

ЯрГУ, 2016,
Русинова Н.В.



ARTHROPODA

Тип

Членистоногие

Ие

часть 2 подтип

Трехчленистый

Многоножки — 4 класса трахейных наземных членистоногих.



*. Слева направо:
садовая слепая
сколопендра-
криптопс, жёлтый
некрофлоэфагус,
калифорнийская
сколопендра херос,
ужасная
сколопендра*

*Слева направо:
двупарноногие
(пятнистый кивсяк,
спиробулус, узкий
многосвяз), симфила*

Тело имеет большое количество сегментов (от 12 до сотен) которые сложно разделить на отдельные тагмы. Хорошо обособлена только голова с ротовыми придатками и антеннами. Каждый сегмент тела несёт по паре ходильных конечностей.

- Класс **Насекомых (Insecta)** делится на два подкласса:
- **ПОДКЛАСС СКРЫТОЧЕЛЮСТНЫЕ НАСЕКОМЫЕ (ENTOGNATHA)**
- Подкласс Скрыточелюстные представлен мелкими первичнобескрылыми формами. Ротовые конечности грызущего или сосущего типа погружены в особую капсулу, так что наружу торчат только их концы. (выделяют три



Слева – коллемболы или ногохвостки (отр. Collembola)
Справа – двуххвостка (отр. Diplura.)



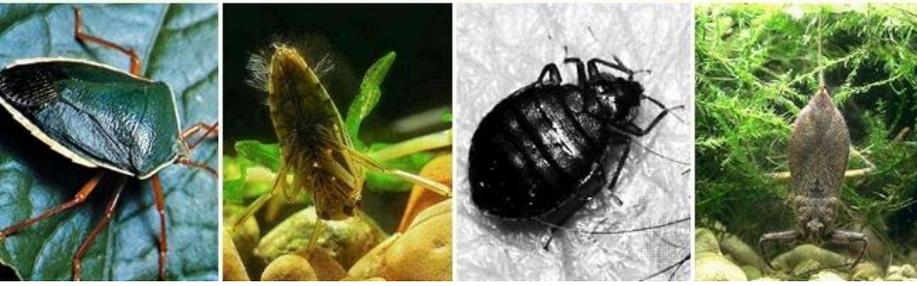
ПОДКЛАСС ОТКРЫТОЧЕЛЮСТНЫЕ, ИЛИ НАСТОЯЩИЕ НАСЕКОМЫЕ (ECTOGNATHA)

У подкласса Открыточелюстных ротовые части расположены на поверхности головы вокруг ротового отверстия. Имеются сложные фасетированные глаза. Трахейная система у имаго всегда хорошо развита. Первичнобескрылые только щетинкохвостки (рис); у всех остальных форм крылья либо имеются, либо исчезли вторично.





Насекомые. Верхний ряд, слева направо: равнокрылые (картофельная тля, тепличная белокрылка, светящаяся лантернария), вши (человечья вошь). Нижний ряд – полужёсткокрылые, слева направо: красноокаймлённая эдесса, обыкновенный гладыш, постельный клоп, водяной скорпион



Жёсткокрылые насекомые. Верхний ряд, слева направо: западный майский жук, большой красотел, трёхполосая божья коровка, окаймлённый жук-плавунец. Нижний ряд, слева направо: жук-олень, иванов светлячок, колорадский жук, священный



Насекомые. Верхний ряд, слева направо: вислоккрылые (болотная хохлатка), сетчатокрылые (личинка муравьиного льва, украшенная златоглазка), ручейники (гесперофилакс). Нижний ряд – двукрылые, слева направо: муха-дрозофила, муха-цеце, комнатная муха, личинка комара-дергуна (мотыль)





Насекомые. Верхний ряд, слева направо: двукрылые (москит, малярийный комар), блохи (человеческая блоха), перепончатокрылые (наездник). Нижний ряд – перепончатокрылые, слева направо: пчела медоносная, чёрный садовый муравей, оса-полит, шершень

Чешуекрылые насекомые. Верхний ряд, слева направо: лимонница, обыкновенная хохлатка, малахит, бабочка-сова. Нижний ряд, слева направо: тутовый шелкопряд, большой ночной павлиний глаз, большой мормон, странствующий монарх



Класс насекомые Insecta

Наиболее многочисленный класс животных. Более миллиона видов. По некоторым оценкам – до 35 млн. Наземные членистоногие с трахейным дыханием. Освоили все среды – наземно-воздушную, почвенную, водную. Есть паразитические виды.

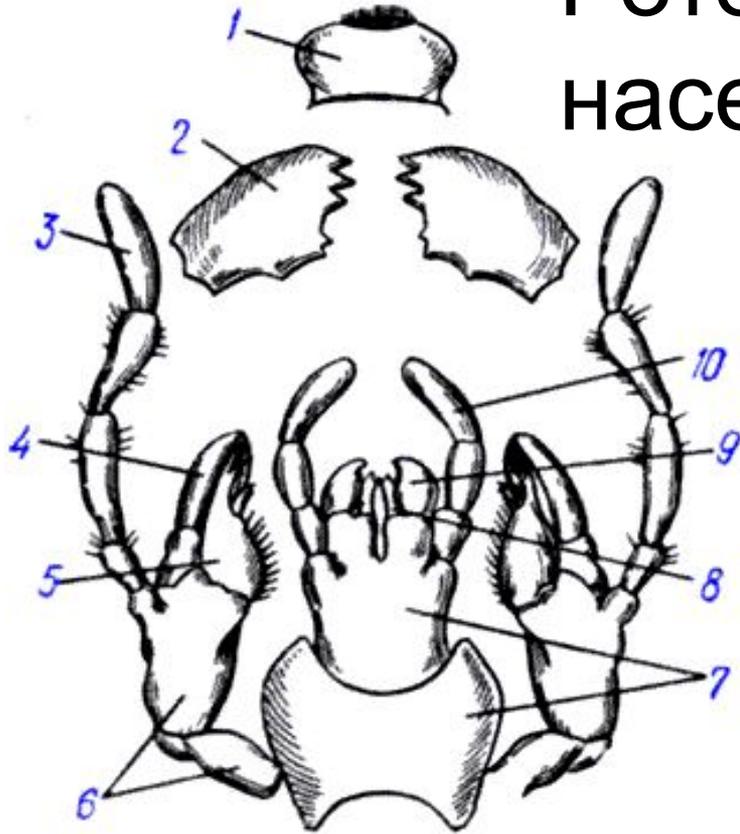
Внешнее строение

Тело делится на три **тагмы**: **голову (цефалон), грудь (торакс), брюшко (абдомен)**

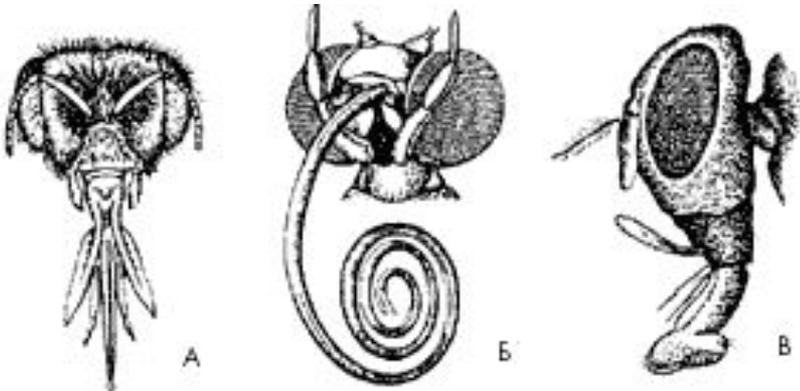
Голова состоит из **акрона** и **четырёх или пяти сегментов**. Все они сливаются в единую **головную капсулу**. На голове находится пара сложных фасеточных глаз, иногда ещё 1-3 простых глазка. **Антенны (сяжки, усики)** – придатки акрона, гомологичные антеннулам ракообразных, являются органами осязания и обоняния.

Придатки других сегментов головы образуют **ротовой аппарат**. Он включает **непарную верхнюю губу, пару мандибул (жвал)** – верхних челюстей, **пару максилл** (нижних челюстей) и **непарную нижнюю губу**. Максиллы и нижняя губа несут чувствительные придатки, состоящие из нескольких члеников – щупики. Исходный тип ротового аппарата **грызущий**. Он может видоизменяться в разных отрядах, образуя другие формы: **сосущий, колюще-сосущий, лакающий, лижущий**.

Ротовые аппараты насекомых



Ротовой аппарат грызущего типа черного таракана (по Гертвику): 1 - верхняя губа, 2 - верхняя челюсть - мандибула, 3 - нижнечелюстной щупик, 4 - наружная лопасть нижней челюсти, 5 - внутренняя лопасть нижней челюсти, 6 - нижняя челюсть, состоящая из стволика и основного членика, 7 - нижняя губа, состоящая из подбородка и подподбородка, 8 - внутренняя лопасть нижней губы, 9 - наружная лопасть нижней губы, 10 - нижнегубной щупик



А – колюще-сосущий
Б – сосущий
В - лижущий

Грудь (торакс) состоит из трёх сегментов, их склериты называют соответственно **передне - , средне – и заднегрудью** с брюшной стороны тела и **передне-, средне - , и заднеспинкой** – со спинной стороны.

Каждый из сегментов груди несёт пару **ходильных ног** (всего **3 пары**) Они одноветвистые, состоят из ряда подвижных члеников. Первый из них – **тазик (кокса)** крепит конечность к телу, более или менее укорочен, может быть разной формы. **Вертлуг** – небольшой вставочный членик между тазиком и бедром, не у всех насекомых отчетливо выражен. Далее идут **бедро и голень**. Бедро обычно более мощное. Последняя часть ноги называется лапка. На неё происходит опора при передвижении по субстрату. **Лапка** состоит из нескольких члеников, обычно 3-5. Последний членик лапки – коготковый, несёт пару коготков.

Средне и заднегрудь на спинной стороны имеют по паре **крыльев** – особых выростов покровов. Сформированные крыло состоит из двух слоёв гиподермы и кутикулы. В крыльях имеются утолщений – **жилки**. В жилках проходят стволы трахей. Расположение жилок на крыльях является важным систематическим признаком. Первая и вторая пары крыльев могут различаться по структуре и функциям. Часто первая – более толстая и прочная выполняет защитную функция и называется надкрыльями.

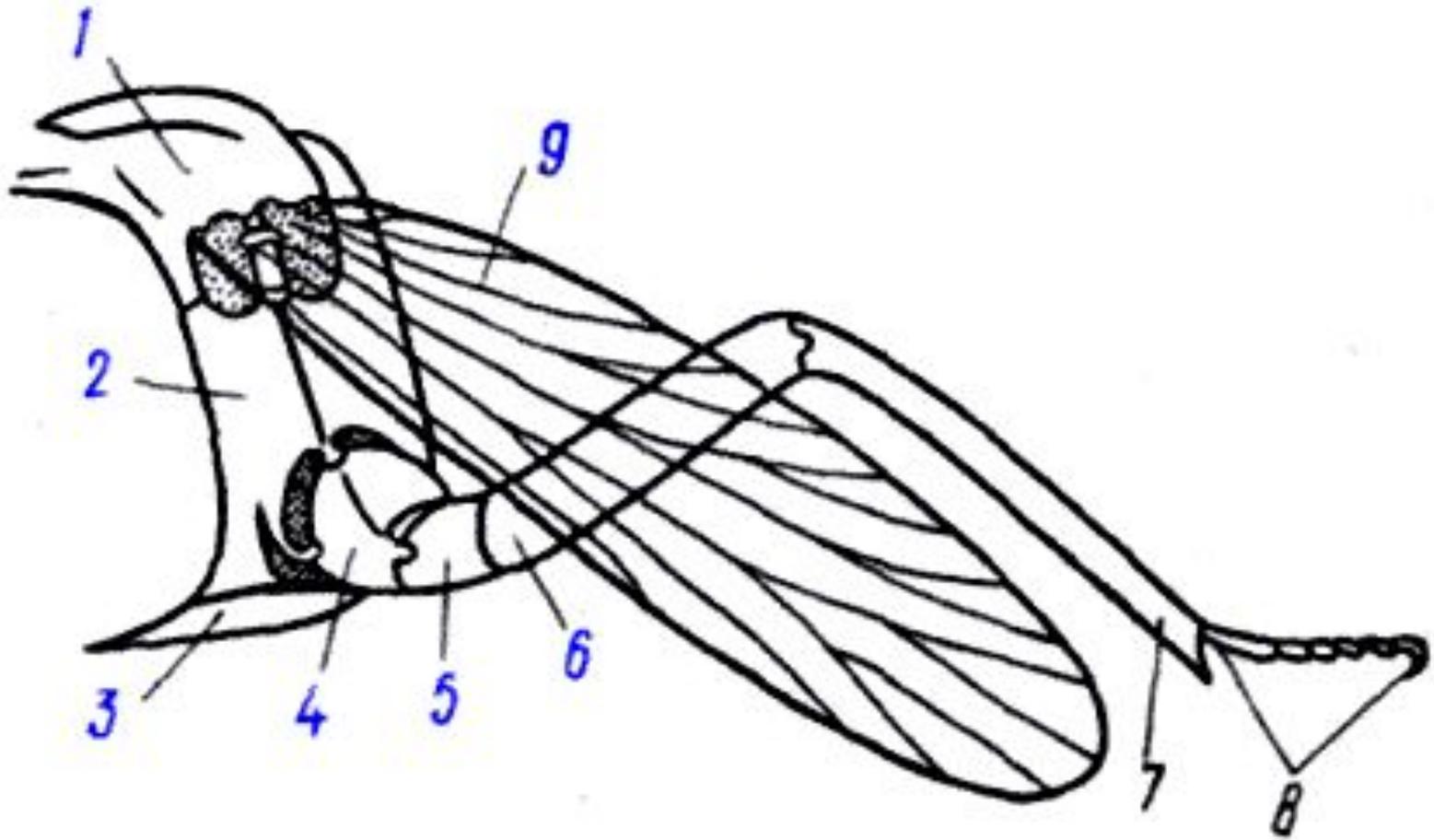
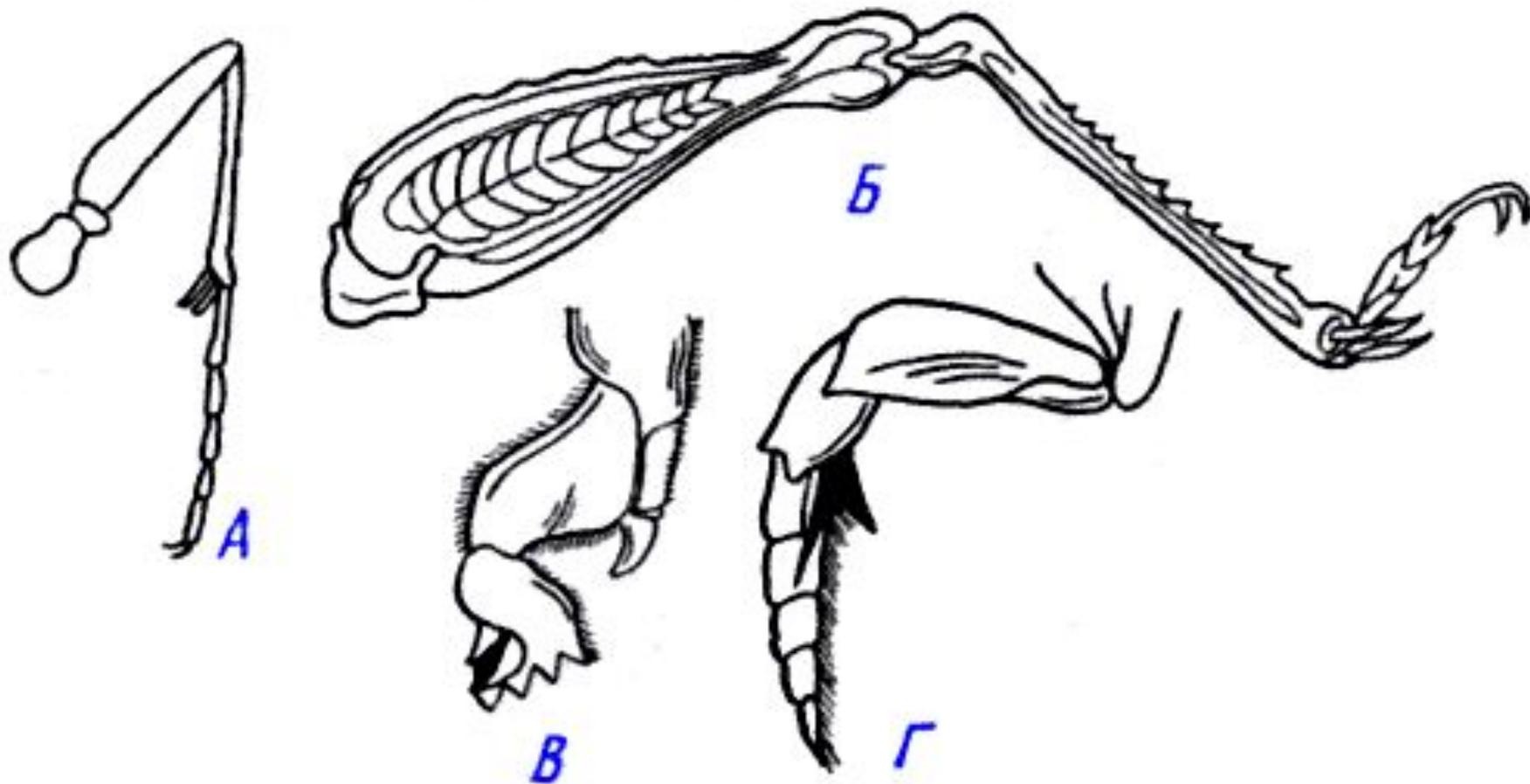
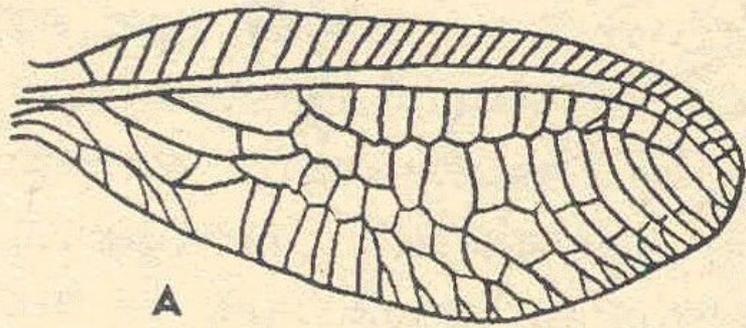


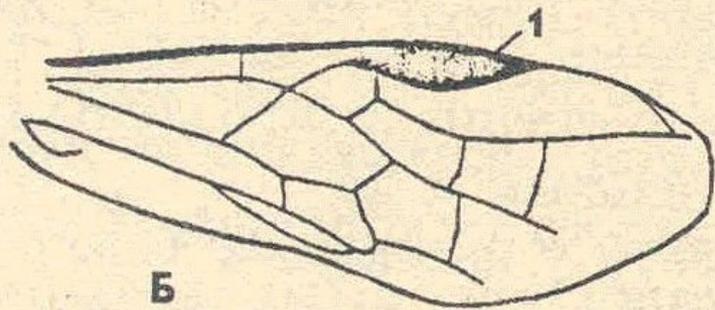
Схема строения грудного сегмента (по Шванвичу): 1 - тергит, 2 - боковая пластинка, 3 - стернит, 4 - тазик, 5 - вертлуг, 6 - бедро, 7 - голень, 8 - лапка, 9 - крыло



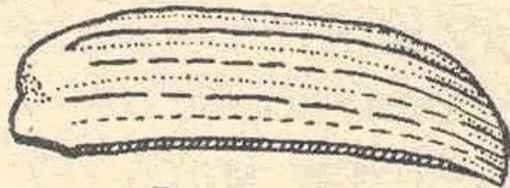
Различные типы конечностей насекомых. А - бегательная; Б - прыгательная; В - копательная; Г - плавательная (из Бей-Биенко)



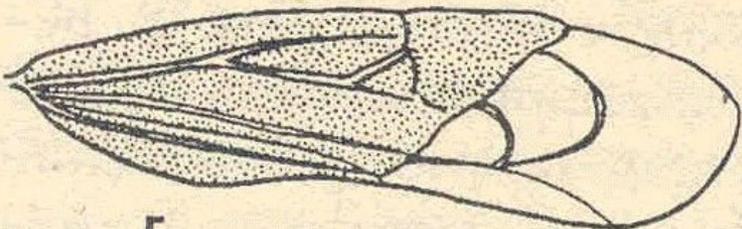
А



Б



В



Г

Типы строения крыльев насекомых

А – сетчатое крыло

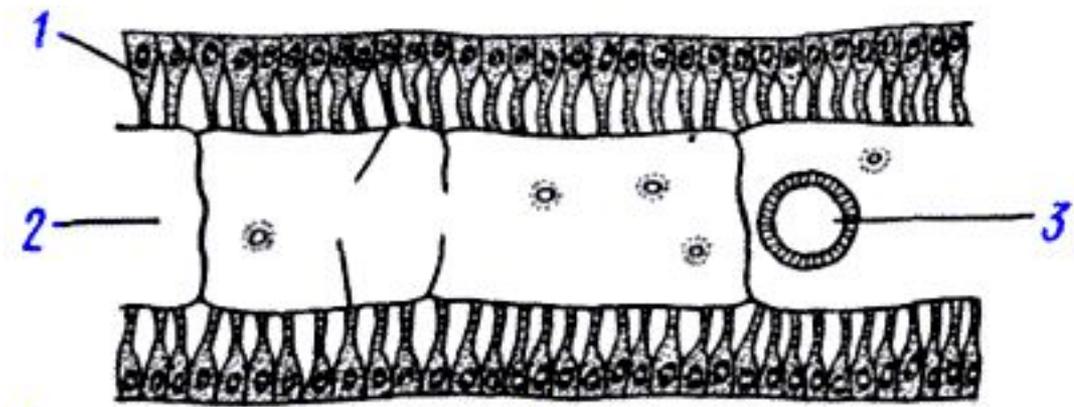
Б – Перепончатое крыло

В – жесткое надкрылье жука

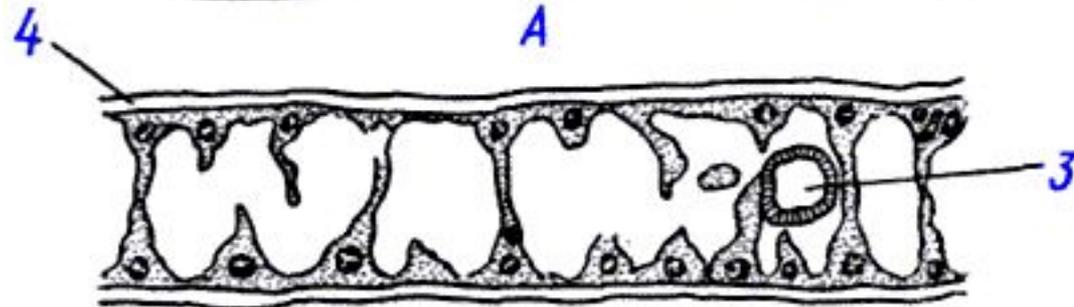
Г – надкрылье клопа,
хитинизированное до

половины длины,

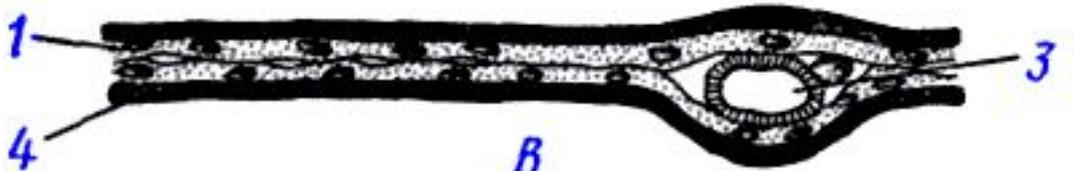
Дистальная часть имеет
перепончатое строение.



A



B



B

Последовательные стадии формирования крыла бабочки. А - зачаток крыла куколки; Б - крыло только что вышедшей из куколки бабочки; В - затвердевшее крыло (из Шванвича): 1 - гиподерма, 2 - полость зачатка крыла, 3 - трахея, 4 - кутикула

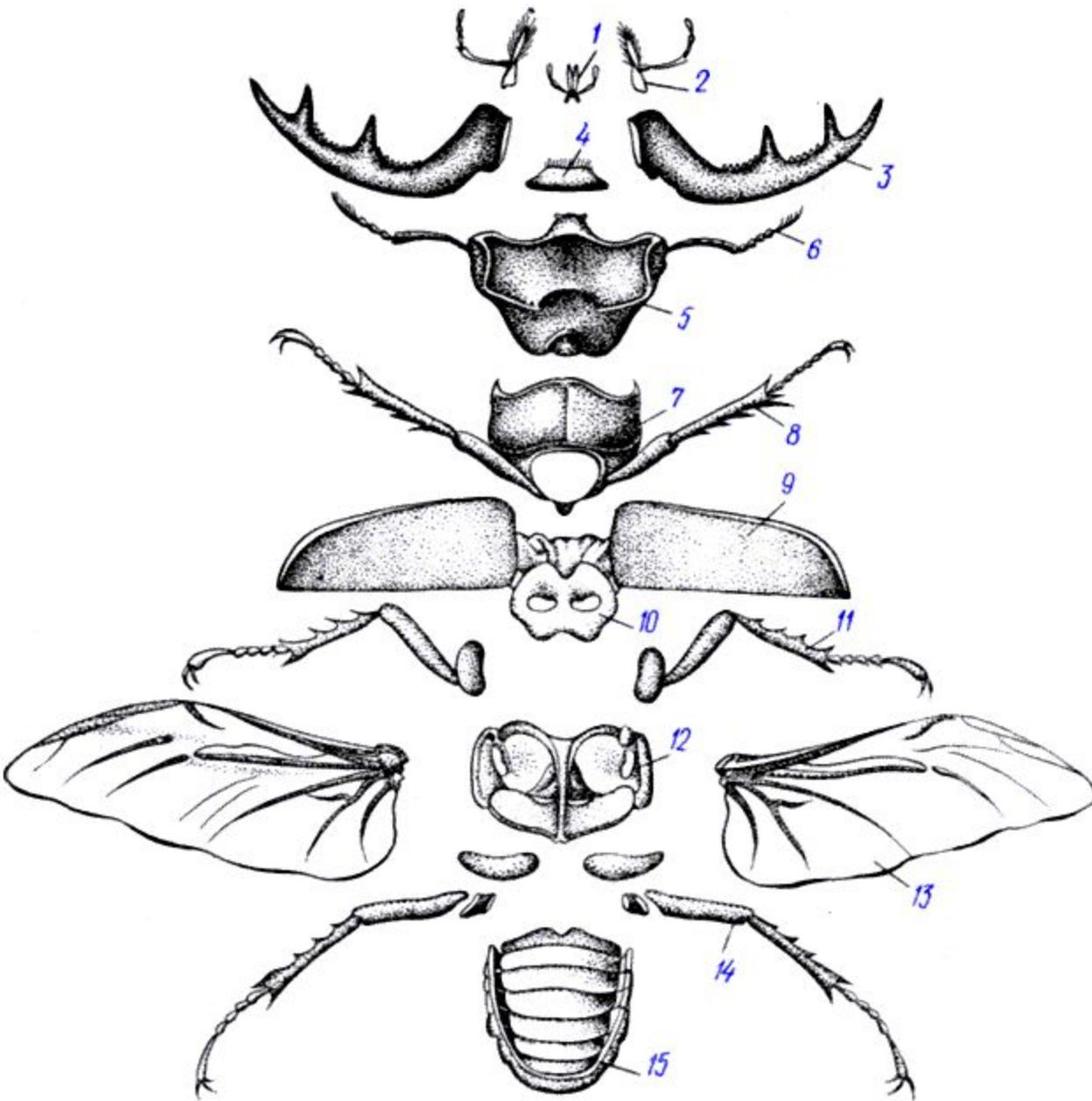
Брюшко (абдомен) насекомых лишено конечностей. Лишь у некоторых отрядов предпоследний членик брюшка несёт **церки или грифельки** – небольшие нерасчтенённые придатки. Число члеников брюшка может достигать 11 (у бессяжковых), но обычно сокращается за счет слияния и составляет **от 4 до 10**

На 8-9 членике брюшка находятся половые придатки – копулятивный орган у самца и яйцеклад у самок.

На стернитах брюшка находятся **дыхательные стигмы** – отверстия, ведущие в трахеи.

Покровы насекомых состоят из базальной мембраны, гиподермы и хитиновой кутикулы, пропитанной дубильными белками для прочности.

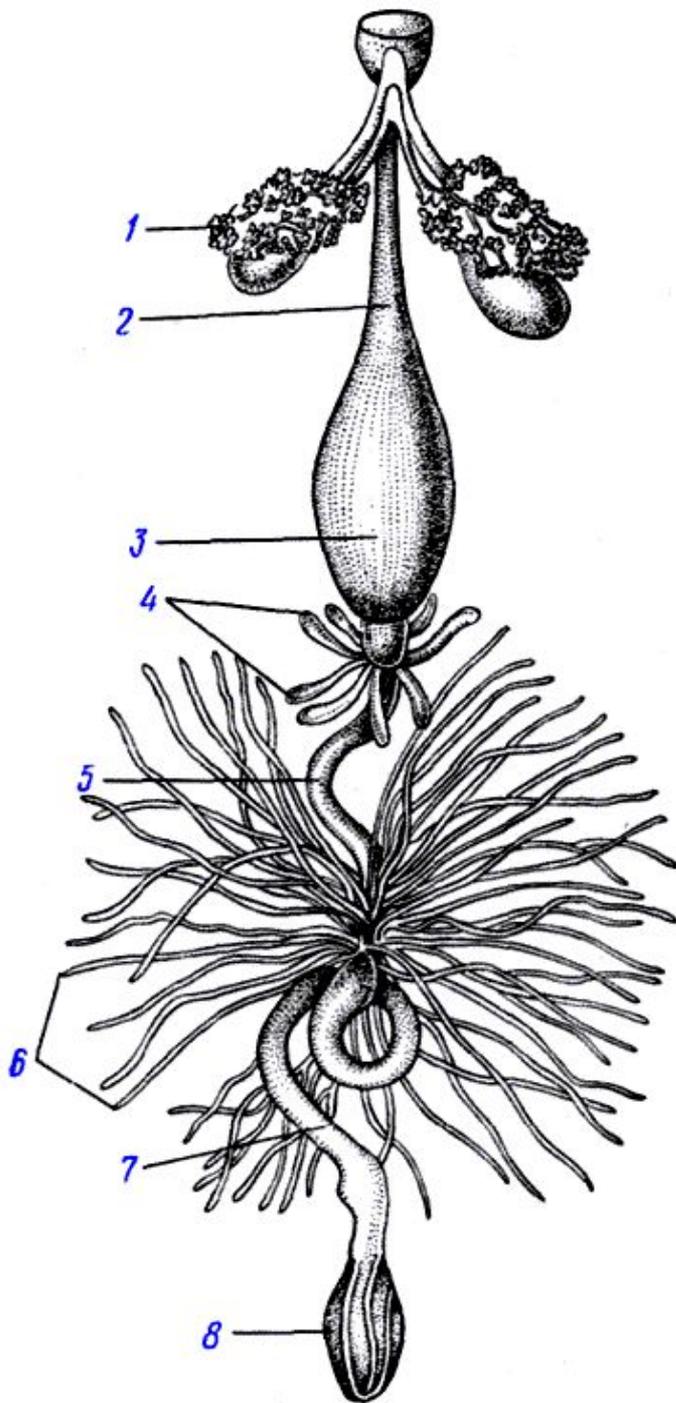
(подробную характеристику покрова см. в описании типа)



Расчленение жука - оленя *Lucanus cervus* (из Гилярова): 1 - нижняя губа, 2 - нижняя челюсть, 3 - мандибула, 4 - верхняя губа, 5 - голова, 6 - сяжки, 7 - переднегрудь, 8 - первая пара грудных конечностей, 9 - передняя пара крыльев - надкрылья, 10 - среднегрудь, 11 - вторая пара грудных конечностей, 12 - заднегрудь, 13 - задние крылья, 14 - третья пара грудных конечностей, 15 - брюшко

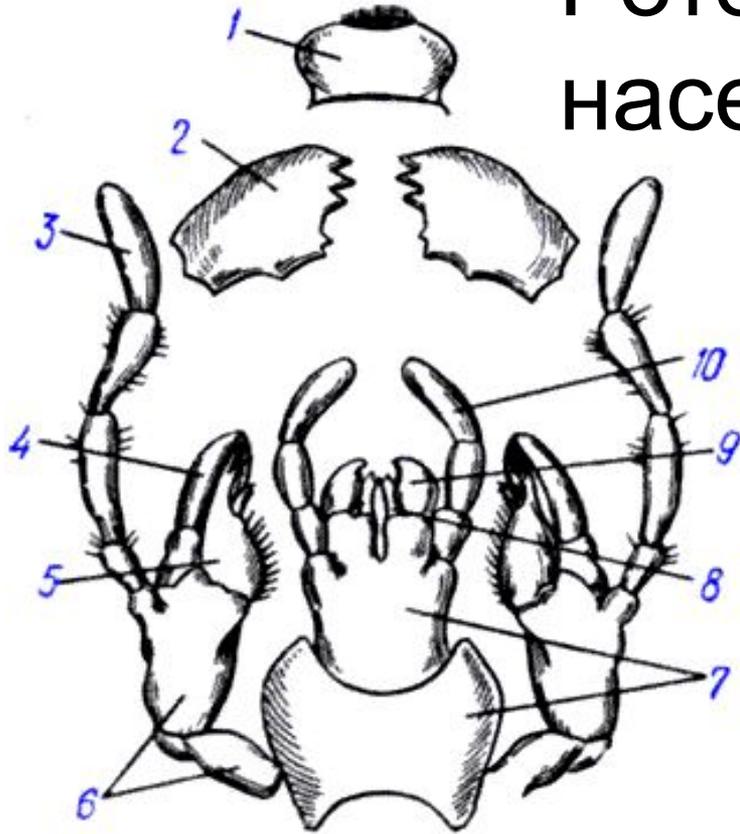
• Пищеварительная система насекомых

- Общий план строения характерен для всего типа. Есть некоторые особенности.
- Органы захвата и измельчения пищи – ротовые органы являются видоизменёнными конечностями головных сегментов. Включают **верхнюю губу**, пару **мандибул** (= жвал = верхних челюстей), пару **максилл** (= нижних челюстей) и **нижнюю губу**. В зависимости от особенностей питания исходный грызущий ротовой аппарат насекомых может видоизменяться и образовывать другие типы ротовых аппаратов: Колюще-сосущий, сосущий, лижущий, лакающий (или грызуще-лижущий)
- на границе среднего и заднего кишечника впадают **мальпигиевы сосуды**, относящиеся к выделительной системе, но имеющие энтодермальное происхождение.
- **Пилорические выросты** насекомых выполняют функцию печени (выделение ферментов и внутриклеточное пищеварение). Находятся на границе желудка и средней кишки. Сама печень отсутствует.
- В заднем кишечнике наземных форм (**насекомые**) идёт активное всасывание воды с помощью **ректальных желёз**
- Многие имеют **симбиотические микроорганизмы** для переваривания растительной пищи.

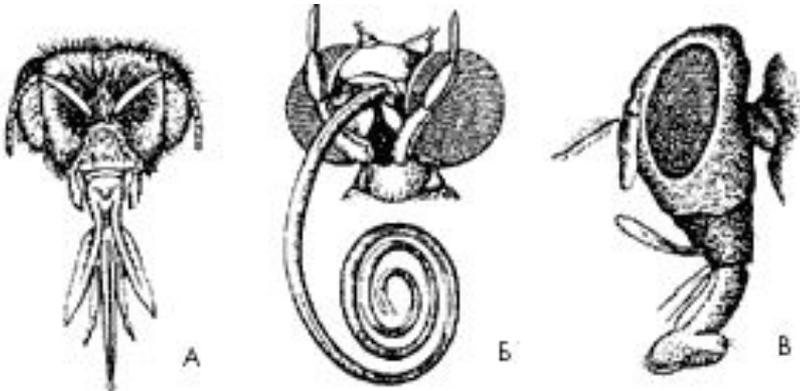


Пищеварительная система черного таракана (по Веберу): 1 - слюнные железы, 2 - пищевод, 3 - зуб, 4 - пилорические придатки, 5 - средняя кишка, 6 - мальпигиевы сосуды, 7 - задняя кишка, 8 - прямая кишка

Ротовые аппараты насекомых



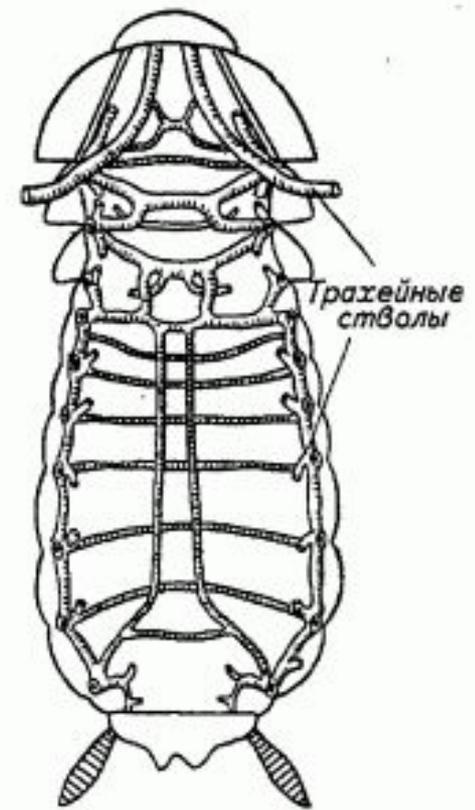
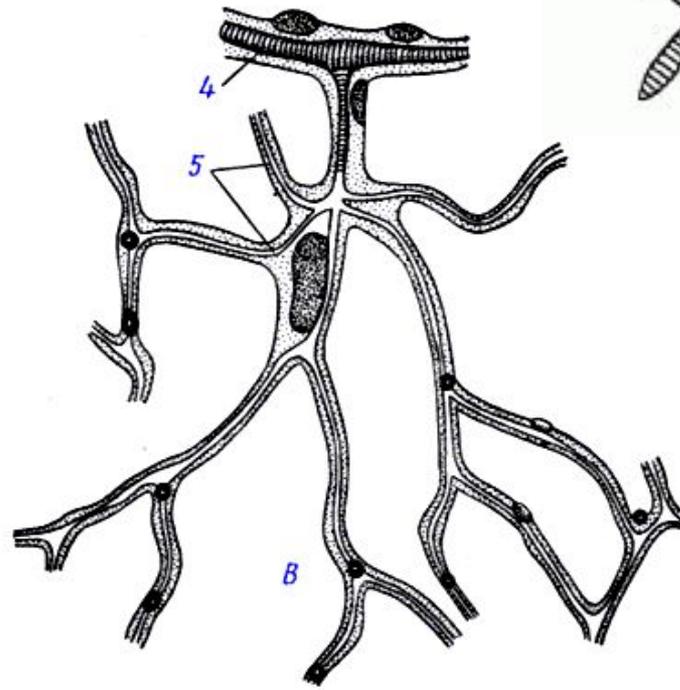
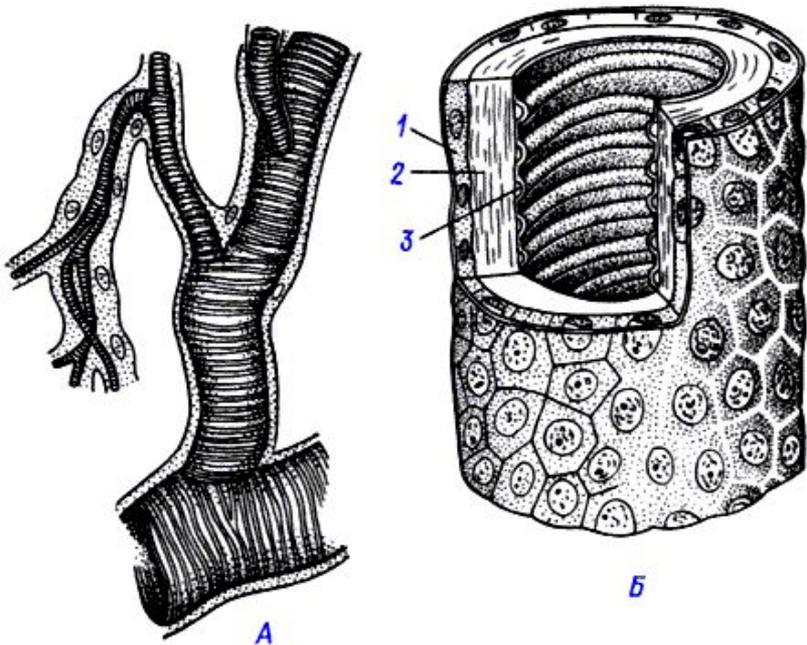
Ротовой аппарат грызущего типа черного таракана (по Гертвику): 1 - верхняя губа, 2 - верхняя челюсть - мандибула, 3 - нижнечелюстной щупик, 4 - наружная лопасть нижней челюсти, 5 - внутренняя лопасть нижней челюсти, 6 - нижняя челюсть, состоящая из стволика и основного членика, 7 - нижняя губа, состоящая из подбородка и подподбородка, 8 - внутренняя лопасть нижней губы, 9 - наружная лопасть нижней губы, 10 - нижнегубной щупик



А – колюще-сосущий
Б – сосущий
В - лижущий

Трахеи насекомых По бокам тела находится до 10 пар, иногда меньше, **дыхалец, или стигм**: они лежат на средне - и заднегруди и на 8 члениках брюшка. Стигмы часто снабжены замыкательными аппаратами и ведут каждая в короткий поперечный канал, а все поперечные каналы соединены между собой парой (или больше) главных продольных **трахейных стволов**. От стволов берут начало более тонкие трахеи, ветвящиеся многократно, и опутывающие своими разветвлениями все органы. Заканчивается каждая трахея концевой клеткой с радиально **расходящимися отростками**, пронизанными конечными канальцами трахеи. Концевые веточки этой клетки (**трахеолы**) проникают внутрь отдельных клеток тела. Кутикула, выстилающая трахеи имеет спиральные утолщения. Возрастающая потребность организма в кислороде обеспечивается появлением специальных дыхательных движений, состоящих из расслабления и сжимания брюшка. При этом происходит вентилирование трахейных мешков и основных трахейных стволов. Образование замыкательных аппаратов на стигмах снижает потери воды в процессе дыхания. У многих живущих в воде личинок насекомых трахейная система является замкнутой и имеются трахейные жабры.

Строение трахей насекомых. А - участок трахеи с разветвлениями; Б - стенка трахеи при большом увеличении; В - концевая клетка трахеи (по Веберу и Гольмгрёну): 1 - эпителий трахеи, 2 - хитиновая выстилка трахеи, 3 - спиральная нить - утолщение хитиновой выстилки трахеи, 4 - трахея, 5 - трахеолы (тончайшие ответвления без хитиновой выстилки)



Трахейные жабры

развиваются у личинок насекомых, развивающихся в воде (комары, подёнки, ручейники и пр.)

Представляют собой систему выростов стенки тела, внутри которых проходят трахеи. Эти жабры омываются водой и в них происходит газообмен через тонкую кутикулу. Обогащённый кислородом воздух распределяется по частям трахей, проходящих внутри тела насекомого путём диффузии.

Рис. 1 Строение трахейных жабр. 1 – жаберная пластинка с системой трахей 2 – главный трахейный ствол в брюшке личинки.

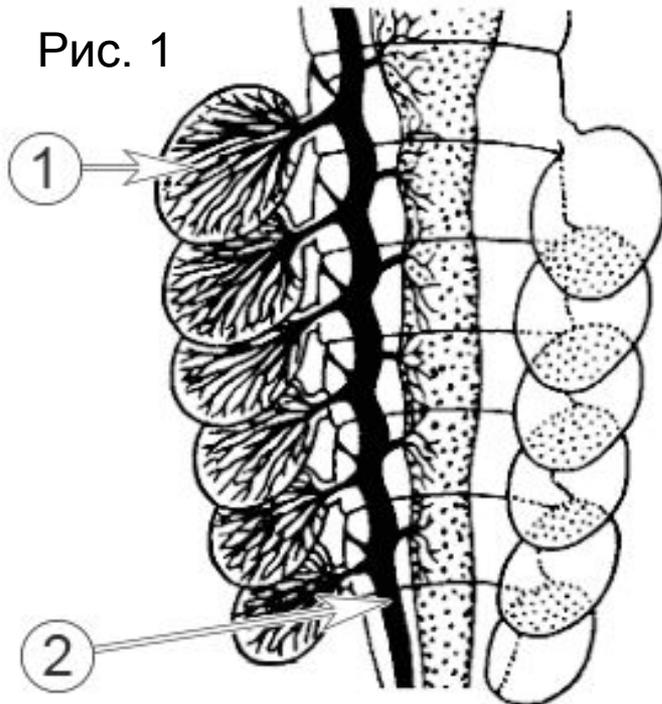


Рис. 1

1

2

Рис. 2 А – личинка вислокрылки с перистыми трахейными жабрами. Б – личинка подёнки с пластинчатыми трахейными жабрами. В- схема строения трахейной системы. Ж – жабры, тр - трахеи

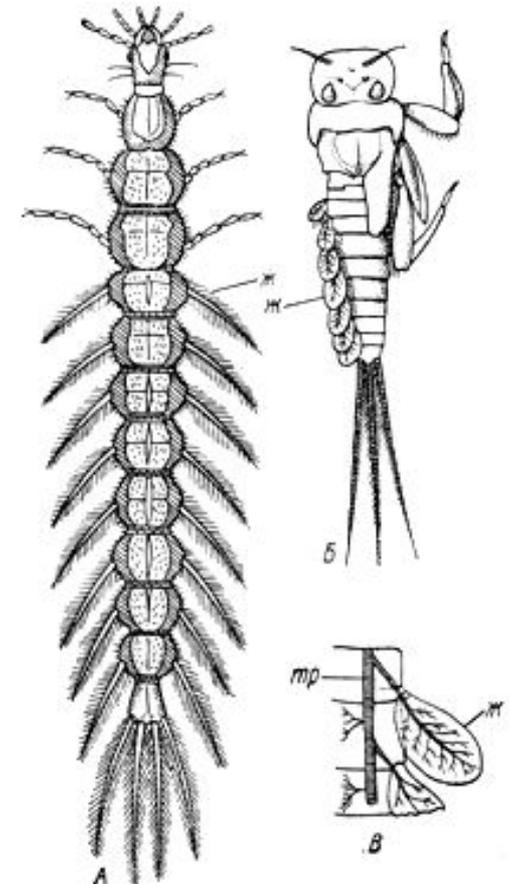


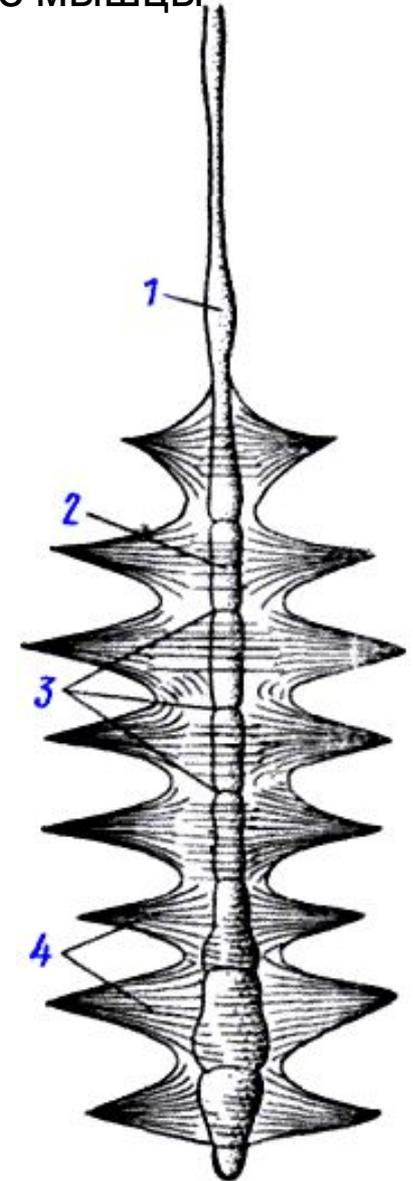
Рис. 2

Б

В

- **Кровеносная система насекомых** в связи с особенностью дыхательной системы развита у насекомых сравнительно слабо. В брюшке над кишечником залегает длинное трубковидное сердце. Задний конец его слепо замкнут, а полость поделена перегородками, несущими клапанные отверстия, на несколько камер (чаще 8).
- В стенках сердца залегают мышечные волокна, обеспечивающие его сокращение. Каждая камера снабжена парой боковых **остий**. На переднем конце сердце продолжается в мускулистую **головную аорту**, которая, достигнув мозга, заканчивается отверстием. Сердце окружено перикардальным синусом, который отделен от остальной перегородкой - **верхней диафрагмой**. С ней соединяется система парных крыловидных мышц, расположенных под сердцем. У многих насекомых часто имеется аналогичная перегородка и в нижней части тела под кишечником. Совместная работа сердца и диафрагм обеспечивает циркуляцию гемолимфы по телу насекомого.

Строение сердца жука - плавунца *Dytiscus marginalis* (из Кузнецова): 1 - аорта, 2 - сердце, 3 - остии, 4 - крыловидные мышцы



Выделительный органы насекомых

Главными выделительными органами являются **мальпигиевы сосуды**. Это многочисленные тонкие выросты энтодермы, лежащие на границе средней и задней кишки. Из полости тела они отфильтровывают продукты обмена. Основным выделяемым продуктом обмена – **мочевая кислота** и её соли. Это нерастворимые продукты, что позволяет их выводить не тратя излишки воды. Это важная адаптация к наземной жизни.

Лабильные железы – выделительные органы метанефридиального типа, аналогичные максиллярным железам ракообразных. Развита лишь у некоторых низших насекомых, у большинства они полностью исчезают.

Жировое тело – рыхлая ткань, лежащая в полости тела и пронизанная трахеями. Клетки жирового тела являются **почками накопления** – накапливают продукты обмена. Кроме того там откладываются и питательные вещества – **запас гликогена**.

Нефроциты – крупные клетки, находятся в стенках перикардия, в роль сердца и аорты, поглощают продукты обмена из гемолимфы. Часть продуктов обмена накапливается **в кутикуле и сбрасывается при линьке**.

Нервная система насекомых.

Как у всех членистоногих состоит из головного мозга и **Брюшной нервной цепочки.**

Головной мозг состоит из обычных для артропод трёх отделов **протоцеребрума, дейтоцеребрума и тритоцеребрума.** Расположен над глоткой. Наиболее развит протоцеребрум, в котором выделяются **грибовидные тела.** Этот отдел мозга иннервирует усики и глаза, а также служит высшим ассоциативным центром нервной системы. Особенно развит у общественных насекомых со сложным поведением. **Подглоточный ганглий** окологлоточного нервного кольца небольшой.

Нервная цепочка лежит в **периневральном синусе** полости тела. Количество ганглиев в ней изначально соответствует количеству сегментов тела, но имеет тенденцию к их сокращению. У наиболее высокоорганизованных насекомых – мух, некоторых жуков нервная цепочка сливается в единый грудной ганглий.

Органы чувств разнообразны.

- Сенсиллы** – чувствительный волоски, разбрасоны по всем покровам, особенно много на усиках, конечностях, ротовых придатках. На них могут быть мезанорецепторы и хеморецепторы.
- Глаза** – пара сложных фасеточных и 1-3 простых глазка на голове.
- **тимпанальные органы** – органы слуха, у насекомых, издающих звуки.

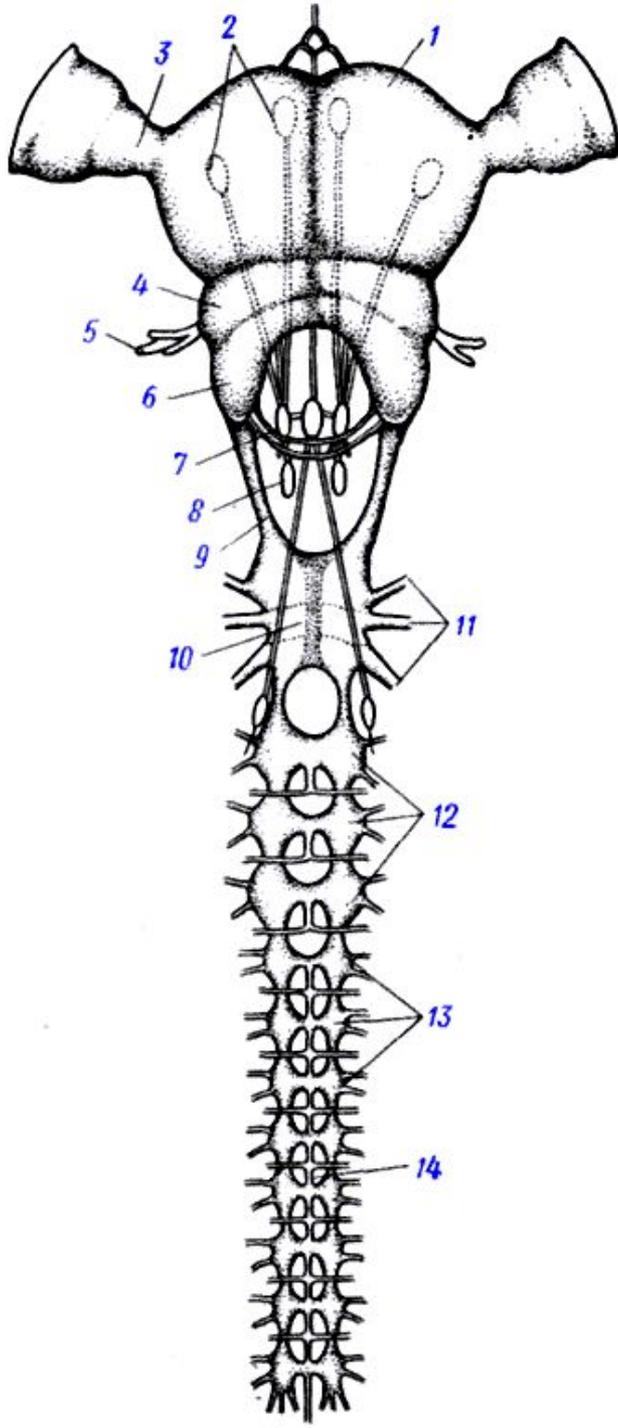
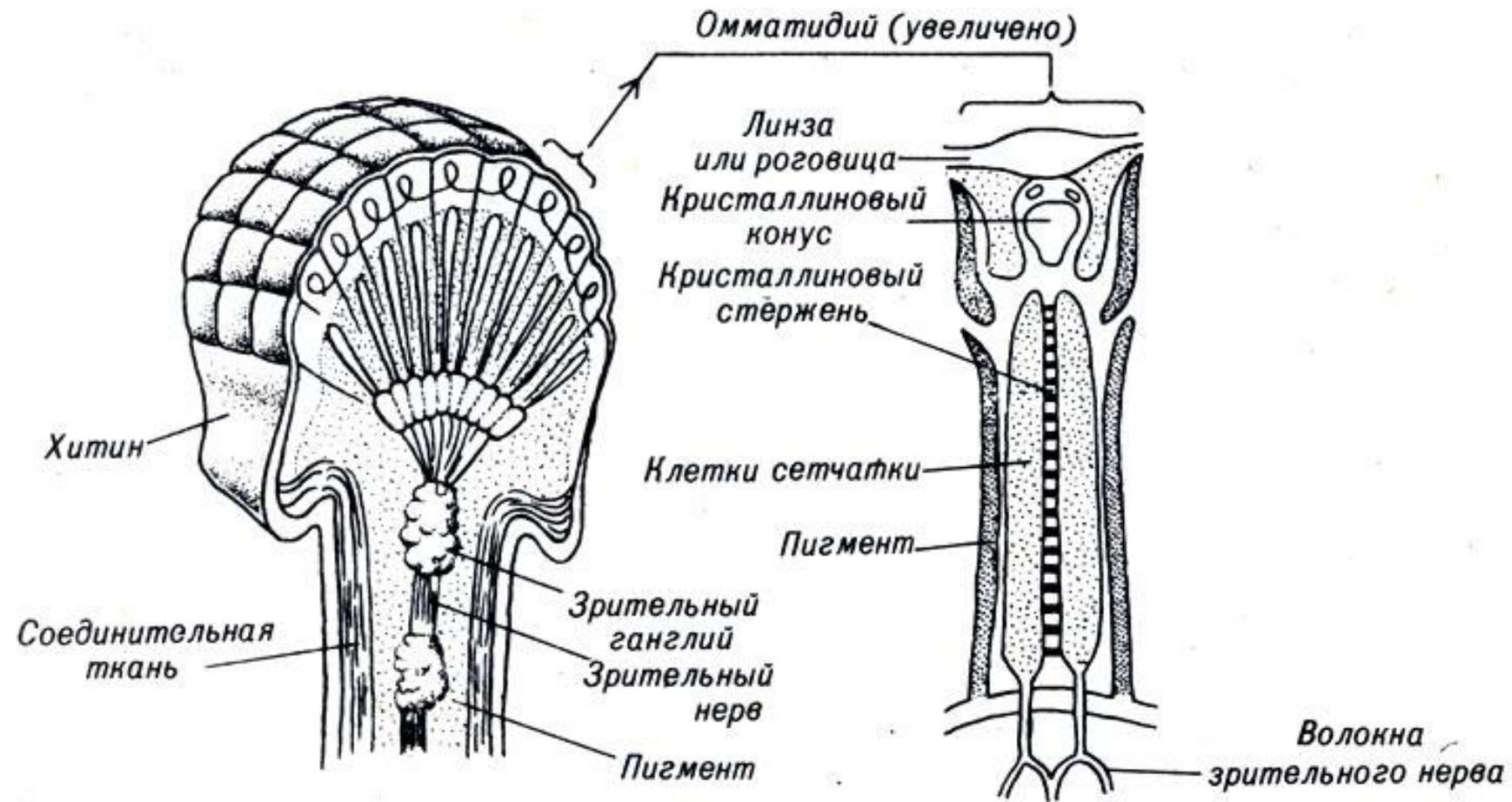
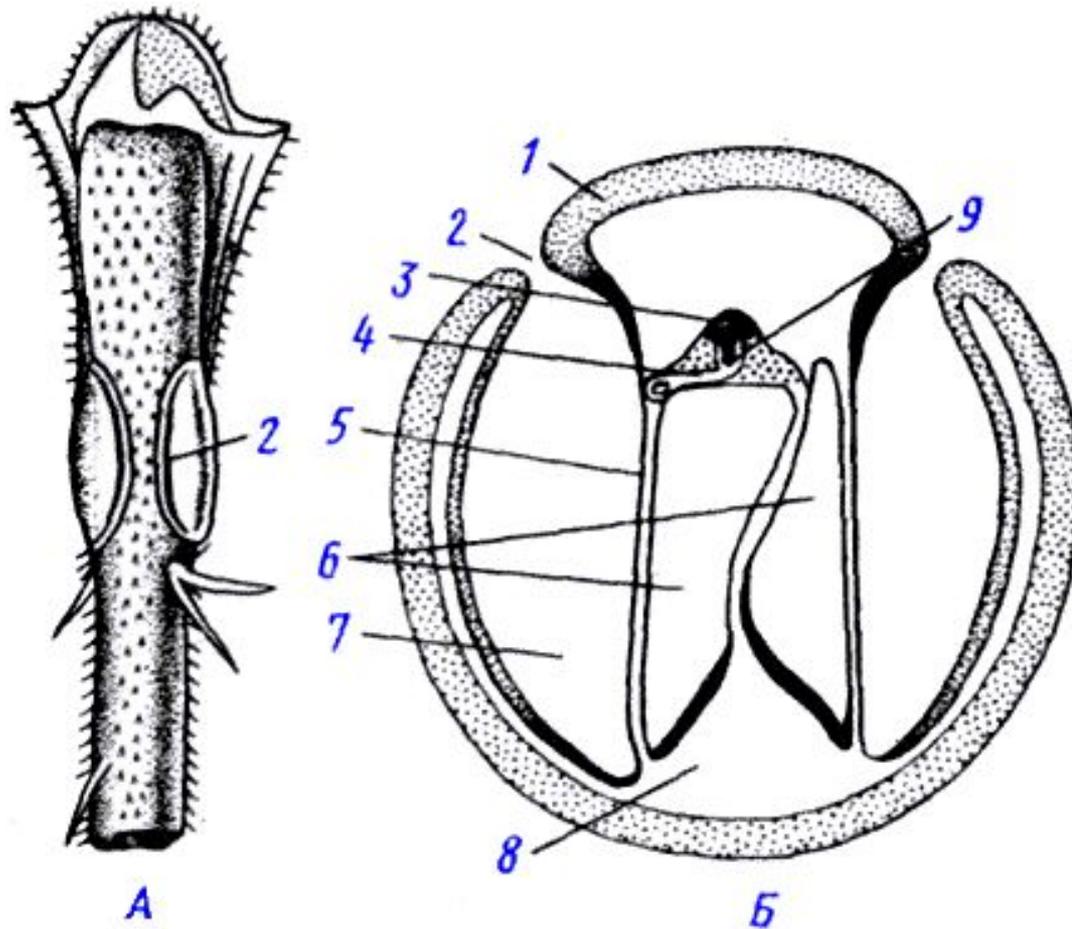


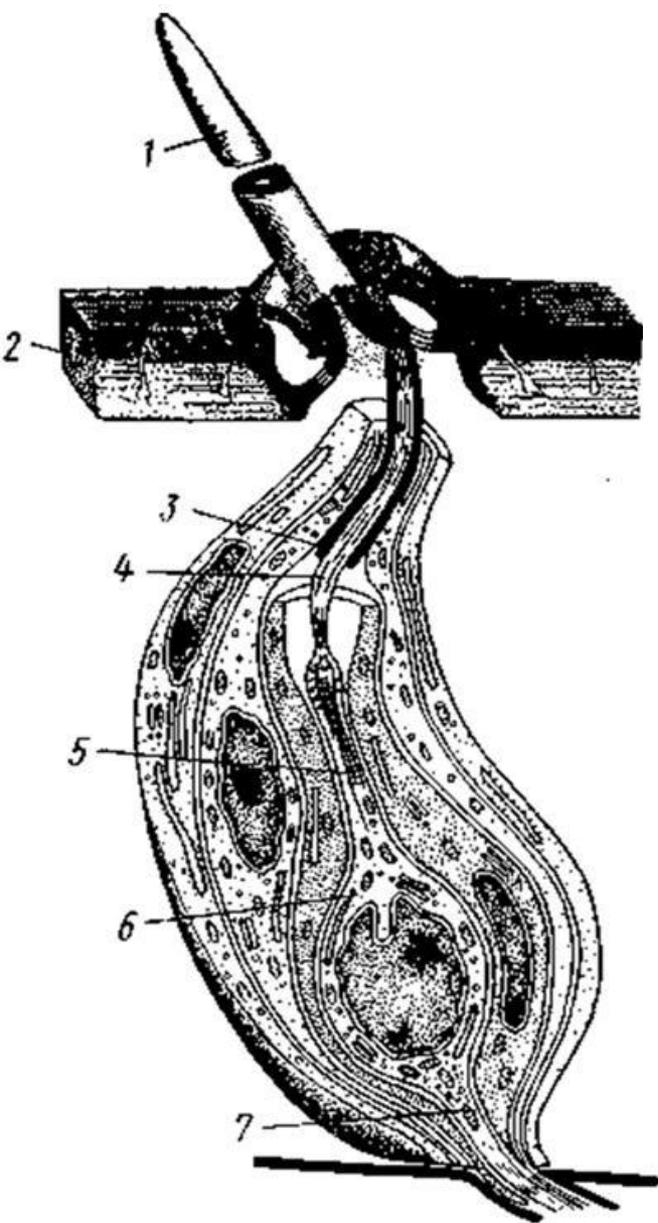
Схема строения нервной системы **насекомого** (из Вюрмбах):
1 - **протоцеребрум**, 2 - нейросекреторные клетки, 3 - оптическая область мозга, 4 - **дейтоцеребрум**, 5 - антеннальный нерв, 6 - **тритоцеребрум**, 7 - кардиальные тела, 8 - прилежащие тела, 9 - окологлоточные коннективы, 10 - подглоточный ганглий, 11 - нервы, идущие к ротовым конечностям, 12 - ганглии грудных сегментов, 13 - ганглии брюшных сегментов, 14 - непарный нерв симпатической системы



Строение глаза насекомого. Омматидий – простой глаз, элемент, из которых составляется сложный фасеточный глаз.



Тимпанальный орган кузнечика. А - передняя голень спереди, видны два отверстия тимпанального органа (2); Б - поперечный разрез через голень в области тимпанального органа (по Швабе): 1 - кутикула голени, 2 - слуховая щель, 3 - шапочковая клетка, 4 - сколопор, 5 - барабанная перепонка, 6 - трахеи, 7 - барабанная полость, 8 - полость ноги, 9 - сколопоидное тельце

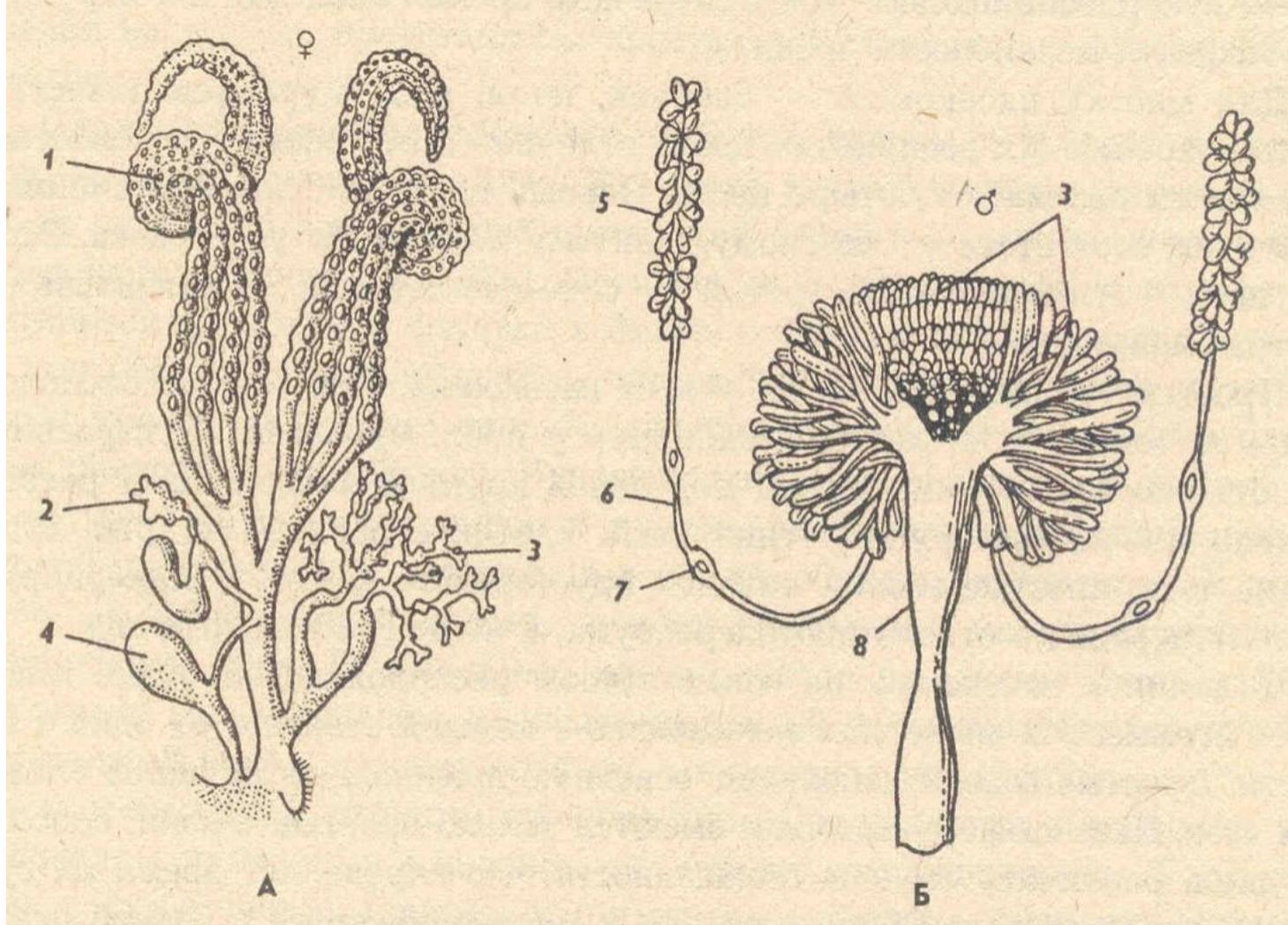


Строение механорецепторной сенсиллы насекомых (рис. В. Иванова):

1 — чувствительный волосок, 2 — кутикула, 3 — кутикулярная трубочка, фиксирующая жгутик, 4 — видоизмененный жгутик, 5 — периферический отросток чувствительной клетки, 6 — чувствительная клетка, 7 — центральный отросток чувствительной клетки

Половая система насекомых

- Раздельнополы. Часто выражен половой диморфизм.
- Гонады парные.
- У самок: пара яичников, от них идут два яйцевода, затем они соединяются в непарное влагалище. Туда же могут впадать придаточные железы, производящие питательные вещества для яиц и их оболочку. Также есть слепо замкнутый отросток влагалища – совокупительная сумка, куда попадает семенная жидкость или сперматофор при оплодотворении, отдельно может быть развит семяприёмник. У многих есть яйцеклад – отросток, формирующийся из предпоследних склеритов брюшка, служит для откладки яиц.
- У самцов: пара семенников, от них идут семяпроводы. В их нижней части могут быть расширения – семенные пузырьки, где скапливается семенная жидкость. Затем семяпроводы сливаются в непарный семяизвергательный канал. Туда же впадают протоки придаточных желёз. У многих насекомых есть специальный хитинизированный совокупительный орган – эдеагус.
- Оплодотворение внутреннее или сперматофорное.
- У ряда видов есть партеногенетическое размножение, когда развитие происходит из неоплодотворённых яиц. Партеногенетические поколения тогда чередуются с обоеполыми.



Половая система таракана.

А – самка, Б – самец 1 – яичники, 2 – семяприёмник, 3 – придаточные железы, 4 – совокупительная (копулятивная) сумка, 5 – семенники, 6 – семяпровод, 7 – раздвоение семенных канальцев, 8 – семяизвергательный канал

Размножение и развитие.

После спаривания большинство насекомых **откладывают яйца**.

Реже наблюдается **яйцеживорождение**, когда оплодотворённые яйца задерживаются в половых путях самки и их развитие происходит там. Откладка яиц происходит одновременно с вылуплением из яиц личинок.

Развитие с метаморфозом.

Различают два типа метаморфозов у насекомых.

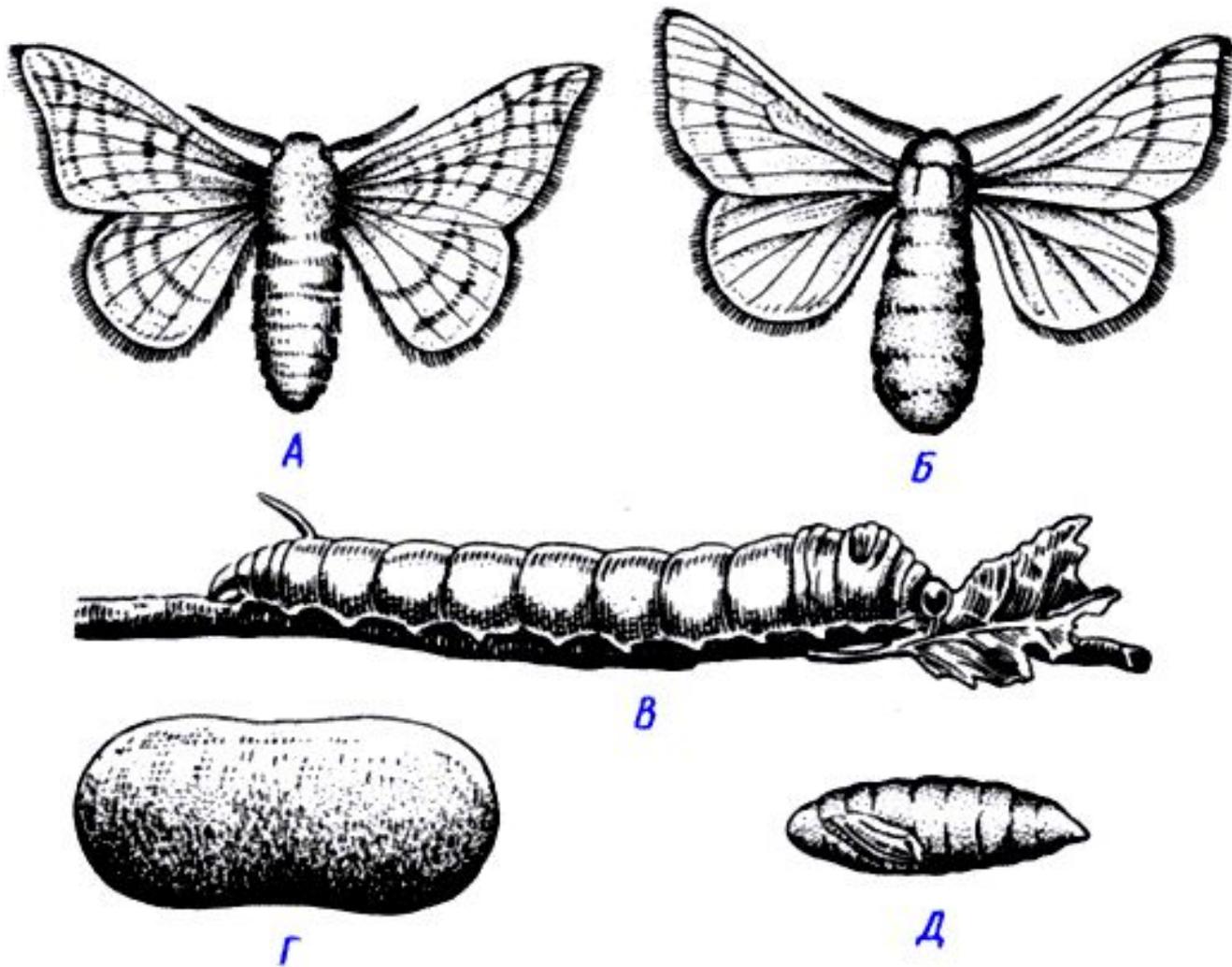
--При **метаморфозе с неполным превращением** из **яйца** вылупляется **личинка - нимфа** относительно похожая на взрослое насекомое. Она отличается отсутствием крыльев и наружных половых органов (яйцеклады, вторичные половые признаки у имеющих половой диморфизм). Личинка как правило ведёт схожий со взрослым образом жизни. После ряда линек она постепенно превращается во взрослую стадию – **имаго**.

--При **метаморфозе с полным превращением** вылупившаяся из **яйца личинка** совершенно не похожа на взрослое насекомое, обычно червеобразная, всегда с грызущим ротовым аппаратом. При линьках происходит только её рост, но строение не меняется. После завершения личиночного развития образуется **куколка**. Она неподвижна, покрыта плотной оболочкой. Внутри куколки происходит полное преобразование организма, органы личинки редуцируются, а органы имагинальной стадии образуются заново. Из куколки выходит полностью сформированное насекомое – **имаго**.

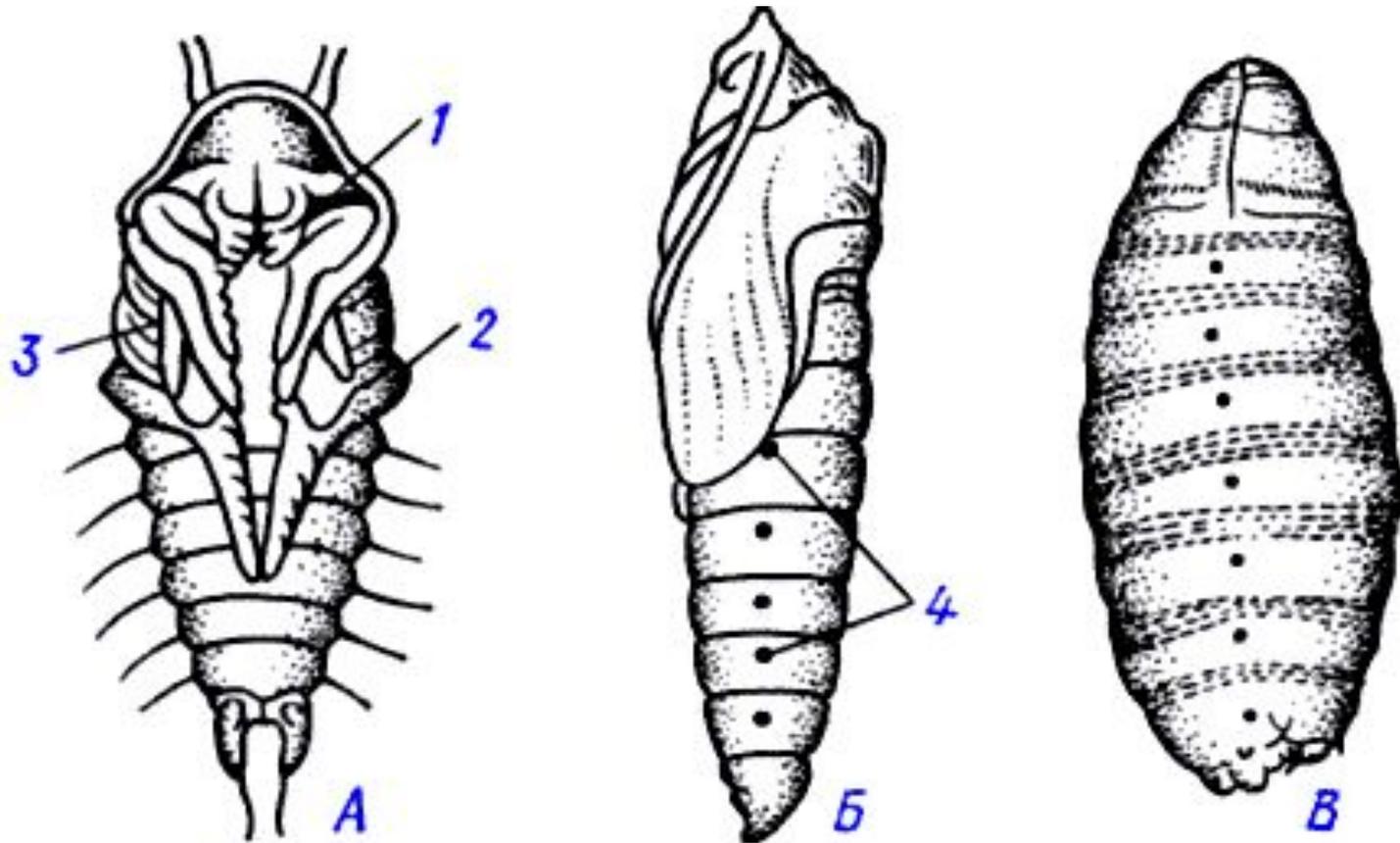
Имаго насекомых не растёт и не линяет.



Неполный метаморфоз у саранчи *Locusta migratori*



Полный метаморфоз у тутового шелкопряда *Bombyx mori*. А - самец; Б - самка; В - личинка (гусеница); Г - кокон; Д - куколка, вынутая из кокона (по Лейнису)



Куколки насекомых. А - свободная куколка жука; Б - покрытая куколка бабочки; В - бочонковидная куколка мухи (из Вебера): 1 - антенна, 2 - нога, 3 - зачатки крыльев, 4 - стигмы