличаются по форме от передних и средних, на передних и средних ногах имеется выступ для удержания пищи [3].

Phryganeidae. Крупные личинки, обитающие в стоячих и медленно текущих водах. Строят трубчатые домики из растительных частиц, уложенных правильной спиралью. Мезо- и метанотум мембранозные. На первом сегменте переднегруди вентрально расположен роговидный вырост [3].

Polyscentropodidae. Большинство представителей хищники, с крупной головой, склеротизированным пронотумом и мембранозными мезо- и метанотумом. Домиков не строят, сооружают сети из шелка. Брюшко уплощенное дорсо-вентрально, с боковой линией волосков. Личинки прогнатные, камподеоидные. Анальные ножки хорошо развиты, имеют свободные членики, несущие коготки [2, 3].

Практическая часть. Материалом для изучения морфологии и определения личинок ручейников чаще всего служат сборы зарослевой фауны в озёрах и реках во время полевой практики по зоологии беспозвоночных и гидробиологии. Полевой практике по гидробиологии предшествуют лабораторные занятия, где изучается морфология личинок.

Методическая часть. Изучение морфологии личинок проводится на фиксированном материале, путём отпрепаровывания отдельных элементов строения личинки: головы, переднеспинки, конечностей, заднего отдела, в частности анальной ножки. По характерным признакам элементов строения устанавливается семейство и по возможности род и вид личинки по предлагаемым определителям. Лабораторная работа является подготовительной для полевой практики по гидробиологии.

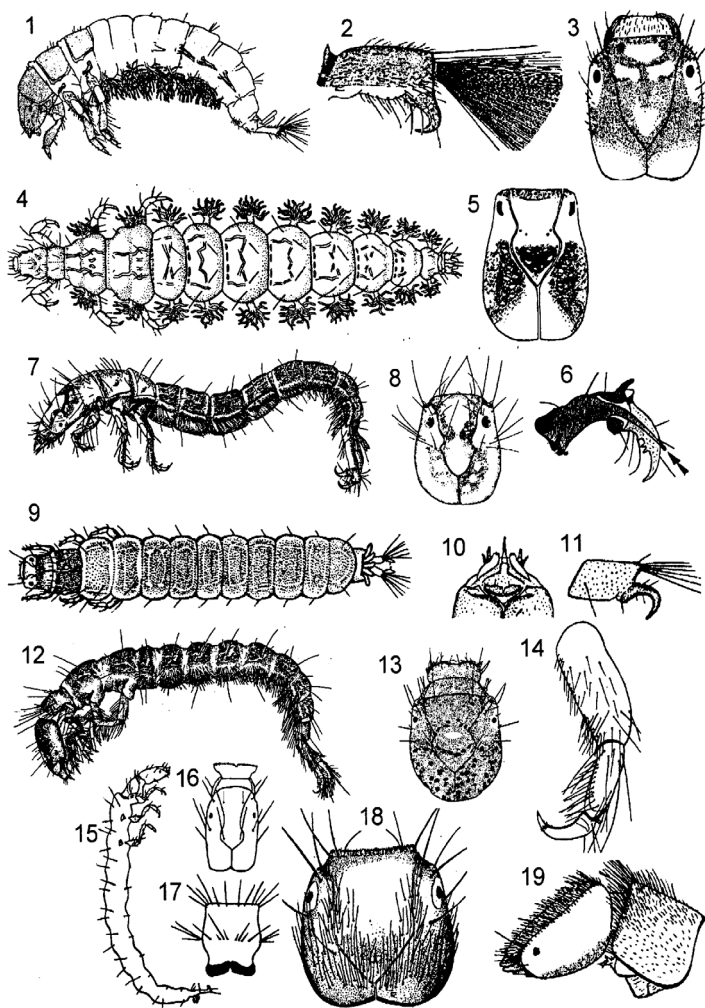


Табл. 8.1. Ручейники

Hydropsychidae: 1 – общий вид, 2 – анальная ножка, 3 – голова. *Rhyacophilidae*: 4 – общий вид, 5 – голова, 6 – анальная ножка (стрелкой указан саблевидный вырост). *Ecnomidae*: 7 – общий вид, 8 – голова. *Psychomyiidae*: 9 – общий вид, 10 – нижняя губа с язычком, снизу, 11 – анальная ножка. *Polysentropodidae*: 12 – общий вид, 13 – голова, 14 – анальная ножка. *Philopotamidae*: 15 – общий вид, 16 – голова, 17 – переднеспинка. *Cheumatopsyche lepida*: 18 – голова сверху, 19 – голова и переднеспинка сбоку (М. В. Чертопруд, Е. С. Чертопруд, 2009)

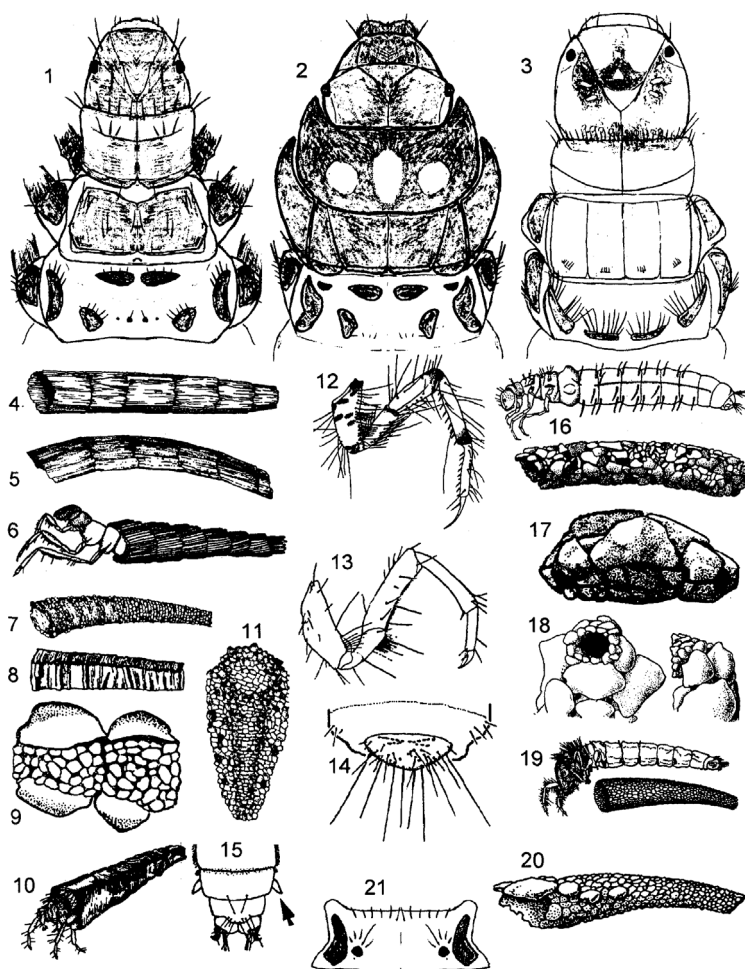


Таблица 8.2. Ручейники

Голова и грудь сверху: 1 – *Limnephilidae*, 2 – *Goeridae*, 3 – *Brachycentridae*. Домики *Phryganeidae*: 4 – *Semblis*, 5 – *Oligostomis*, 6 – *Agrypnia*. Домики *Brachycentridae*: 7 – *Micrasema*, 8 – *Brachycentrus*. Домики: 9 – *Goeridae*, 10 – *Lepidostomatidae*, 11 – *Molannidae*. Задняя нога: 12 – *Leptoceridae*, 13 – *Limnephilidae*. Конец брюшка: 14 – *Limnephilidae*, 15 – *Lepidostomatidae*. Общий вид и домик: 16 – *Limnephilidae*, 17-18 – *Glossosomatidae*, 19 – *Sericostomatidae*, 20 – *Apataniidae*. 21 – заднеспинка *Apataniidae* (М. В. Чертопруд, Е. С. Чертопруд, 2009)

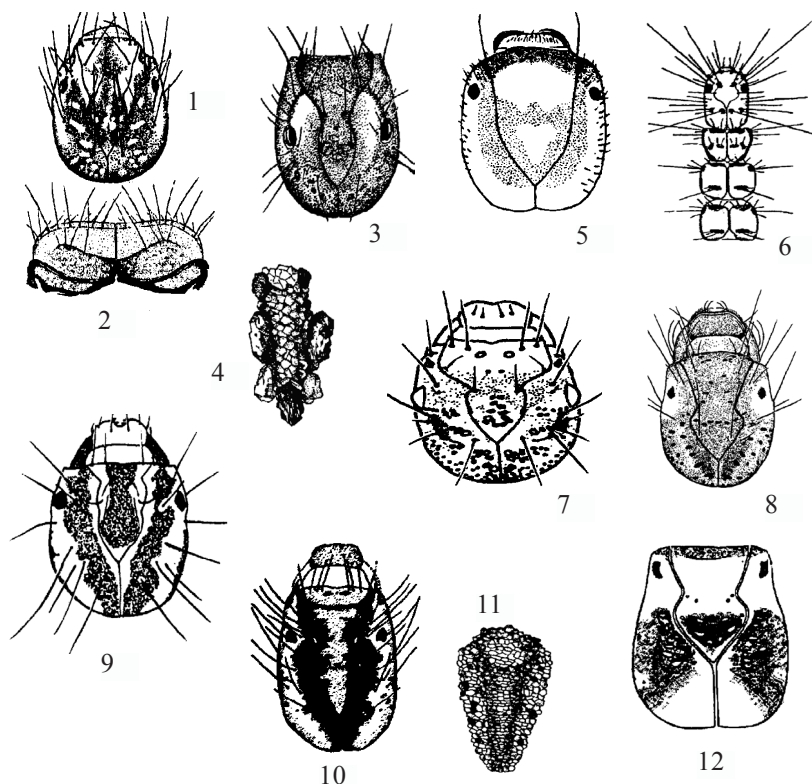


Табл. 8.3. Личинки семейств:

1 и 2 – *Brachicentrus subnubilis*: голова (1), пронотум (2) (*Brachycentridae*); 3 и 4 – *Goera pilosa*: голова (3), домик (4) (*Goeridae*); 5 – *Hydropsyche contubernalis* (*Hydropsychidae*); 6 – *Agraylea sexmaculatus* (*Hydroptilidae*); 7 – *Stenophylax sequax* (*Limnophilidae*); 8 – *Neureclipsis bimaculata* (*Polycentropodidae*); 9 – *Agrypnia picta* (*Phryganeidae*); 10 и 11 – *Molanna angustata*: голова (10), домик (11) (*Molannidae*); 12 – *Rhyacophila nubila* (*Rhyacophylidae*)

Литература

1. Лепнева, С. Г. Личинки и куколки подотряда кольчатощупиковых (*Annulipalpia*) / С. Г. Лепнева. – М.: Наука, 1964. – 560 с.
2. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос). – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 511 с.

3. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. – СПб.: Зоологический институт, 2001. – Т. 5. – С. 7–72.

4. Чертопруд, М. В. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра европейской России / М. В. Чертопруд, Е. С. Чертопруд. –

9. ХИРОНОМИДЫ – CHIRONOMIDAE-LARVAE

Хирономиды (комары-звонцы, комары-толкунцы) – всесветно распространенное семейство длинноусых двукрылых насекомых. Наиболее длительный период жизни (от нескольких недель до двух лет) они проводят в стадии личинки, являясь одним из основных компонентов пресноводных экосистем. Куколки и комары существуют обычно несколько дней, не питаются, и самки погибают сразу после откладки яиц. Личинки хирономид обитают практически во всех типах пресноводных водоемов и водотоков, а также на литорали морей, в эстуариях, дуплах деревьев, навозе и на сырых субстратах. Личинки некоторых видов могут быть комменсалами или паразитами поденок, веснянок, ручейников, и др.

Личинки хирономид имеют хорошо развитую головную капсулу и сегментированное тело, состоящее из трех грудных и 9–10 брюшных сегментов (табл. 9.1, 1–3). На первом грудном сегменте вентрально расположены передние подталкиватели или ложные ножки, покрытые хитинизированными крючками. Предпоследний брюшной сегмент дорсально имеет 1 пару подставок, апикально несущих по пучку щетинок преанальной кисточки. Кроме этого на подставках обычно сидят по 2 пары латеральных щетинок. Форма подставок, степень их развития, число щетинок преанальной кисточки, расположение латеральных щетинок важны для диагностики родов и видов. Последний сегмент брюшка несет задние подталкиватели, или ложноножки, на которых дистально расположены в несколько рядов крючки. У личинок, живущих в быстротоках, как правило задние подталкиватели длиннее последнего сегмента тела, иногда с 1-3 перетяжками. Вокруг анального отверстия между задними подталкивателями

расположены 4 тонкостенные пальцевидные анальные жабры (папиллы) (табл. 9.1: AT). Над ними находятся анальные или супра-анальные щетинки (табл. 9.1: 1: AS). У некоторых видов на 7-м брюшном сегменте могут быть развиты латеральные отростки, на 8-м – одна-две пары вентральных отростков разной формы и размера (табл. 9.1: 4, 5: TLT, VT).

Голова обычно удлинена, может быть яйцевидной или прямоугольной формы, обычно ее наибольшая ширина меньше длины, редко равна ей или превышает ее. В диагностике некоторых таксонов (в основном *Tapupodinae*) используется индекс головы (1C), который равен отношению наибольшей ширины головной капсулы к ее длине. Окраска головы от бесцветной до черной. Расположение структур головы показано на табл. 9.2: 1–5. Сверху по бокам головы расположены личиночные глаза (глазные пятна). Кпереди от глаз находятся антенны. Антенна обычно состоит из 4–5 члеников – базального членика и жгутика. Базальный членик с двуветвистой щетинкой (ее ветви разной длины), одним или несколькими крупными и маленькими кольцевыми органами (табл. 9.2: 3). На вершине 2-го членика (или 1-го членика жгутика) часто имеются лаутерборновы органы, которые могут быть противостоящими или чередующимися. В последнем случае один лаутерборнов орган расположен на вершине 2-го членика, другой – на вершине 3-го. У некоторых хирономид лаутерборновы органы сидят на длинных стебельках (табл. 9.2: 3). 3-й членик антенны (иногда и 4-й) у некоторых форм может быть кольчатым. Отношение длины базального членика к длине жгутика (AI) бывает необходимо при определении видов.

Задний конец головной капсулы всегда широко открыт, образуя затылочное отверстие, по краям которого идет затылочный склерит (табл. 9.2: 3, PO). Почти всегда затылочный склерит окрашен значительно интенсивнее головной капсулы и хорошо заметен.

Ротовая полость расположена на нижней стороне головы, сверху и спереди ограничена верхней губой (лабрум) (табл. 9.2: 1, L). По бокам лабрума находятся премандибулы, дистальная часть которых обычно с одним или несколькими зубцами.

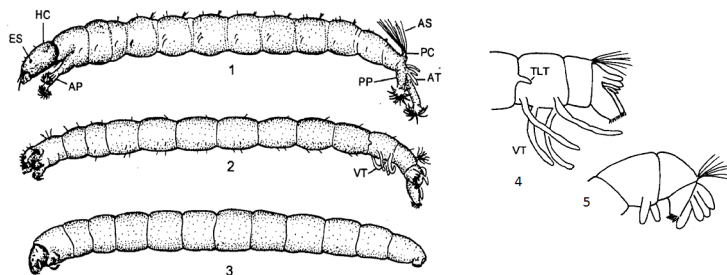


Табл. 9.1. Общий вид и задние концы личинок хирономид

Общий вид личинок латерально: 1 – *Ablabesmyia* sp. (подсем. Tanypodinae); 2 – *Chironomus* sp. (подсем. Chironominae); 3 – *Pseudosmittia* sp. (подсем. Orthoclaadiinae) AP – передние подталкиватели; AS – щетинки преанальной кисточки; AT – анальные жабры (напиллы); ES – глазные пятна; HC – головная капсула; PC – подставка преанальной кисточки; PP – задние подталкиватели; TLT – латеральный отросток; VT – вентральные отростки

Из ротовых частей наибольшее значение в диагностике родов и видов имеет строение ментума, мандибул и иногда гипофаринкса и максилл. Ментум (табл. 9.2: 2, 4, L, M) обычно имеет форму треугольника или трапеции, свободный край его, направленный вперед, разделен на зубцы, число и степень развития которых бывают различными у разных форм. Немногие виды личинок имеют ментум с ровным краем без зубцов. Ряд зубцов очень часто расположен не в одной плоскости; боковые части этого ряда изогнуты внутрь головы и видны лишь при расплюсненном ментуме. Личинки Tanypodinae имеют ментум совершенно особого типа. Край ментума или без зубцов, или имеются 2 гребня из крепких, острых зубцов, слитых друг с другом или разделенных по середине ментума.

По бокам ментума у личинок некоторых подсемейств (в особенности Chironominae и Prodiamesinae) имеются вентроментальные пластинки (табл. 9.2.: 3–5, VMP). Вентроментальные пластинки могут быть с радиальной (Chironomini), поперечной (Tanytarsini) штриховкой, или без штриховки, но покрытые многочисленными щетинками (Prodiamesinae). Личинки Orthoclaadiinae имеют слабо развитые или редуцированные вентроментальные пластинки. У представителей некоторых родов Diamesinae боковые зубцы ментума прикрыты полупрозрачной пластинкой.

Мандибулы (верхние челюсти) хорошо развиты у всех личинок хироно-мид. Они сочленены с верхней частью переднего края щечных склеритов (табл. 9.2: 1–2, MDB). Часто сбоку мандибула имеет треугольное очертание. Наружный край мандибулы дугообразно изогнут и обычно гладкий, но у некоторых форм с зарубками. По внутреннему краю дистальной части мандибулы идут 2 ряда зубцов, внешний, или нижний, и внутренний, или верхний. Мандибулы большинства Chironominae имеют лишь по одному внутреннему зубцу, обычно выделяющемуся своей желтой окраской. Мандибулы личинок остальных подсемейств, как правило, не имеют внутренних зубцов. Внешние зубцы большинства личинок хирономид хорошо развиты и образуют сплошной ряд. Дистальный внешний зубец часто называют вершинным, или концевым. Нижний из внешних зубцов часто слит своим нижним краем с базальной частью мандибулы, отличаясь от нее по окраске. В этом случае нижний внешний зубец называют ложным зубцом. У большинства Chironominae на внутренней стороне дистальной части мандибулы имеется щеточка из хетоидов, расположенных в один продольный ряд. Под зубцами, с внешней нижней стороны мандибулы всегда есть крупная, короткая и плоская мечевидная щетинка, форма которой очень разнообразна. Ниже мечевидной щетинки имеется крупная плоская щетинка, расщепленная на несколько ветвей. Характер расщепления этой щетинки различен в разных систематических группах.

Гипофаринкс (подглоточник) расположен внутри ротовой полости, за ментумом (табл. 9.2.: 1, 2, H). Поверхность гипофаринкса вооружена многочисленными хитиновыми шипами и т. п. Представители Tanypodinae легко распознаются по крупному, непарному и подвижному склериту – глоссе, расположенному на вершине гипофаринкса. По сторонам от глоссы расположены 2 небольших склерита – параглоссы (табл. 9.2: 1, PGL). Свободный конец глоссы зубчатый. У личинок *Protanypus* (Diamesinae) придаток гипофаринкса состоит из 1 пары срединных и 5–6 пар парамедиальных пластинок, число и форма которых характерны для отдельных видов рода.

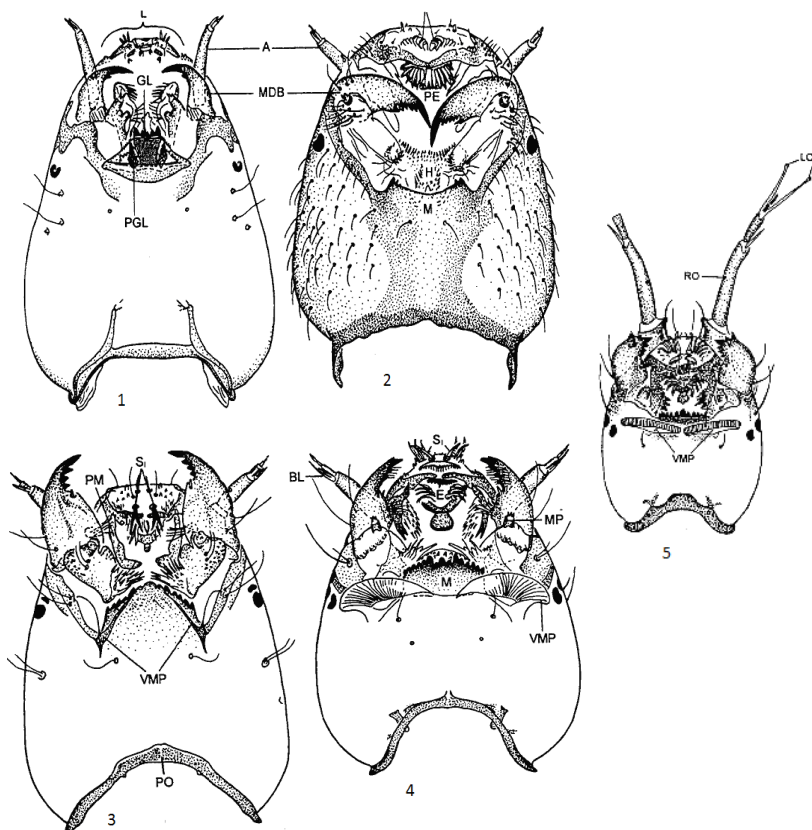


Табл. 9.2. Головные капсулы личинок
основных подсемейств Chironomidae

Головные капсулы личинок, вентрально: 1 – *Procladius* sp. (подсем. *Tanytarsinae*); 2 – *Protanypus* sp. (подсем. *Diamesinae*); 3 – *Cricotopus* sp. (подсем. *Orthocla-diinae*); 4 – *Chironomus* sp. (подсем. *Chironominae*); 5 – *Micropsectra* sp. (подсем. *Chironominae*, *Tanytarsini*). Обозначения: A – антенна; BL – щетинка антенны; E – эпифаринкс; GL – глосса; H – гифофаринкс; L – лабрум (верхняя губа); LL – чешуйки лабрума; LO – лаутерборновы органы; M – ментум; MDB – мандибула; MP – максиллярный щупик; PE – гребень эпифаринкса; PGL – параклосса; PM – премандибула; PO – затылочный склерит; RO – кольцевой орган; Si – щетинки лабрума; TLT – латеральный отросток; VMP – вентроментальные пластинки.

Представители подсемейств Chironomidae

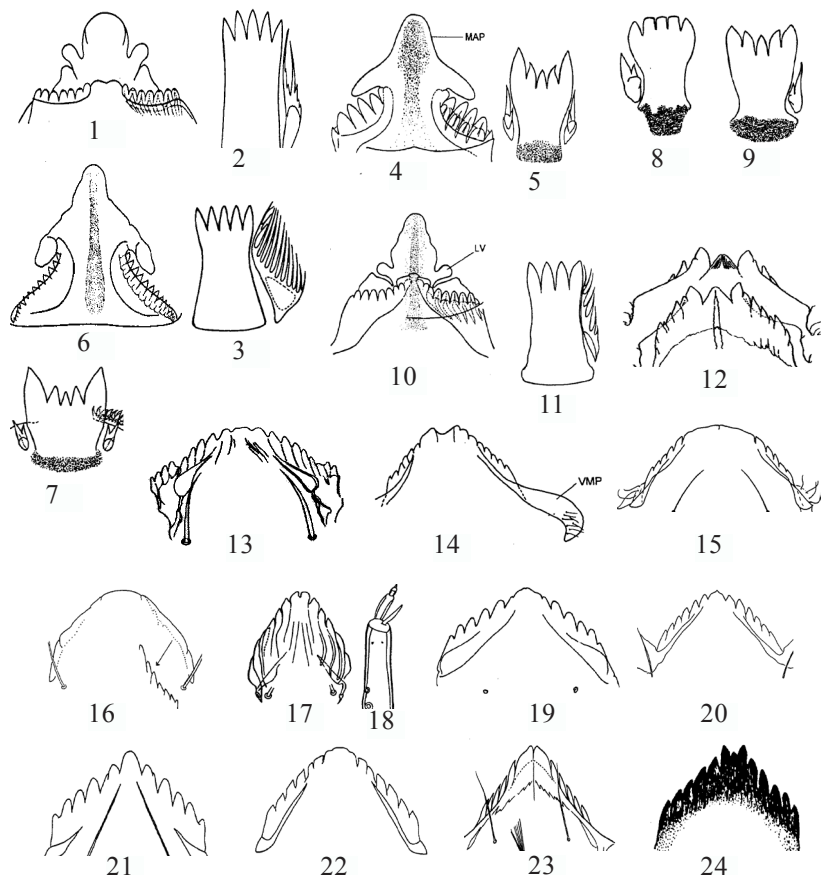


Табл. 9.3. Ментумы и усики (антенны)
представителей подсем. Tanypodinae и Orthoclaadiinae:

1 и 2 – *Tanypus kraatzi*, ментум (1), глосса (2); 3 – *Tanypus punktippennis*, глосса; 4 и 5 – *Apsectrotanypus trifasciipennis*, ментум (4), глосса (5); 6 и 7 – *Anatopynia plumipes*, ментум (6), глосса (7); 8 – *Ablabesmyia annulata*, глосса; 9 – *A. phatta*, глосса; 10 и 11 – *Psectrotanypus varius*, ментум (10), глосса (11) (подсем. Tanypodinae); 12 – *Pseudodiamesa nivosa*, ментум; 13 – *Diamesa insignipes*; 14 – *Monodiamesa bathyphila*; 15 – *Psectrocladius* sp.; 16 – *Petthastia gaedi*; 17 и 18 – *Eukiefferiella hospita*, ментум (17), усик (18); 19 – *Parakiefferiella bathophila*; 20 – *Stackelbergia praeclara*; 21 – *Cricotopus sylvestris*; 22 – *C. algarum*; 23 – *Psectrocladius psilopterus*; 24 – *Corynoneura scutellata* (подсем. Orthoclaadiinae)

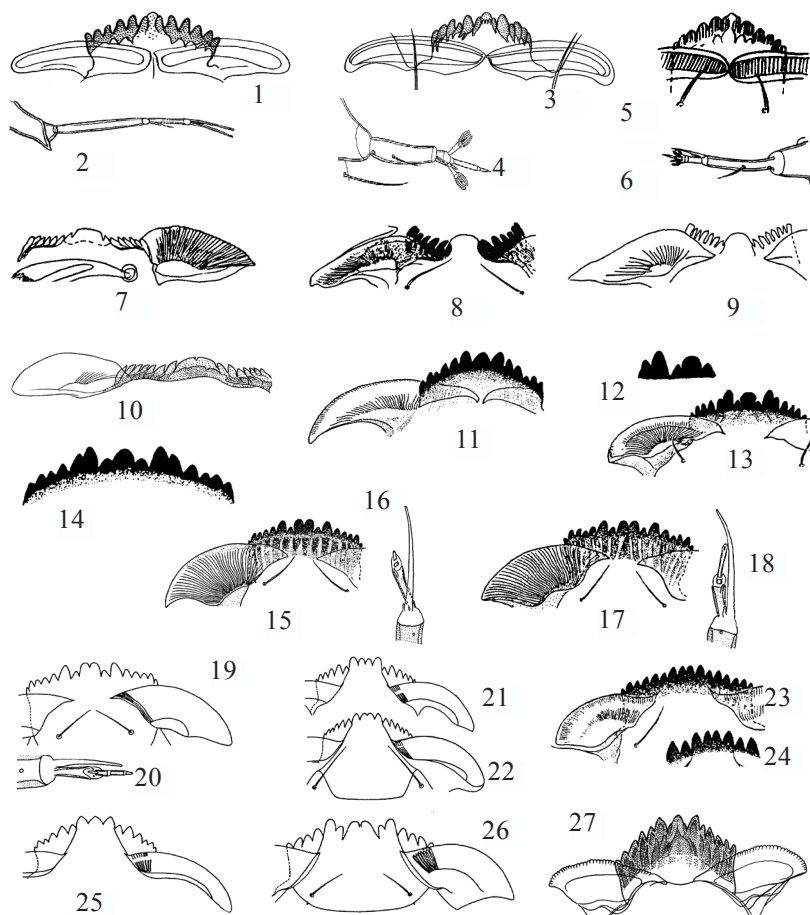


Табл. 9.4. Ментумы и усики (антенны)
представителей подсем. Chironominae:

1 и 2 – *Micropsectra* gr. *praecox*, ментум (1), усик (2); 3 и 4 – *Cladotanytarsus* *mancus*, ментум (1), усик (2); 5 и 6 – *Paratanytarsus* *lauterborni*, ментум (1), усик (2); 7 – *Paracladopelma* *camptolabis*, ментум; 8 – *Cryptochironomus* *obreptans*; 9 – *Demicryptochironomus* *vulneratus*; 10 – *Harnischia* *fuscimana*; 11 – *Glyptotendipes* *gripecoveni*; 12 и 13 – *Camptochironomus* *pallidivittatus*; 14 – *Chironomus* *cingulatus*; 15 и 16 – *Polypedilum* *scalaenum*, ментум (15), усик (16); 17 и 18 – *P. bicrenatum*, ментум (17), усик (18); 19 и 20 – *P. nubeculosum*, ментум (19), усик (20); 21 – *Endochironomus* *impar*; 22 – *E. albipennis*; 23 и 24 – *E. stackelbergi*, ментум (23), срединные зубцы и первые три пары (24); 25 – *E. tendens*; 26 – *Microtendipes* *pedellus*; 27 – *Dicrotendipes* *tritonus*

Практическая часть. Изучение и определение личинок хирономид может проводиться на лабораторных занятиях по гидробиологии и учебно-полевых практикумах по зоологии беспозвоночных и гидробиологии. На полевой практике по гидробиологии кроме определений личинок до рода или вида делаются расчёты показателей обилия (численность и биомасса) хирономид на m^2 в пробах зообентоса. По личинкам можно провести биоиндикацию качества вод или зон сапробности, используя хирономидный индекс Е. В. Балушкиной.

Методическая часть. Изучение морфологии личинок представителей основных подсемейств Tanypodinae, Orthocladiinae, Chironominae первоначально изучается на лабораторных занятиях по гидробиологии по тотальным препаратам в канадском балъзаме и индивидуально по изготовленным временным препаратам в глицерине.

На полевой практике по гидробиологии студенты делают выборку личинок из бентосных качественных и количественных проб, изготавливают временные препараты в глицерине, определяют до вида или рода, измеряют под биноклем, находят вес по таблицам приведённых весов и делают расчёт численности биомассы вида и в целом группы Chironomidae в пробе и на m^2 (Семерной, Зубишина, 2008).

Литература

1. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос). – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 511 с.
2. Определитель пресноводных беспозвоночных России. – Т. 4: Двукрылые насекомые. – СПб., 2000. – 998 с.
3. Семерной, В. П. Учебно-полевая практика по курсу «Экология» (водные экосистемы): метод. указания / В. П. Семерной, А. А. Зубишина. – Ярославль: ЯрГУ, 2008. – 71 с.

Оглавление

Введение.....	3
1. Простейшие PROTOZOA.....	5
2. Коловратки ROTIFERA (=ROTATORIA).....	14
3. Ветвистоусые ракообразные CLADOCERA.....	20
4. Веслоногие ракообразные COPEPODA.....	29
5. Брюхоногие моллюски GASTROPODA.....	35
6. Двустворчатые моллюски BIVALVIA.....	45
7. Подёнки EPHEMEROPTERA.....	59
8. Ручейники TRICHOPTERA.....	64
9. Хирономиды CHIRONOMIDAE-LARVAE.....	73

Учебное издание

Семерной Виктор Петрович

ГИДРОБИОЛОГИЯ

Методические указания
к лабораторному практикуму

Редактор, корректор М. В. Никулина
Правка, верстка Е. Б. Половкова

Подписано в печать 29.10.2013. Формат 60×84¹/₁₆.
Усл. печ. л. 4,88. Уч.-изд. л. 3,4.
Тираж 50 экз. Заказ .

Оригинал-макет подготовлен
в редакционно-издательском отделе ЯрГУ.

Ярославский государственный университет
им. П. Г. Демидова.
150000, Ярославль, ул. Советская, 14.

