РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ МАЛЫХ ВОДОЕМОВ ПО ОРГАНИЗМАМ МАКР0300БЕНТ0СА

Т. Н. Полякова

Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН

Охрана водных ресурсов от загрязнения в условиях возрастающей антропогенной нагрузки предполагает наряду с изучением механизмов функционирования экосистем и прогнозированием возможных изменений в них необходимость систематического гидробиологического контроля (биомониторинга) за состоянием и качеством природных вод. Под влиянием антропогенной нагрузки нарушаются структура и качественный состав биоценозов. Загрязняющие вещества накапливаются преимущественно в грунтах и в макрофитах, в связи с этим их влияние на биоту может быть длительным и постоянным.

Гидробионты, как индикаторы условий обитания, представляют особый интерес для установления фонового состояния водных экосистем и их последующих изменений при антропогенном воздействии. Комплексное изучение экосистем водоемов и водотоков предполагает организацию наблюдений по весьма обширной программе и требует высокой квалификации специалистов. Но некоторые простейшие исследования вполне доступны учащимся. В зависимости от поставленных целей наблюдения могут носить рекогносцировочный характер и вместе с тем стать основой для долговременного контроля экологического состояния выбранного объекта.

Определение качества воды только по химическим показателям не позволяет выявить изменения в водной экосистеме и оценить степень ее нарушенности. Данные же о видовом составе и количественном развитии водных организмов позволяют судить не только о степени и продолжительности загрязнения водоема, но и о его способности к самоочищению. Конечно, с помощью методов биоиндикации мы можем оценить только общий уровень загрязненности и не узнаем точных концентраций того или иного вещества. Зато эти методы относительно дешевы и не требуют специального оборудования. А главное, биологические методы дают комплексную оценку качества воды, учитывают взаимодействие разных загрязняющих веществ.

Биологический метод оценки качества вод (биоиндикация) базируется на изучении всей совокупности организмов, населяющих водоем. Этот способ наблюдений основан на том, что живые организмы обладают различной чувствительностью к качеству воды, поэтому по разнообразию живущих в водоеме организмов можно судить о его состоянии и степени загрязненности. Любая форма загрязнения отрицательно сказывается на флоре и фауне, нарушает структуру биоты, обедняет видовой состав, вызывает гибель одних – стенобионтов и оксифилов и, напротив, усиленное размножение других – эврибионтов.

Наиболее характерный тип загрязнения природных водоемов – сброс в них больших масс разлагающихся органических веществ и биогенных элементов. Такое загрязнение приводит, в первую очередь, к заилению дна, увеличению кормовой базы детритоядных животных и микроорганизмов, снижению количества растворенного в воде кислорода. Именно эти факторы непосредственно изменяют состав сообщества. Общая картина загрязнения водоемов довольно сложна, но показано, что виды, более устойчивые к органическому загрязнению, в целом более устойчивы и к остальным типам загрязнений.

Важнейшей комплексной характеристикой состояния водоема является его сапробность. **Сапробность** (от греческого слова «сапрос» – гнилой) – характеристика водоема, показывающая уровень содержания в нем органических веществ (ОВ) и продуктов их распада. Система сапробности, разработанная в начале прошлого века немецкими исследователями Р. Колквитцем и М. Марссоном, учитывает отношение гидробионтов к органическому, нетоксическому загрязнению. Под сапробностью какого-либо вида животных или растений понимают его способность обитать в воде с тем или иным содержанием органических веществ. По нарастанию количества ОВ различают водоемы **олигосапробные** (практически незагрязненные), **бета-мезосапробные** (слабо или умеренно загрязненные), **альфа-мезосапробные** (загрязненные) и **полисапробные** сильно загрязненные органикой. В каждой из этих зон возможно интенсивное развитие определенных видов растительных и животных организмов, достигающих высокой численности. Они получили название индикаторов сапробности.

Известно много систем биологического анализа вод и определения их качества по гидробиологическим показателям, выбор которых зависит от условий работы и ближайших целей исследователя (Макрушин, 1974). Оценка степени загрязнения водоемов по показательным организмам, так называемый сапробиологический анализ, обычно производится с помощью системы Колквитца-Марссона или различных

ее модификаций. Суть их заключается в выявлении индикаторов для оценки степени сапробности (загрязнения) вод. В основе другой группы лежит учет видового разнообразия гидробионтов водоема или его участка.

Каждая экологическая группа организмов., как животных (зоопланктон, зообентос и др.), так и растительных (фитопланктон, фитобентос, макрофиты) в качестве биологического индикатора имеет свои преимущества и недостатки. Наиболее удобным для неспециалиста объектом является, на наш взгляд, макрозообентос – макроскопические беспозвоночные животные, обитающие на дне водоема, в толще донных осадков или в придонном слое воды. Это, главным образом, водные личинки и имаго насекомых, моллюски, пиявки, малощетинковые черви и высшие ракообразные. Организмы зообентоса характеризуются достаточно крупными размерами, широким экологическим спектром, т. е. способностью обитать в самых разных условиях, приуроченностью к определенному местообитанию и продолжительностью жизненных циклов. Донные животные, таким образом, благодаря особенностям их экологии надежно характеризуют изменения водной среды за длительные периоды времени.

Применение любой системы биоиндикации предполагает определение таксономической принадлежности найденных организмов. Необходимо отметить, что систематика беспозвоночных (даже макроформ) весьма сложна, и достоверное определение их до вида неспециалистами, как правило, невозможно. Отчасти поэтому разработано несколько методик анализа качества воды, применяющих индикаторные свойства крупных таксонов зообентоса: родов, семейств, отрядов. Некоторые из них в настоящее время широко рекомендуются для школьного экологического мониторинга (Биологические методы, 2002; Глаголев и др., 1999; Данилова и др., 1999).

Одна из них разработана Ф. Вудивиссом (Вудивисс, 1977) для небольшой реки Трент (Великобритания) и с успехом применяется в Западной Европе и России. Эта система оценки качества воды, которую называют биотичес ким индексом Вудивисса (Индекс реки Трент), объединяет как общее разнообразие, так и наличие индикаторных «групп» донных организмов. При повышении степени загрязненности водоема представители этих групп исчезают из него примерно в том порядке, в каком они приведены в табл.1.

Метод Вудивисса предполагает сбор только качественных проб, без учета обилия животных, и допускает определение животных до уровня отрядов и семейств. Под термином «группа», используемым для определения биотического индекса, подразумевается систематическое положение водных животных, которое определяется без анализа деталей их строения, что исключает необходимость проведения трудоемких таксономических исследований.

Понятие «группа» включает отдельные виды или более крупные таксоны: планарии (считать отдельно каждый вид), класс олигохет (малощетинковых червей); любой вид пиявок *(Hirudinea),* моллюсков *(Mollusca),* ракообраз-'ных; все известные виды веснянок *(Plecoptera),* поденок *(Ephemeroptera),* исключая Baetis rhodani; любое семейство ручейников *(Trichoptera);* любой вид личинок Megaloptera (вислокрылка); семейство *Chironomidae* (личинки звонцов), кроме *Chironomus sp.;* личинки мотыля (красные); личинки мошек *(Simuliidae);* все известные виды других личинок мух; все известные виды *Coleoptera* (жуки и их личинки); все известные виды водяных клещей *(Hydracarina);* каждый известный вид *Hemiptera,* каждый известный вид личинок других летающих насекомых. Кроме того, отдельными группами Вудивисс предложил считать олигохету Nais, поденку *Baetis rhodani* и хирономиду *Chironomus thummi,* однако определить эти таксоны для неспециалиста сложно, и часто этого не делают.

Опыт применения метода Вудивисса в условиях Карелии вызвал необходимость его модификации с учетом некоторых региональных особенностей фауны. Так, в составе зообентоса большинства обследованных рек редко или вовсе не встречается индикаторная или, согласно

Таблица 1

БИОТИЧЕСКИЙ ИНДЕКС ВУДИВИССА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДОЕМОВ

Наличие индикаторных групп	Всего найдено «групп»				
	0–1	2–5	6–10	11–15	16 и более
Веснянки > 1 вида	–	7	8	9	10
1 вид	–	6	7	8	9
Поденки > 1 вида	–	6	7	8	9
1 вид	–	5	6	7	8
Ручейники > 1 вида	–	5	6	7	8
1 вид	4	4	5	6	7
Бокоплав (личинки мошек)	3	4	5	6	7
Водяной ослик	2	3	4	5	6
Олигохеты и (или) личинки хирономид (комаров-звонцов)	1	2	3	4	–
Отсутствуют все названные группы, виды с воздушным дыханием (крыска)	0	1	2	–	–

Вудивиссу, «ключевая» группа организмов – бокоплавы. Она заменена в таблице на *Simuliidae* (личинки мошек), которые широко представлены в водотоках во все сезоны года и аналогично последним реагируют на загрязнение (Кухарев, 1986).

Общее число «групп» Вудивисса потенциально довольно велико за счет большого числа видов планарий и семейств ручейников. При невозможности определения семейств ручейников и видов планарий следует считать отдельно каждую их новую форму -– планарий разных цветов и ручейников с разными типами домиков (Чертопруд 1999).

Метод и индекс Вудивисса предназначен для рек, однако применяется для оценки сапробности практически самых разных водоемов, для которых не разработано более адекватных показателей (Чертопруд, 1999). В стоячих водоемах его используют в прибрежной зоне, где донная фауна наиболее разнообразна. С увеличением глубин происходит ее естественное обеднение, и оценка качества воды при помощи биотического индекса приводит к искаженным результатам. Следует учитывать, что в стоячих водоемах значение индекса ниже, чем в текучих, а на мягких грунтах (иле, песке) в том же водоеме намного ниже, чем на камнях, корягах и макрофитах.

Более просто определить качество воды можно с помощью индекса Майера (Заика, Молчанова, 2001). В этой методике, пригодной для любых типов водоемов, используется приуроченность различных групп водных беспозвоночных к определенным уровням загрязненности. Организмы-индикаторы отнесены к одному из трех разделов: X – обитатели чистой воды, Y – организмы средней чувствительности, Z – обитатели загрязненных водоемов (табл. 2).

Количество обнаруженных в пробе групп из первого раздела таблицы необходимо **умножить на три,** количество групп из второго раздела – на два, а из третьего – **на один.** Получившиеся цифры складывают. Значение суммы и характеризует степень загрязненности водоема:

X»3 + Y«2 + Z»1 =S.

По значению суммы S (в баллах) оценивают степень загрязненности водоема:

• более 22 баллов – водоем чистый и имеет 1 класс качества;

• 17-21 балл – 2 класс качества;

• 11-16 баллов – умеренная загрязненность водоема, 3 класс качества (β-мезосапробный);

• менее 11 – водоем грязный, 4-7 класс качества (α-мезосапробный или же полисапробный).

Определение качества воды на выбранном объекте предполагает, прежде всего, возможно более полное знакомство с составом донных организмов, обитающих в данном водоеме. Наблюдения целесообразно проводить в летне-осенний период – к моменту наступления биологического лета и максимального прогрева водных масс. Наиболее показательны данные, полученные в августе-сентябре, когда в донных ценозах представлено большинство видов. Для получения достоверных данных об обитателях некрупного водоема необходимо взять не менее пяти проб. При исследовании реки или крупного озера (особенно если скорость течения, количество водной растительности, характер грунта и другие характеристики водоема сильно различаются в разных его частях) количество проб надо увеличить до 7-8. При работе на реке нужно стараться (если это возможно) отбирать пробы у обоих берегов и на середине.

Работу на водоеме необходимо начинать с его описания. В такое описание, как минимум, входят: название водоема и его местонахождение, размеры, глубины и прозрачность воды. Для реки можно с помощью карты определить протяженность и площадь ее бассейна. Важным показателем является также скорость течения. Следует указать степень антропогенного воздействия на прибрежную зону: пляжи, строения, промышленные предприятия, дороги, свалки, фермы и т. д.

Сбор материала обычно проводят на относительно чистых, не подвергающихся непосредственному антропогенному воздействию (например, выше населенного пункта) участках; в зоне интенсивного антропогенного воздействия (вблизи промышленных предприятий, в черте города, населенного пункта); на некотором удалении от загрязненного участка, в переходной (мезосапробной) зоне, где интенсивно протекают процессы самоочищения (ниже населенного пункта, в устьевых участках рек и т. д.).

На каждом из этих участков точки отбора проб (станции) выбираются с таким расчетом,

Таблица 2 ИНДЕКС МАЙЕРА

Обитатели чистых вод, X	*Организмы средней степени чувствительности, Y*	*Обитатели загрязненных водоемов, Z*
Нимфы веснянок	Бокоплав	Личинки комаров-звонцов
Нимфы поденок	Речной рак	Пиявки
Личинки ручейников	Личинки стрекоз	Водяной ослик
Личинки вислокрылок	Личинки комаров-долгоножек	Прудовики
Двустворчатые моллюски	Моллюски-катушки	Личинки мошки
	Моллюски-живородки	Малощетинковые черви

чтобы охватить все основные биотопы – каменистые, песчаные, илистые грунты, заросли макрофитов. Только в этом случае можно получить достаточные сведения о фауне дна.

В качестве орудия для отбора проб можно использовать гидробиологический сачок. С его помощью облавливают придонные слои воды и берут пробы грунта. На илистом дне следует зачерпнуть сачком небольшое количество грунта и промыть его; остаток осторожно перенести в какую-либо емкость, удобнее в широкогорлую банку с крышкой. В некоторых руководствах для отбора грунтов с небольших глубин рекомендуется использовать большую консервную банку с диаметром дна не менее 10-15 см (Заика, Молчанова, 2001). С одной ее стороны крышка полностью удаляется, а оставшиеся острые края оббиваются молотком. С противоположной стороны в дне банки делается одно или несколько маленьких отверстий для слива воды. Такую банку вкручивают днищем вверх в мягкий донный грунт, а потом переворачивают и вынимают вместе с грунтом, который перекладывается в сачок или сито и промывается.

Фауну каменистых грунтов учитывают, смывая животных с камней или же собирая их пинцетом, а для снятия таких нежных организмов, как планарии, гидры используют акварельные кисточки.

Песчаный грунт подвергается отмучиванию. Зачерпнутый песок перекладывают в ведро с водой и энергично перемешивают круговыми движениями. Воду, по возможности, быстро сливают в сачок. Процесс повторяется несколько раз, до тех пор, пока вода после взмучивания не будет оставаться прозрачной.

Фауну зарослей макрофитов собирают сачком среди растений, а обитателей грунта – промывая корни в ведре или сачке. Остаток пробы после взмучивания песка и после промывания растений также переносят в склянки, снабженные этикетками.

Обязательно поищите животных на растениях, камнях и корягах, поднятых со дна. При подъеме донных предметов лучше прямо под водой положить их в сетку сачка, иначе многие животные могут быть утеряны.

Следует помнить также о том, что при длительной экскурсии, особенно в жаркую погоду, нельзя в одну банку сажать много животных, так как часть их погибнет от недостатка кислорода. Нельзя в одну банку помещать хищников (личинок плавунцов, стрекоз) с мелкими беззащитными животными, которые обязательно будут съедены еще до окончания экскурсии.

На каждой станции в дневнике делается запись с характеристикой места отбора пробы: водоем, станция, проба, глубина, прозрачность, грунт, t °C воздуха, t °C воды, дата. Отобранный материал разбирают в живом виде, так как на его разборку в фиксированном состоянии тратится больше времени. Если это невозможно, то пробы фиксируют и доставляют в лабораторию. Промытый остаток небольшими порциями помещают в белую кювету, добавляют воду и просматривают. Животных аккуратно вынимают пинцетом и сажают в небольшие емкости с водой (например, в чистые баночки из-под лекарств или чашки Петри). Все организмы, обнаруженные в пробе, разбирают под бинокуляром с небольшим увеличением по систематическим группам (олигохеты, моллюски, ракообразные, личинки хирономид и т. д.). Так их будет легче сосчитать и не потерять что-нибудь из улова. В каждой группе определяется число видов, которое можно установить без анализа деталей строения животных, используя простейшие определители, например, «Краткий определитель пресноводной фауны» (Хейсин, 1962), «Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра Европейской России» (Чертопруд, Чертопруд, 2003). Результаты обработки собранных материалов заносятся в журнал.

Оставшийся живой материал обычно возвращается в водоем. Однако если поместить организмы в аквариумы, можно сделать много очень интересных наблюдений за жизнью и поведением водных животных. Среди многочисленных и разнообразных обитателей дна в качестве объектов для изучения могут быть использованы личинки водных насекомых (ручейники, поденки, стрекозы, хирономиды), ракообразные, моллюски, олигохеты. Эти организмы широко распространены в прибрежной зоне водоемов, их легко собрать в достаточном количестве и, наконец, они поддаются культивированию в лабораторных условиях.

После того как будут разобраны пробы и сделаны подсчеты видов и групп животных, можно приступать к определению индексов. Для того чтобы оценить состояние водоема по методу Вудивисса, нужно прежде всего выяснить, какие индикаторные группы имеются в исследуемом водоеме. Двигаясь сверху вниз по первой графе табл. 1, находят позицию, в которой указана присутствующая в пробе индикаторная («ключевая») группа. Если в водоеме имеются, например, личинки веснянок *(Plecoptera),* то следующим шагом будет определение количества видов веснянок, найденных в пробе. Если найдено несколько видов веснянок, то дальнейшая работа ведется по первой строке таблицы, и по второй – если найден только один, вид.

При отсутствии личинок веснянок в пробах ищут личинок поденок *(Ephemeroptera).* Если они найдены, то, в зависимости от количества найденных видов, мы будем работать с третьей или четвертой строкой. Если личинок поденок нет – надо обратить внимание на наличие личинок ручейников *(Trichoptera)* и т. д.

Подсчитав количество обнаруженных в пробе «групп» из прилагаемого списка, находим соответствующий столбец табл. 1 и определяем биотический индекс.

Пример. В пробе обнаружены: веснянки –1 вид; поденки – 2 вида; гидракарины – 2 вида; пиявки – 1 вид; бокоплав – 1 вид; моллюски –3 вида (двустворчатые, катушки, прудовики); жуки – 2 вида; личинки жуков – 1 вид; личинки комаров-звонцов (хирономиды); олигохеты. В табл. 1 находим позицию в первой графе «присутствуют нимфы веснянок». В пробе только один вид из этой группы, значит, дальнейшая работа будет проводиться по второй строке таблицы. Всего обнаружено 15 «групп» (считая веснянку), следовательно, мы останавливаемся в столбце с общим числом «групп» 11-15. На пересечении второй строки и столбца «11-15», находим биотический индекс – 8, величина которого указывает на олигосапробные условия.

Проанализируем эту же пробу по методу Майера. Из обнаруженных организмов три группы (веснянки, поденки, двустворчатые моллюски) указаны **в первом** (X) разделе таблицы, две (бокоплав и катушки) – **во втором** (Y) и четыре (пиявки, личинки комаров-звонцов, малощетинковые черви, прудовики) – **в третьем** (Z). Гидракарины (водяные клещи), жуки и личинки жуков в таблице отсутствуют, поэтому при подсчете индекса они не учитываются. Индекс равен: S = X*3 + Y*2 + Z*1 = 3*3 +2*2+4*1 = 9+4+4=17, что соответствует (по табл. 3) второму классу качества воды (чистая, олигосапробная).

Данные о качестве воды, полученные при помощи биологических методов, можно соотнести с официально принятыми показателями: классами качества воды (ККВ) и уровнями сапробности (табл. 3).

В таблицах 4-16 показаны рисунки наиболее распространенных донных животных – обитателей малых водоемов и водотоков (Жадин, 1952; Определитель.., 1977; Чертопруд, Чертопруд, 2003; Хейсин, 1962; Яшнов, 1969).

В заключение отметим, что приведенные индексы позволяют быстро оценивать степень загрязнения малых водоемов и водотоков, не требуя больших материальных затрат и высокой квалификации исполнителей. Конечно, точность их невысока и полученные результаты следует считать предварительными. Тем не менее, если проводить исследования регулярно в течение какого-то времени и сравнивать полученные сведения, то даже с использованием этих простых методов можно уловить изменения в состоянии водоема.

Немаловажным является и то обстоятельство, что в процессе выполнения работы учащиеся имеют возможность приобрести конкретные знания не только о многообразии жизни в водоеме, но и о сложном взаимодействии сообществ с факторами окружающей среды и неоднозначности их реакций на воздействие извне.

Более подробные рекомендации по организации наблюдений на водоемах в рамках проведения школьного экологического мониторинга можно найти как в печатных изданиях (см. список), так и на некоторых сайтах в Интернете. Рекомендуем ознакомиться с публикациями заведующего лабораторией «Эфа» отдела биологии Санкт-Петербургского городского Дворца творчества юных Артура Рэмовича Ляндзберга и руководителя кружка водной экологии на кафедре гидробиологии биологического факультета МГУ Михаила Витальевича Чертопруда на сайтах www.fadr.msu.ru/ecocoop и www.rheos.org.ru.

Таблица 3

КЛАССИФИКАЦИЯ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ЗООБЕНТОСА

Степень сапробности	Состояние водоема	ККВ	Биотический индекс	Индекс Майера
Ксеносапробная	Очень чистое	I-	> 10	> 22
Олигосапробная	Чистое	II	8–10	17–21
β-мезосапробная	Умеренно загрязненное	III	6–7	11–16
α-мезосапробная	Загрязненное	IV	3–5	< 11
β-полисапробная	Грязное	V	0–2	< 11
α-полисапробная	Очень грязное	VI	0	< 11

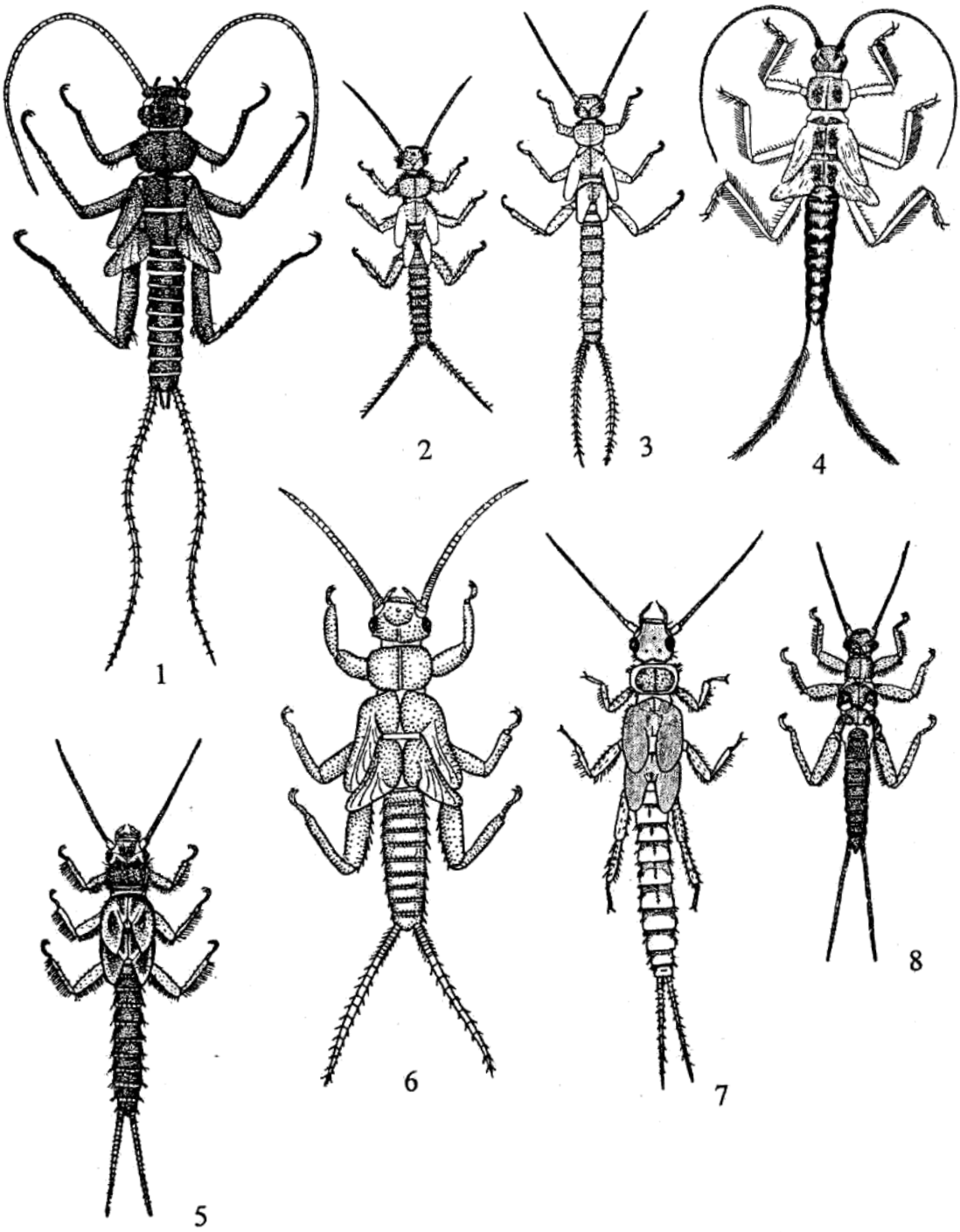

Таблица 4. ЛИЧИНКИ ВЕСНЯНОК

1 – *Nemurella pictetii*, **2** – *Leuctra nigra*, **3** – *L.hippopus*, **4** – *Nephelopteryx nebulosa*, **5** – *Chloroperla burmeisteri*, **6** – *Nemoura sp.*, **7** – *Chloroperla apicalis*, **8** – *Capnia bifrons*

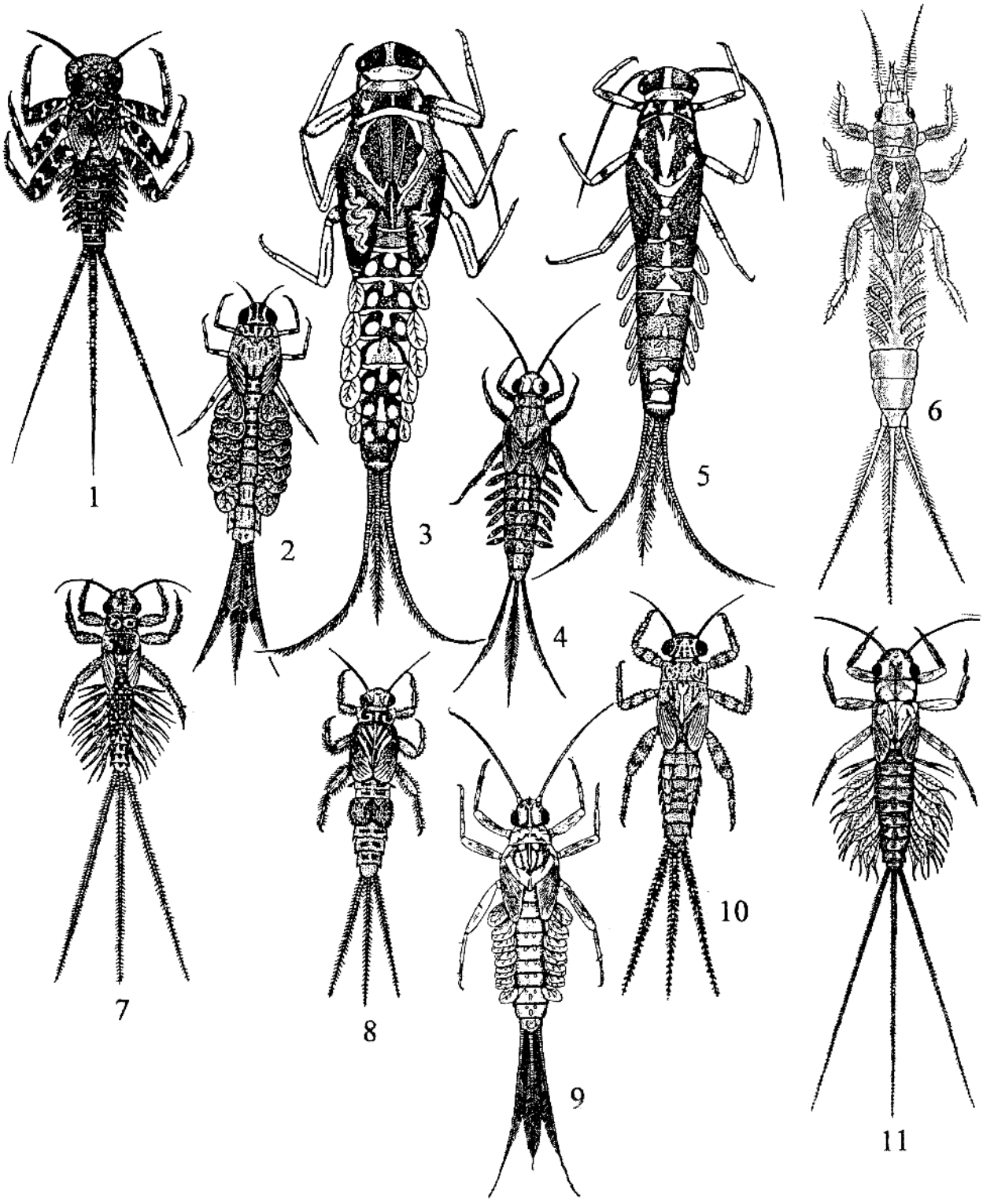

Таблица 5. ЛИЧИНКИ ПОДЕНОК

1 – *Heptagenia sulfurea*, **2** – *Siphlonurus linneatus*, **3** – *Baetis rhodani*, **4** – *Centroptilum luteolum*, **5** – *Nigrobaetis niger*, **6** – *Ephemera sp.*, **7** – *Paraleptophlebia submarginata*, **8** – *Caenis macrura*, **9** – *Cloeon dipterum*, **10** – *Ephemerella ignita*, **11** – *Leptophlebia vespertina*

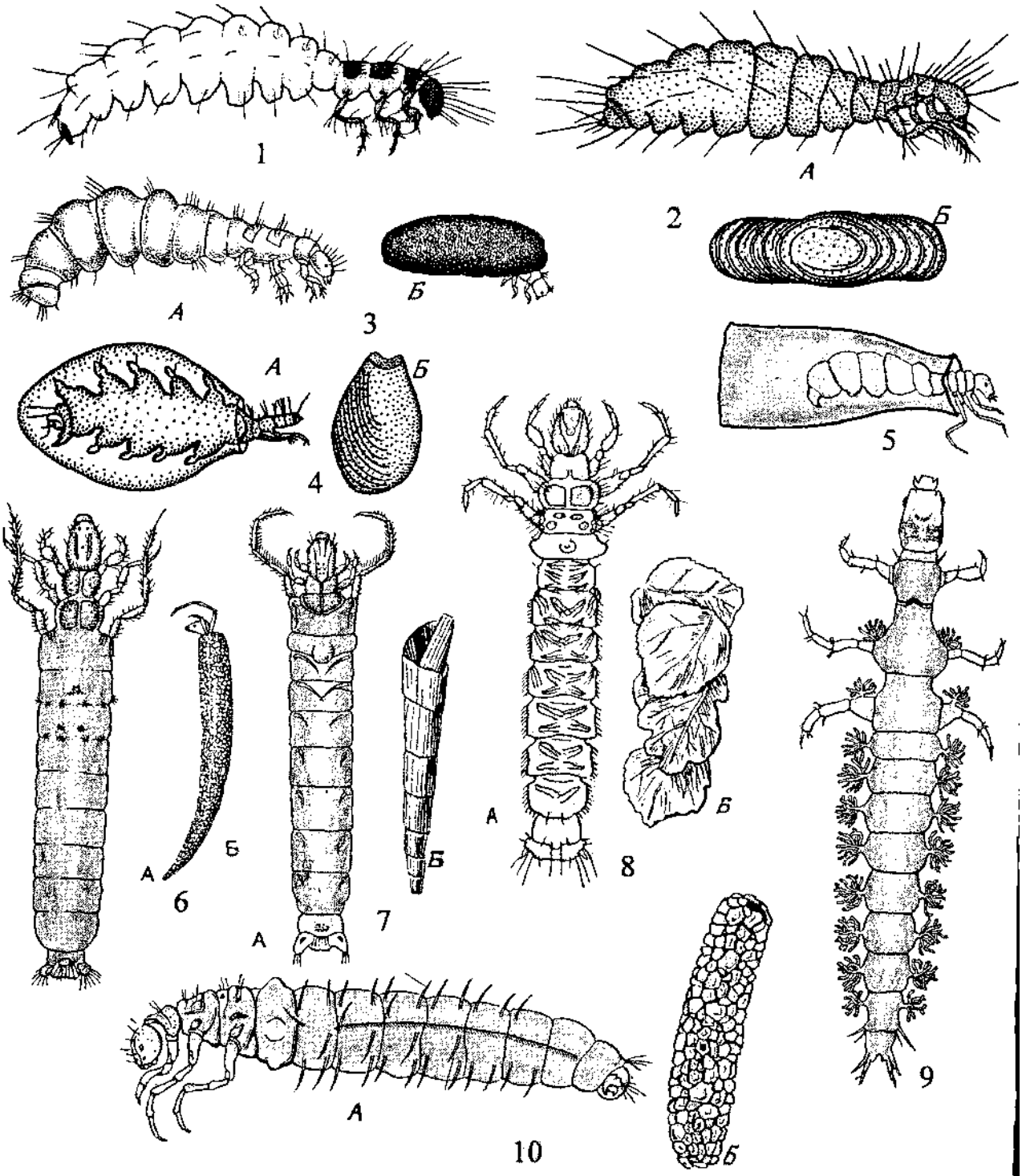

Таблица 6. ЛИЧИНКИ РУЧЕЙНИКОВ

1 – типичная личинка сем. *Hydroptilidae*, **2** – *Agraylea multipunctata*, **3** – *Hydroptila sp.*, **4** – *Ithytrichia lammelaris*, **5** – *Oxyethira sp.*, **6** – *Leptocerus sp.*, **7** – *Triaenodes sp.*, **8** – *Glyphotaelius sp.*, **9** – *Rhyacophila sp.*, **10** – *Stenophylax sp.*
А – личинки, **Б** – чехлики

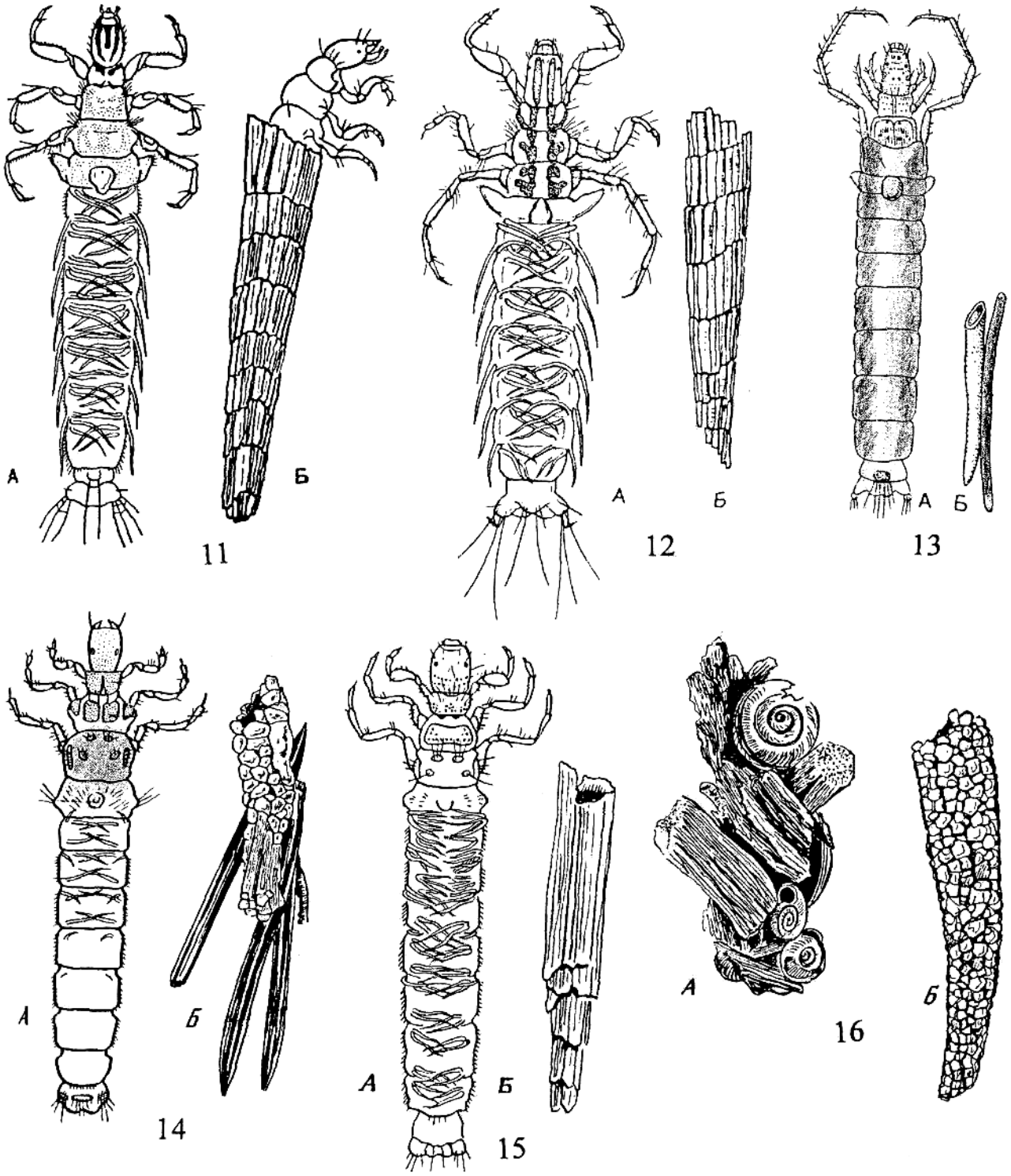

Таблица 6 (продолжение). ЛИЧИНКИ РУЧЕЙНИКОВ

11 – *Phryganea sp.*, **12** – *Neuronia* sp., **13** – *Mystacides* sp., **14** – *Chaetopteryx* sp., **15** – *Grammotaulius sp.*, (А – личинки, Б – чехлики), **16** – чехлики ручейников (А – *Limnephilus rhombicus*, Б – *L.vittatus*)

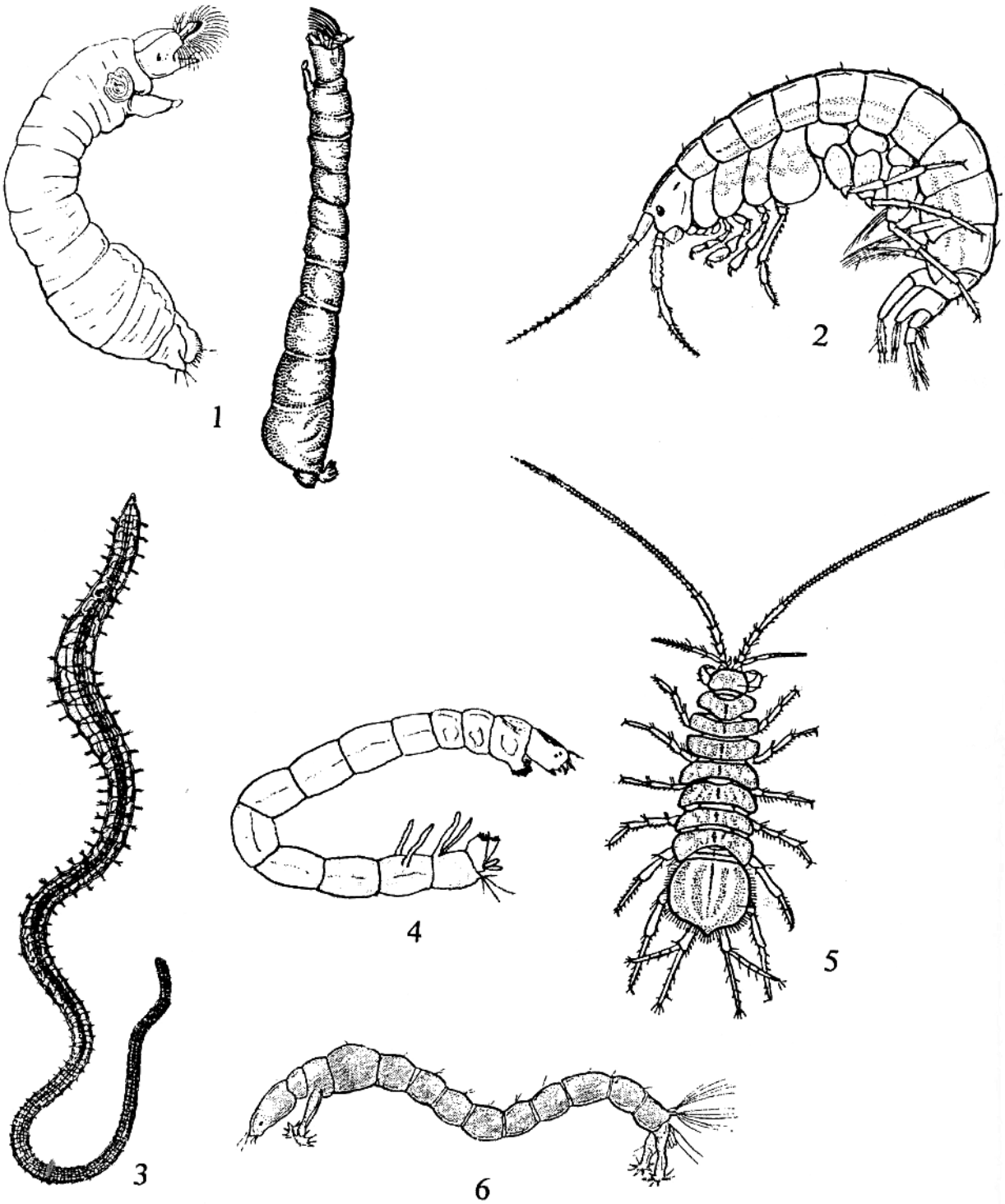

Таблица 7

1 – личинки мошек (*Simuliidae*), **2** – бокоплав (*Gammarus*), **3** – общий вид малощетинкового червя *Tubifex* (*Oligochaeta*), **4** – мотыль (*Chironomus*), **5** – водяной ослик (*Asellus aquaticus*), **6** – личинка комара-звонца (*Chironomidae*)

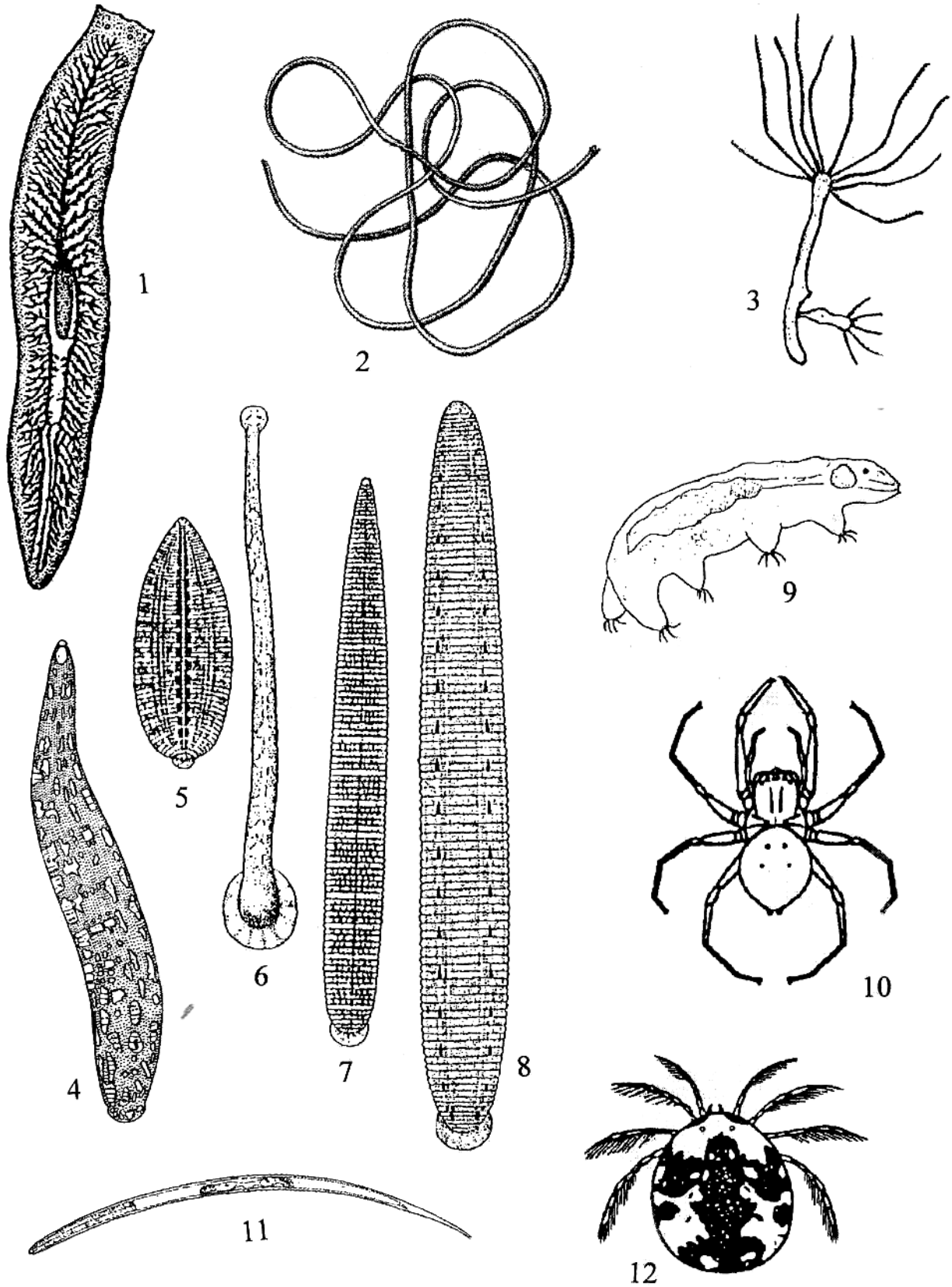

Таблица 8

1 – ресничные черви (планария), **2** – волосатики, **3** – гидра (*Hydra*). Пиявки: **4** – *Protoclepsis maculosa*, **5** – *Glossiphonia sp.*, **6** – *Piscicola geometra*, **7** – *Erpobdella sp.*, **8** – *Haemopis sp.*, **9** – тихоходки, **10** – пауки, **11** – нематоды, **12** – клещи

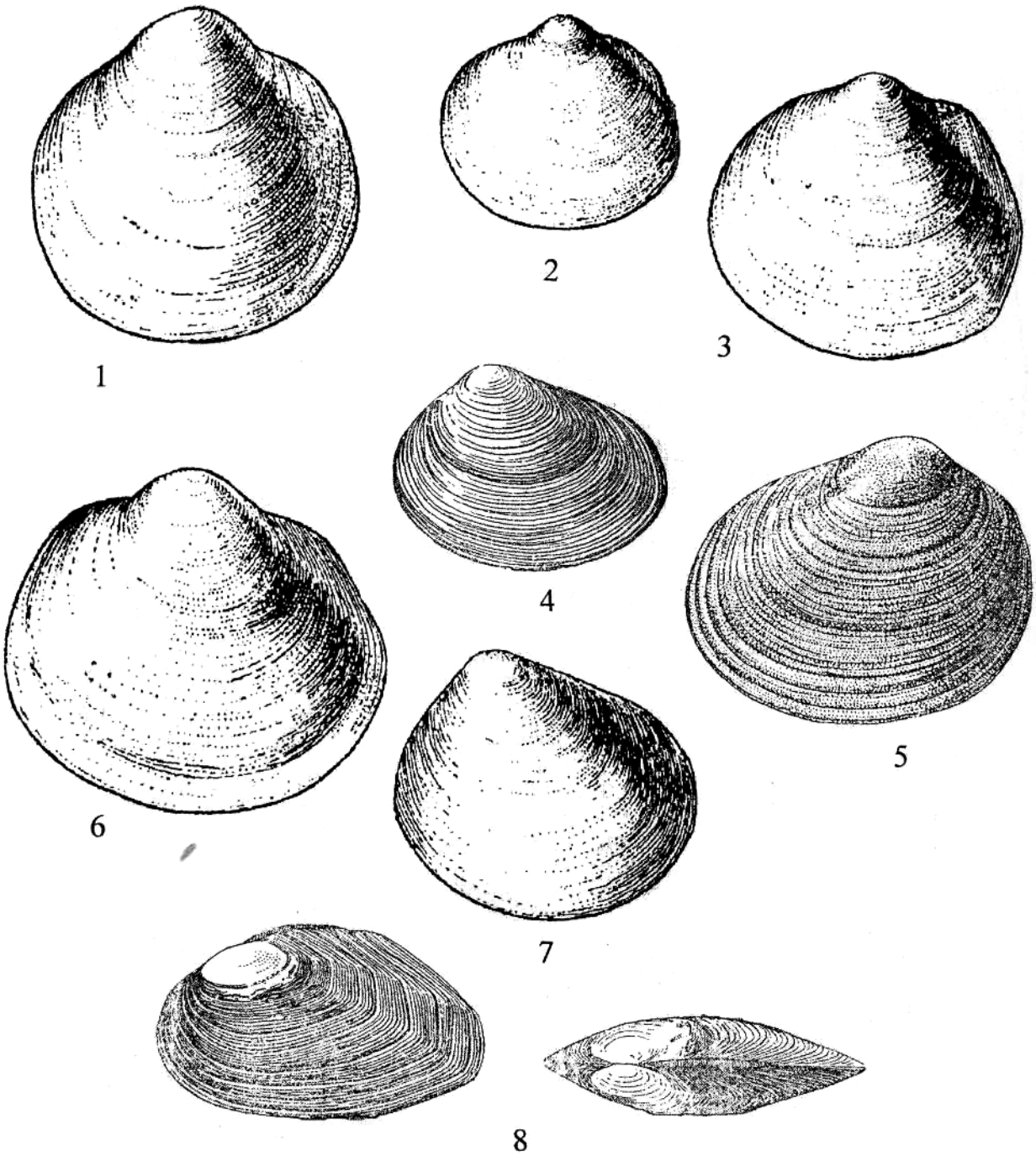

Таблица 9. ДВУСТВОРЧАТЫЕ МОЛЛЮСКИ (*BIVALVIA*)

1 – Роговая шаровка (*Sphaerium corneum*), **2** – Массивная шаровка (*Amesoda solida*), **3** – Полуоткрытая шаровка (*Amesoda scaldiana*), **4** – Речная горошинка (*Pisidium amnicum*), **5** – Болотная горошинка (*Euglesa casertana*), **6** – Речная шаровка (*Sphaeriastrum rivicola*), **7** – Холодноводная горошинка (*Neopisidium conventus*), **8** – Утиная беззубка (*Anodonta minima*)

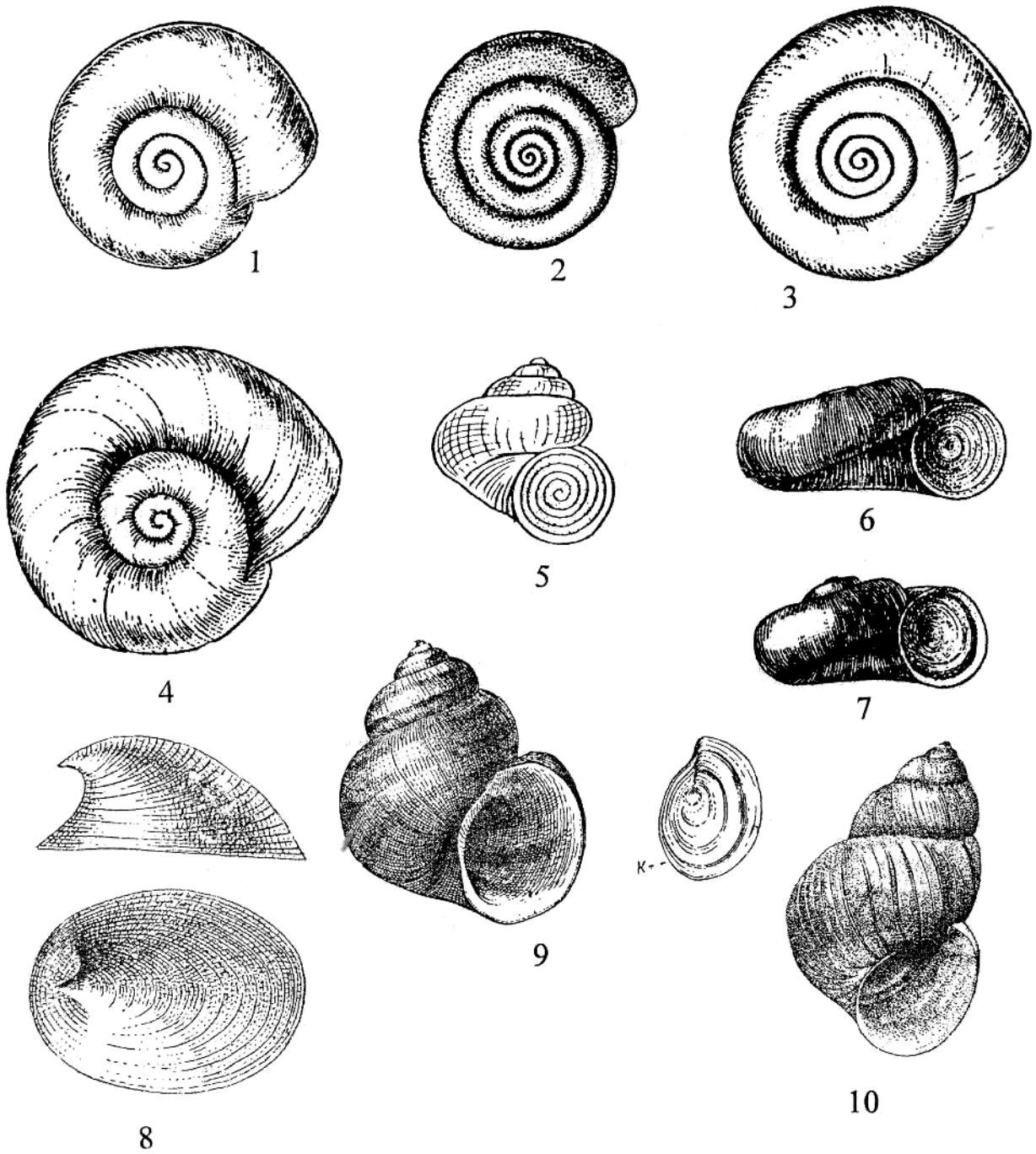

Таблица 10. БРЮХОНОГИЕ МОЛЛЮСКИ (*GASTROPODA*)

1 – Килеватая катушка (*Planorbis carinatus*), **2** – Завернутая катушка (*Anisus vortex*), **3** – Окаймленная катушка (*P. planorbis*), **4** – Роговая катушка (*P. corneus*), **5** – Затворка обыкновенная (*Valvata piscinalis*), **6** – Сибирская затворка (*V. sibirica*), **7** – Красивая затворка (*V. pulchella*), **8** – Речная чашечка (*Ancylus fluviatilis*), **9** – Живородка болотная (*Viviparus contectus*), **10** – Речная живородка (*V. viviparus*)

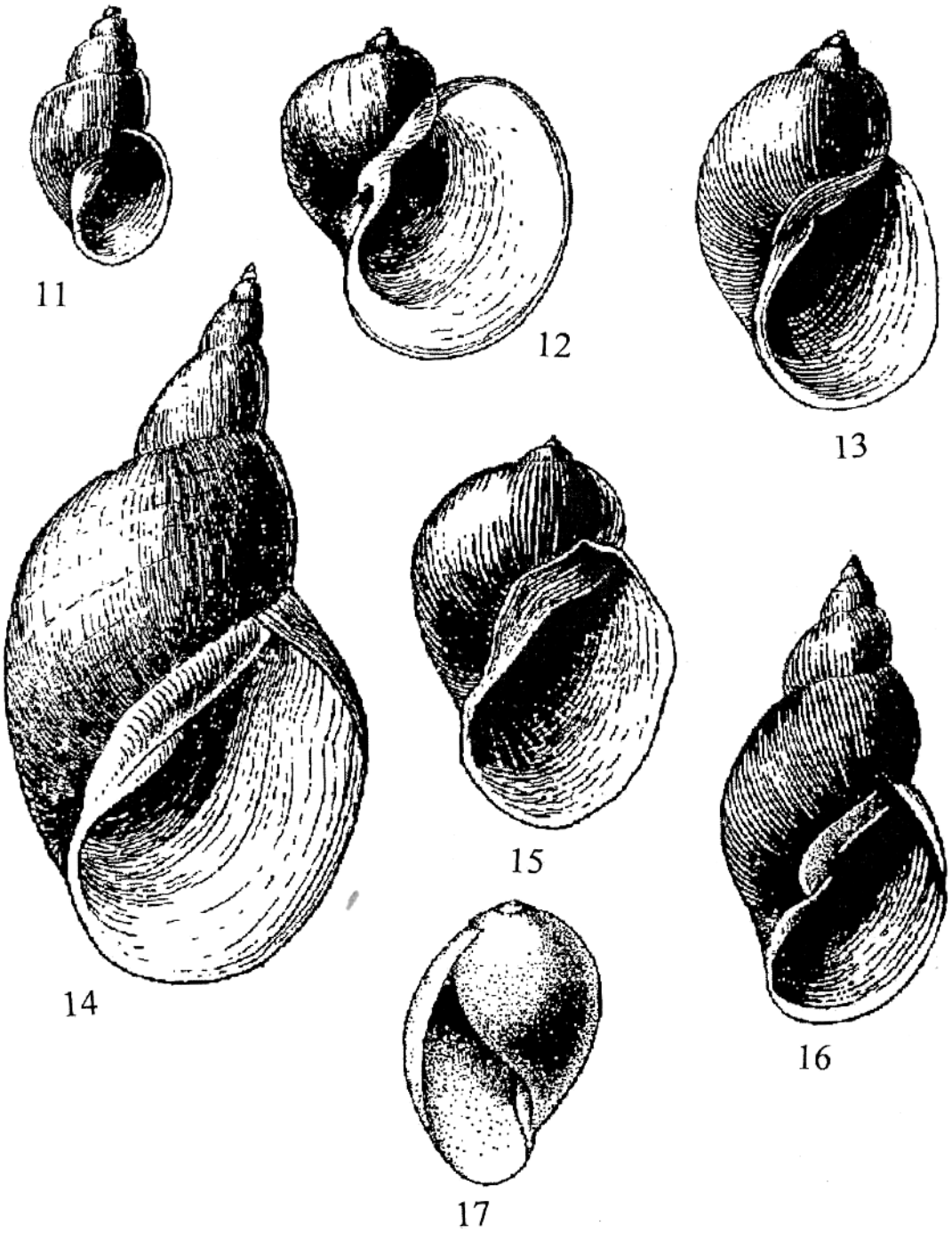

Таблица 10 (продолжение). БРЮХОНОГИЕ МОЛЛЮСКИ (*GASTROPODA*)

Прудовики: **11** – Малый прудовик (*Limnaea truncatula*), **12** – Ушковый прудовик (*L. auricularia*), **13** – Вытянутый прудовик (*L. peregra*), **14** – Обыкновенный прудовик (*L. stagnalis*), **15** – Овальный прудовик (*L. ovata*), **16** – Болотный прудовик (*L. palustris*), **17** – Физа пузырчатая (*Physa fontinalis*)

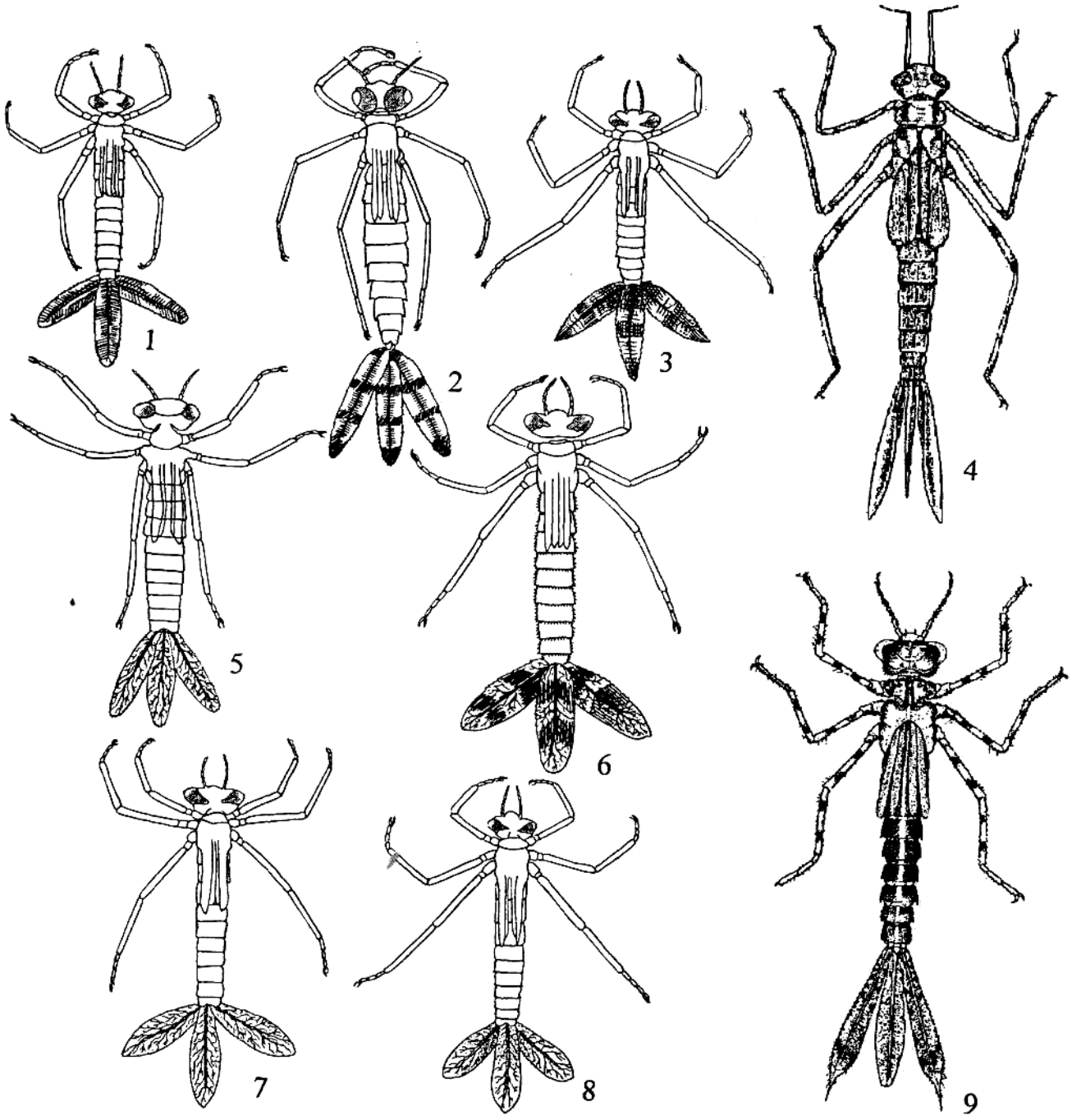

Таблица 11. РАВНОКРЫЛЫЕ СТРЕКОЗЫ

1 – *Chalcolestes viridis*, **2** – *Lestes sponsa*, **3** – *L.nympha*, **4** – *Calopterix*, **5** – *Enallagma cyathigerum*, **6** – *Erythromma najas*, **7** – *Coenagrion puella*, **8** – *C. pulchellum*, **9** – *Platycnemis*

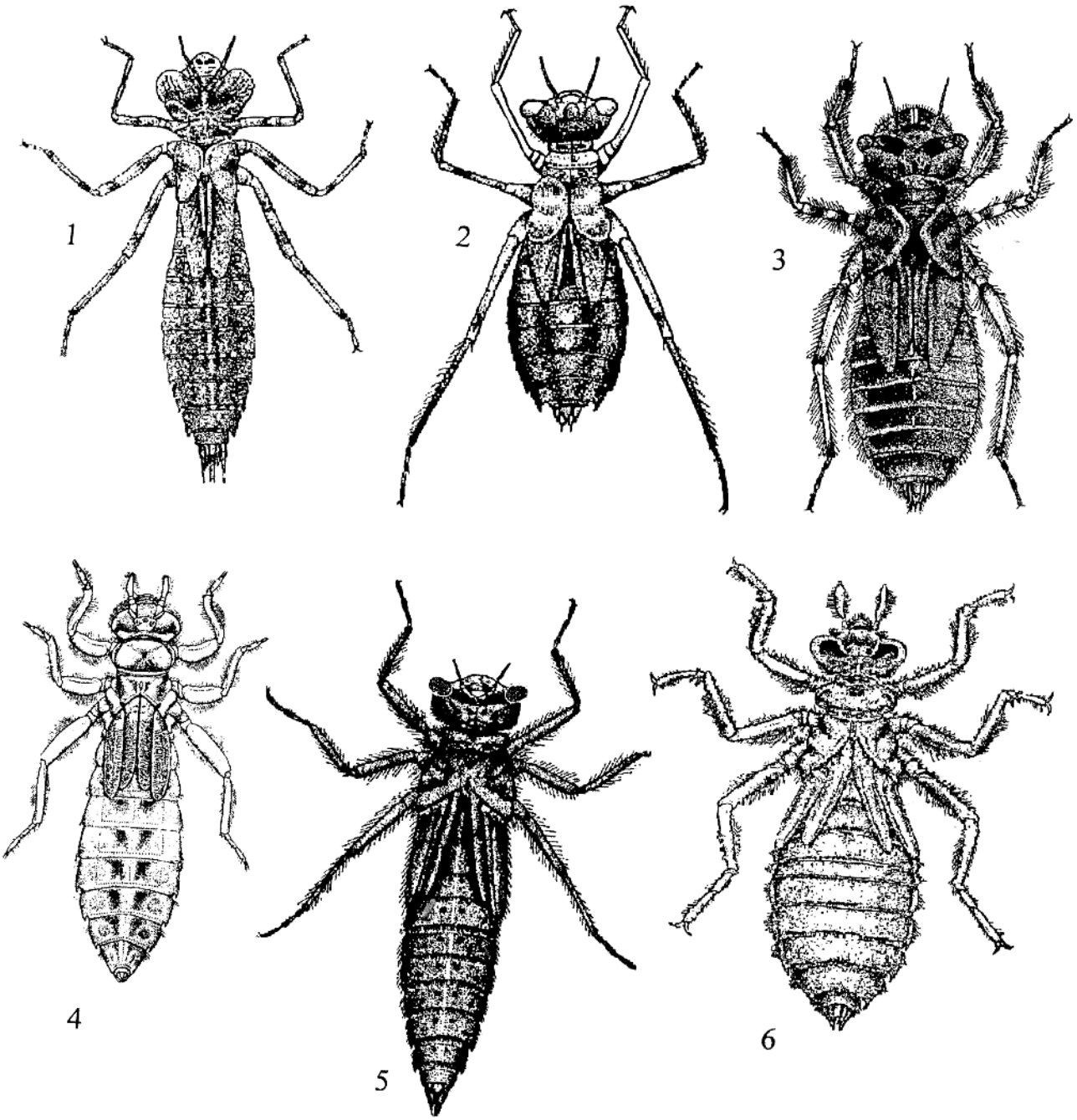

Таблица 12. РАЗНОКРЫЛЫЕ СТРЕКОЗЫ

1 – *Aeschna*, **2** – *Sympetrum*, **3** – *Libellula*, **4** – *Stylurus flavipes*, **5** – *Cordulegaster*, **6** – *Ophiogomphus*

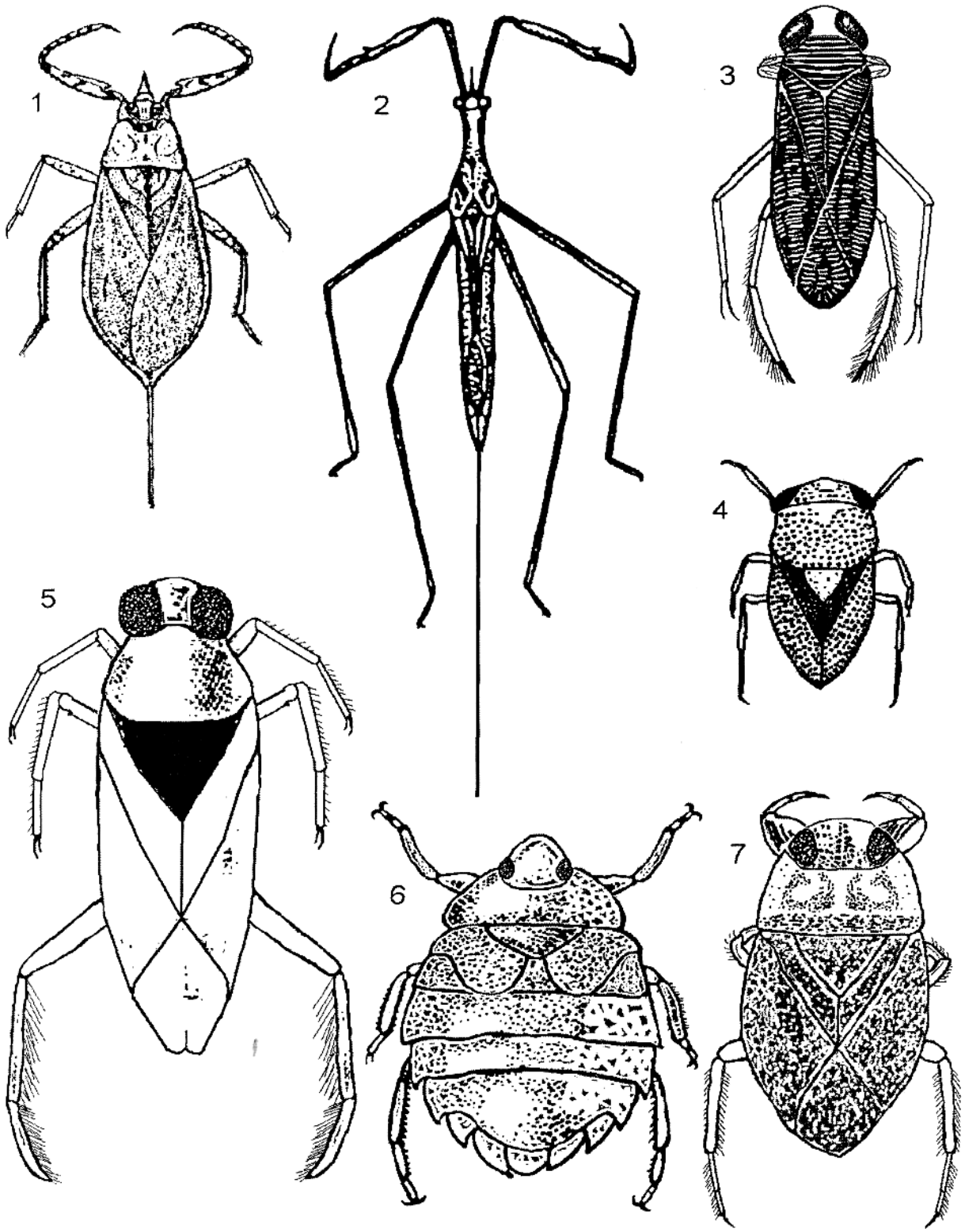

Таблица 13. КЛОПЫ (по М. В. Чертопруд, Е. С. Чертопруд, 2003)

1 – *Nepa cinerea*, **2** – *Ranatra linearis*, **3** – *Sigara*, **4** – *Plea minutissima*, **5** – *Notonecta glauca*, **6** – *Aphelocheirus aestivalis*, **7** – *Ilyocoris cimicoides*

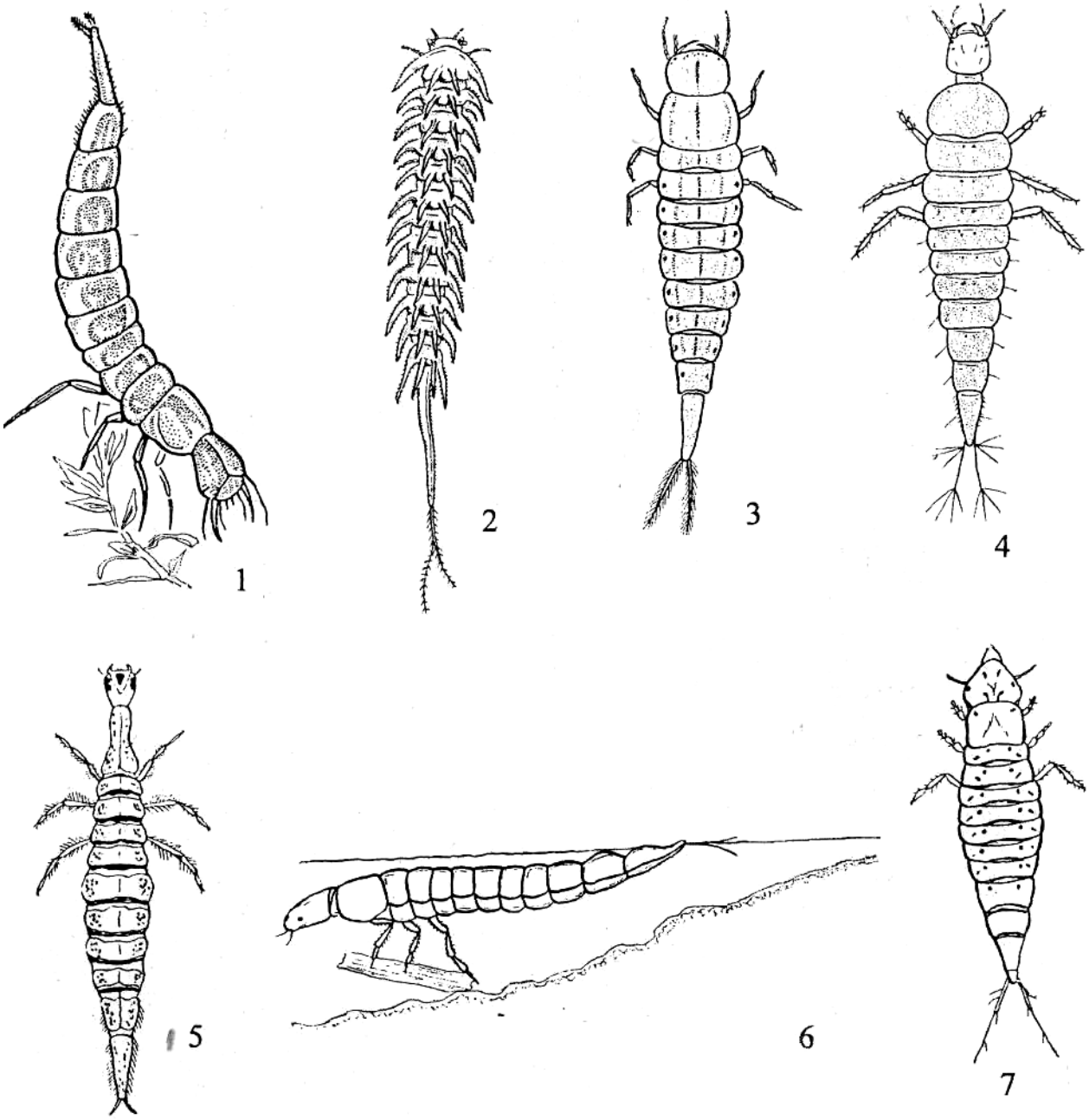

Таблица 14. ЛИЧИНКИ ЖУКОВ (по Е. М. Хейсину)

1 – личинка плавунца (*Dytiscus*), **2** – личинка плавунчика (*Haliplus*), **3** – личинка ильника (*Rhantus*), **4** – личинка тинника (*Ilybius*), **5** – личинка полоскуна (*Acilius*), **6** – личинка гребца (*Agabus*), **7** – личинка нырялки (*Hydroporus*)

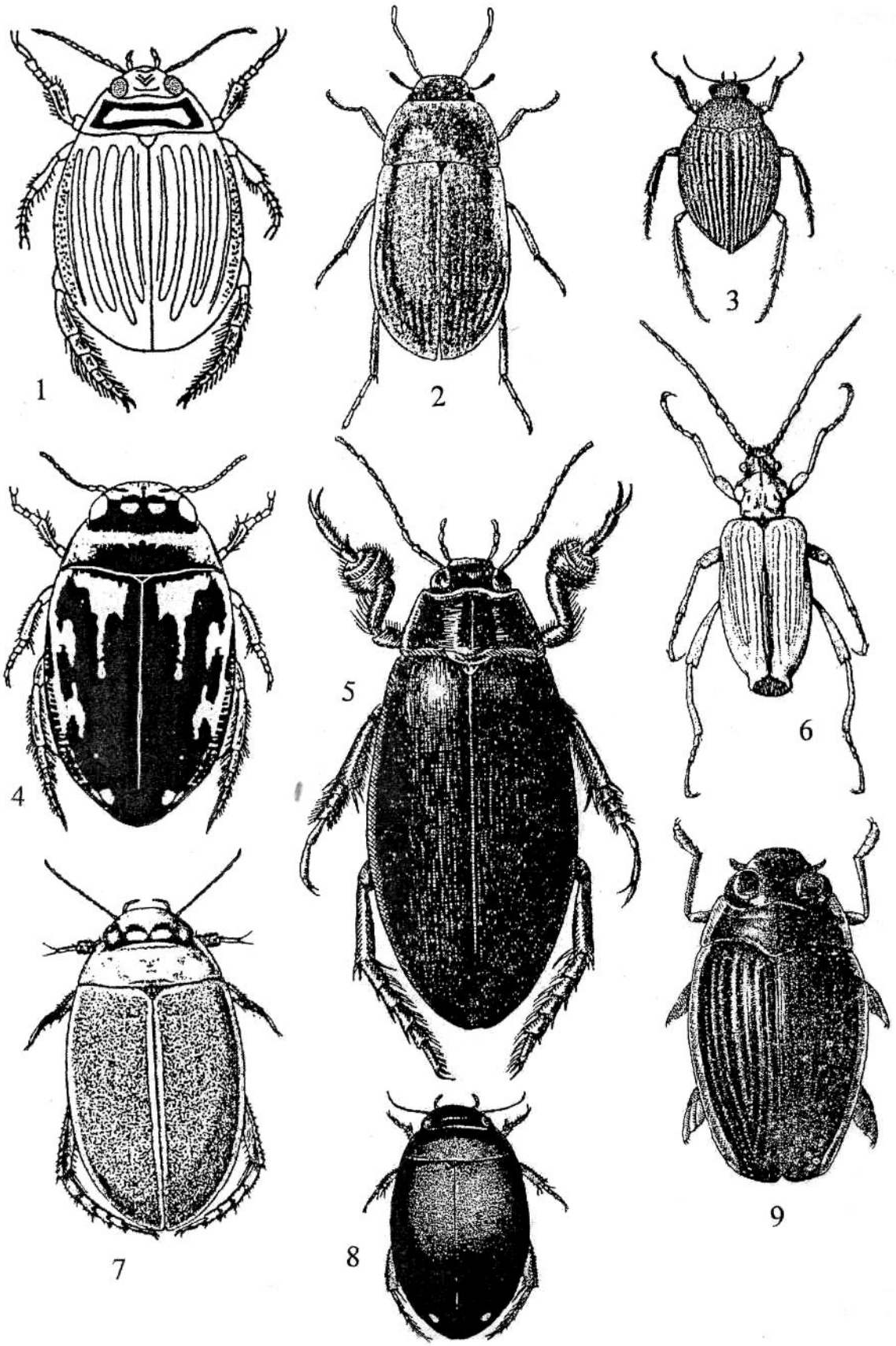

Таблица 15. ВЗРОСЛЫЕ ЖУКИ (по М. В. Чертопруд, Е. С. Чертопруд, 2003)

1 – плавунец (*Acilius*), **2** – водолюб (*Helochares*), **3** – плавунчик (*Haliplus*), **4** – пестрый гребец (*Platambus*), **5** – плавунец (*Dytiscus*), **6** – листоед (*Macrolea*), **7** – ильник (*Rhantus*), **8** – тинник (*Ilybius*), **9** – вертячка (*Gyrinus*)

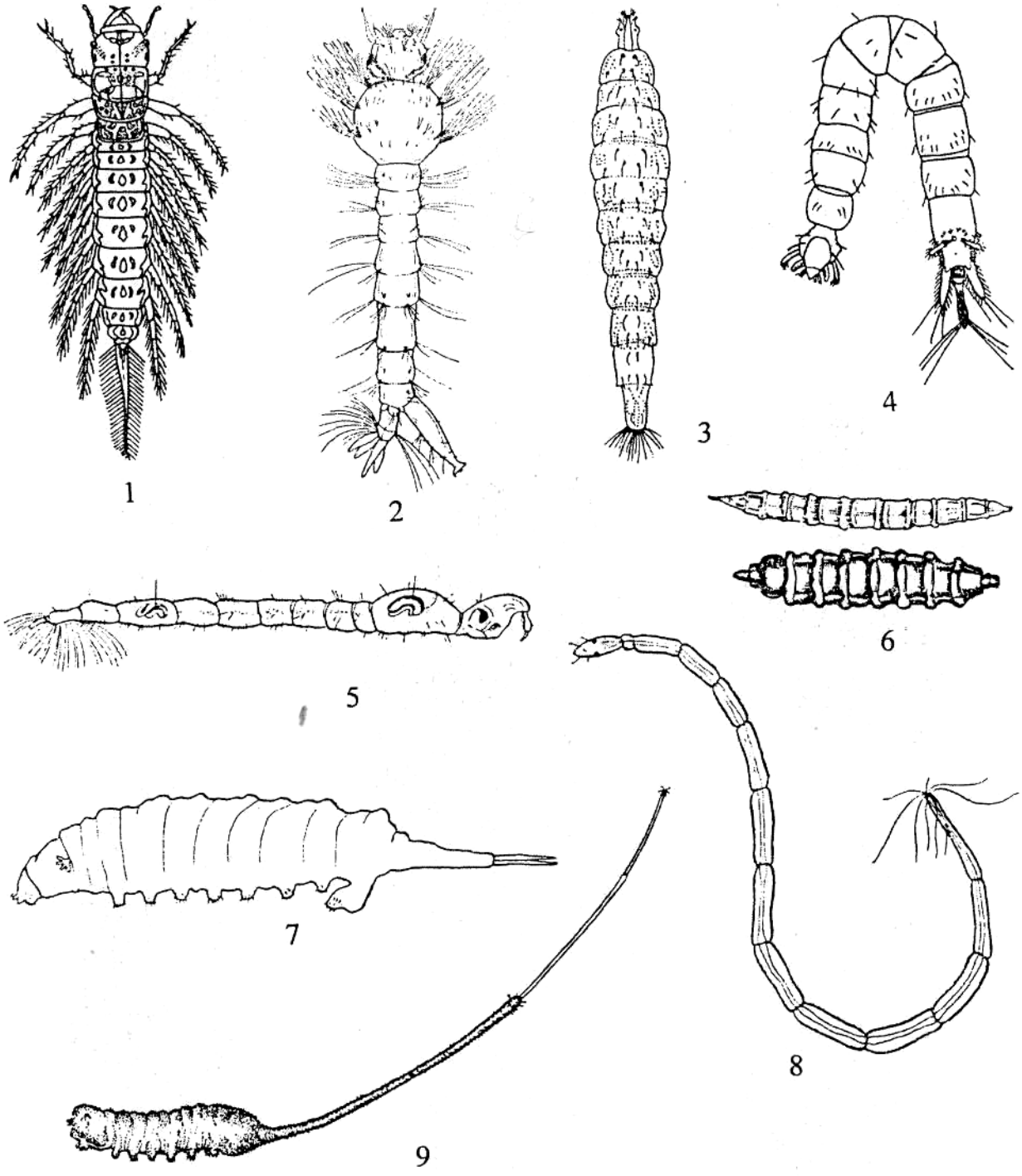

Таблица 16

1 – личинка вислокрылки (*Sialis*), **2** – личинка комара (*Culex*), **3** – личинка львинки (*Odontomyia*), **4** – личинка земноводного комарика (*Dixa*), **5** – личинка перистоусого комарика, коретра (*Chaoborus*), **6** – личинки слепней (*Tabanidae*), **7** – личинка эфидры (*Ephydra*), **8** – личинка мокреца (*Heleidae*), **9** – «крыска» (*Eristalis*)

ЛИТЕРАТУРА

Биологические методы определения качества воды. Методические разработки отдела биологии СПб ГДТЮ, 2002.

Вудивисс Ф. Биотический индекс р. Трент. Макробеспозвоночные и биологическое обследование // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. Л., 1977. С.132-161.

Глаголев С. М., Чертопруд М. В., Харитонов Н. П., Ямпольский Л. Ю. Летние школьные практики по гидробиологии. Методическое пособие. М., 1999. 288 с.

Данилова Ю. А., Ляндзберг А. Р., Муравьев А. Г. Биоиндикация состояния пресного водоема (иллюстрированная методика). Учебно-методическое издание. СПб., 1999.

Жадин В. И. Моллюски пресных вод СССР. М.; Л., 1952. 376 с.

Заика Е. А., Молчанова Я. П. Рекомендации по организации полевых исследований состояния малых водных объектов с участием детей и подростков. М.,2001.

Кухарев В. И. Методические аспекты биологической оценки качества вод малых водотоков в связи с хозяйственной деятельностью на их водосборах // Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды. Петрозаводск, 1986. С. 73-78.

Макрушин А. В. Биологический анализ качества вод. Л., 1974. 60 с.

Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Л., 1977. 511 с.

Хейсин Е. М. Краткий определитель пресноводной фауны. М., 1962. 148 с.

Чертопруд М. В. Мониторинг загрязнения водоемов по Составу макробентоса. Методическое пособие. М., 1999. 17 с.

Чертопруд М. В, Чертопруд Е. С. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра Европейской России. 2003.

Яшнов В. А. Практикум по гидробиологии. М., 1969.428 с.

Словарь используемых терминов

Биота – исторически сложившийся комплекс живых организмов, обитающий на какой-то крупной территории, в водоеме, водотоке.

Биотоп – относительно однородное по абиотическим факторам среды пространство, занятое биоценозом.

Биоценоз – исторически сложившаяся группировка организмов различных видов, обитающих в пределах того или другого биотопа.

Макрофиты – растения-макроорганизмы, главным образом высшие (сосудистые), воздушно-водные, погруженные и полупогруженные, но также прикрепленные низшие и плавающие водоросли.

Оксифилы – организмы, нуждающиеся в высокой концентрации кислорода и не способные переносить значительных ее колебаний.

Стенобионты – организмы, требующие строго определенных условий существования и выдерживающие лишь небольшие изменения тех или иных факторов среды обитания.

Таксон – любая систематическая категория организмов (вид, род, семейство и т.д.).

Эврибионт – организм, живущий в различных, порой резко отличающихся друг от друга условиях среды.