НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

АГРОНОМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

МОРФОЛОГИЯ НАСЕКОМЫХ

Учебно-практическое пособие

Издание 2-е, переработанное и дополненное

Новосибирск 2020

УДК 632.7.04/08 (075)
ББК 44.686, я 73
К 68

Кафедра защиты растений

Авторы: *В. А. Коробов, Л. Н. Васильковская, В. П. Цветкова, И. В. Андреева*

Рецензенты: д-р биол. наук, проф. *А. В. Баркалов* (ИСиЭЖ)
д-р биол. наук, гл. науч. сотр. *И. Г. Бокина* (СибНИИЗиХ СФАНЦА РАН)

Морфология насекомых: учебно-практические пособие / В.А. Коробов, Л. Н. Васильковская, В. П. Цветкова, И. В. Андреева; Новосибирский государственный аграрный университет, Агрономический факультет. – 2-е изд. перераб. и доп. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2020. – 120 с.

Учебно-практическое пособие предназначено для студентов-бакалавров агрономического факультета очной и заочной формы обучения по направлениям подготовки 35.03.04 – Агрономия, 35.03.01 – Лесное дело, 35.03.10 – Ландшафтная архитектура, обучающихся по очной и заочной форме.

Сведения по морфологии насекомых приведены в форме лекционного материала и лабораторно-практических занятий.

Утверждено и рекомендовано к изданию учебно-методическим советом агрономического факультета НГАУ (протокол № 10 от 7 октября 2019 г.).

© Новосибирский государственный аграрный университет, 2020

ВВЕДЕНИЕ

Морфология насекомых – раздел дисциплины «Общая энтомологии», которая изучается студентами агрономического факультета, обучающимися по направлениям подготовки «Агрономия», «Лесное дело», «Ландшафтная архитектура».

В результате изучения морфологии студент должен знать план наружного строения тела насекомых, строение головы, ротовых аппаратов, грудного отдела, придатков грудного отдела – крыльев и ног, брюшного отдела; уметь делать морфологическое описание и по морфологическим признакам устанавливать видовое название насекомого, его принадлежность к определенному отряду, семейству, роду. Студенту требуется усвоить много специальных терминов, получить четкое представление о многообразии морфологических черт представителей класса насекомых, о месте насекомых в системе органического мира.

Теоретические знания по морфологии насекомых целесообразно подкреплять знаниями и умениями, получаемыми на лабораторно-практических занятиях, что предполагает активную форму освоения материала студентами.

При изучении морфологии насекомых преподаватели и студенты используют учебники и учебные пособия «Курс общей энтомологии» (Захваткин, 2001), «Общая энтомология» (Бей-Биенко, 2008), «Практикум по общей энтомологии» (Бондаренко, Глущенко, 2017; Гриценко В. В., Захваткин и др., 2013); курс лекций «Общая энтомология. Часть 1 (морфология, анатомия и физиология, биология)», (Анисимов, Сугоняев, 2005) и другие специализированные источники.

При составлении предлагаемого учебно-практического пособия был использован опыт проведения занятий по морфологии вышеперечисленных авторов учебных изданий,

а также О. А. Скориковой, А. И. Воронцова, Е. Г. Мозолевской. Кроме того, авторы данного учебного использовали собственный многолетний опыт по преподаванию дисциплин «Энтомология», «Общая энтомология» на кафедре защиты растений Новосибирского государственного аграрного университета.

В данном учебно-практическом пособии рассматривается только наружная морфология насекомых, или эйдономия.

Тема 1. ПОЛОЖЕНИЕ НАСЕКОМЫХ В СИСТЕМЕ ЖИВОТНОГО ЦАРСТВА

На земном шаре ежегодно описываются десятки тысяч неизвестных ранее видов животных, большинство из которых составляют насекомые, и число впервые описываемых видов непрерывно увеличивается. Поэтому пока нет возможности предсказать, когда все или почти все виды насекомых будут, наконец, описаны, чтобы можно было получить более или менее полную картину их разнообразия.

Наука, занимающаяся изучением насекомых, носит название энтомология (от греческих слов «энтомон» – насекомое и «логос» – учение) и является одним из разделов зоологии. Насекомые (класс Insecta) – один из многочисленных классов животного мира, отличающийся некоторыми особенностями от других классов и имеющий важное значение в природе и в хозяйственной деятельности человека.

Известны насекомые с древнейших времен – с девонского периода палеозойской эры, млекопитающие же появились позднее – в триасовый период. Основная масса насекомых – обитатели суши. Исключительно богат и разнообразен мир насекомых в тропиках, в умеренных широтах число видов насекомых не так велико, но общая их масса огромна. Встречаются они и в горах на огромных высотах, и в безводных пустынях, и в абсолютно темных пещерах, за полярным кругом. Они приспособились к жизни в тканях растений, к развитию в теле различных животных – от губок до млекопитающих и человека, к использованию всевозможных очень специфических местообитаний (личинки некоторых мух обнаружены в горячих источниках или в насыщенных солевых растворах), к использованию самых разных источников пищи. Водные насекомые завоевали пресные водоемы, есть и настоящие морские водные насекомые, хотя их немного. Приспособившиеся к полету крылатые насекомые завоевали воздушную среду. Не-

которые группы насекомых тесно связаны с почвой и почти не появляются на ее поверхности.

Велика роль насекомых как вредителей сельскохозяйственных культур, но также очень велика полезная для растений и человека роль насекомых в качестве переносчиков пыльцы для перекрестного опыления. Многие растения другим путем опыляться не могут и остаются бесплодными. Человеком одомашнены и выведены новые, не встречавшиеся в природе породы домашней пчелы и тутового шелкопряда, которые отвечают его потребностям, некоторые виды насекомых используются им для борьбы с вредителями.

По способности жить в самых различных условиях насекомые не имеют себе равных, благодаря чему они дали то исключительное богатство видов, которое обеспечивает современное процветание этой группы членистоногих.

Насекомые отличаются от других членистоногих обилием видов, разнообразием условий и образа жизни, наличием преимущественно наружного скелета, исключительным разнообразием внешнего вида. Мелкие размеры, интенсивный и своеобразный метаболизм, совершенство рецепции, энергия размножения, и, наконец, приобретение крыльев выделили насекомых среди других беспозвоночных животных.

Так как в системе органического мира насекомые занимают определённое место, то для построения системы специалисты обычно используют наглядные факты морфологии, привлекают факты экологии, физиологии и т.д. Современная систематика насекомых совершенствуется на основе сопоставления разных фактов и мнений исследователей. Кропотливая работа энтомологов-систематиков привела к созданию вариантов классификаций (как внутри класса, так и по внешним филогенетическим связям насекомых с другими членистоногими). Данные классификации, представленные в различных работах, отражают разные взгляды их авторов и являются дис-

куссионными. Однако, отличаясь в деталях, они имеют более или менее непротиворечивую и стабильную основу, что позволяет сделать вывод о прогрессе, достигнутом в исследованиях, и о близости их результатов к тому порядку, который реально существует в природе, т.е. к естественной системе организмов.

Ниже представлено положение насекомых в системе животного царства в настоящее время (Захваткин, 2001):

Империя – ядерные (Eucaryota)
Царство – животные (Zoa)
Подцарство – многоклеточные (Metazoa)
Раздел – двусторонне-симметричные (Bilateria)
Подраздел – первичноротые (Protostomia)
Тип – членистые (Articulata)
Надкласс Hexapoda (шестиногие) (по C. Gillot, 2005)
Класс – внутричелюстные (Entognata)
Класс – насекомые (Insecta)

Принадлежность насекомых к империи ядерных определяется тем, что клетки их тела имеют оформленные ядра с обособленными хромосомами и другие органеллы, облеченные двухслойными биологическими мембранами (митохондрии), они располагают специфическими формами репликации ДНК, транскрипции и трансляции генетической информации. Они отличаются от доядерных (Procaryota) формами клеточного деления (митоз, мейоз) и жизненными циклами, предполагающими развитие полового процесса и полового размножения. К империи Eucaryota относятся, кроме насекомых, растения, грибы, животные.

Насекомых как животных (царство Zoa) отличают гетеротрофность и положение в цепях питания на уровне потребителей (консументов), а также особые формы метаболизма и формирования конечных продуктов азотистого обмена наряду с такими характерными проявлениями активности, как поиск и овладение ресурсами существования и воспроизводства.

В подцарстве Metazoa насекомые характеризуются как многоклеточные существа со специфическим циклом воспроизводства с гаметическим мейозом и половым размножением, своеобразным онтогенезом, приводящим на ранних фазах дробления яйца к формированию большого числа однородных клеток, дифференцирующихся впоследствии более или менее синхронно.

Насекомые относятся к разделу двусторонне-симметричных из-за билатеральной (двусторонней) симметрии их тела. Ее возникновение обусловлено приобретением способности к сохранению ориентации организма в направлении поступательного движения. В соответствии с универсальным принципом Пьера Кюри билатеральная симметрия возникает всякий раз, когда два конца тела испытывают разные воздействия со стороны среды и сами несут по отношению к ней разные функции. Таким образом, дифференцируются передний (головной) и задний (хвостовой) концы тела, его верхняя (спинная), нижняя (брюшная) и зеркально симметричные правая и левая стороны. Активное поступательное движение требует участия мышц, которые развиваются из мезодермы – третьего зародышевого листка, поэтому их можно считать трехслойными. К Bilateria относятся также примитивные плоские черви, круглые черви.

В подразделе Protostomia насекомые являются наиболее совершенными первичноротыми из-за первичного рта развивающегося организма. Он сохраняется и становится ротовым отверстием сформированного животного, приобретающего анальное отверстие на противоположном конце тела в отличие от вторичноротых (млекопитающие), ротовое отверстие у которых образуется не изо рта зародыша, а возникает заново.

Категория типа предполагает общность плана строения всех его представителей и соответственно возможность их сравнения друг с другом.

Тип членистых объединяет членистоногих разных групп с кольчатыми червями, наиболее примитивные из которых рассматриваются в качестве исходных. Тело насекомого (и любого другого членистоногого) и тело кольчатого червя построено из гомологичных структур: предротового сегмента (акрона), большого числа более или менее однообразных сегментов туловища и заднего сегмента (тельсона).

Для всех членистоногих наиболее характерно развитие метамерии, сегментации тела. Пока не ясно, является ли метамерия результатом не доведенного до конца бесполого размножения, приспособлением к червеобразному движению, либо возникла по другим причинам. Но так или иначе, примитивные кольчатые черви, у которых общий план строения выражен наиболее полно, служат прототипом для членистоногих. В каждой группе членистоногих животных регистрируются сходные преобразования формы тела, которые сводятся к уменьшению (олигомеризации) и стабилизации числа сегментов, выделению сегментарных комплексов (тагм) – отделов тела (тагматизация) и пополнению переднего из них – головы (цефалон) – включением прилежащих сегментов туловища (цефализация). Своеобразие каждой группы различается по конечному числу сегментов тела, по составу выделяемых тагм, по последовательности дифференциации конечностей, т.е. сходные тенденции преобразования форм реализуются по-разному.

Например, у высших ракообразных грудной отдел сливается с головой в головогрудь, а конечности брюшного отдела либо редуцируются, либо преобразуются в половые придатки и структуры, не связанные с передвижением. У примитивных хелицеровых, например, у скорпионов, тело разделено на три отдела: просому, состоящую из семи сегментов, и 12-сегментную опистосому, подразделенную на два равных по числу сегментов отдела – мезосому и метасому. У пауков метасома

редуцируется, а у клещей все выделившиеся ранее отделы сливаются друг с другом без видимых границ. Наиболее примитивные представители этой группы членистоногих имеют совершенную голову, образованную слившимися с акроном пятью или шестью сегментами, и червеобразное туловище с одноветвистыми конечностями.

У насекомых произошло сокращение и стабилизация общего числа сегментов туловища и дифференциация в нем грудного и брюшного отделов, состоящих соответственно из трех и 11 сегментов. При этом конечности брюшных сегментов либо редуцируются, либо преобразуются в половые придатки и прочие образования, теряющие исходную функцию передвижения. У более совершенных насекомых редукции подвергаются и отдельные сегменты брюшка.

Однако ни древность происхождения, ни совершенство плана строения при всей важности и многозначительности этих свойств не обеспечили членистоногим других групп положения, сравнимого с положением насекомых.

Лабораторно-практическая работа 1

ЗНАКОМСТВО С ОСНОВНЫМИ ПРЕДСТАВИТЕЛЯМИ ЧЛЕНИСТОНОГИХ

О б о р у д о в а н и е и м а т е р и а л ы: чашки Петри, пинцеты, препаровальные иглы, 10–20-кратные лупы, микроскопы МБС-10, определительные таблицы.

О б ъ е к т ы и з у ч е н и я: рак, мокрица, скорпион, клещ, паук, кивсяк, жук, клоп из спиртового раствора в чашках Петри, другие представители членистоногих, смонтированные в коллекциях.

З а д а н и е:

1. Рассмотреть предложенные объекты и отметить в их строении признаки, характерные для членистоногих.
2. Определить принадлежность предложенных объектов к классам, пользуясь приведенной ниже определительной табл. 1.
3. После определения предложенных представителей членистоногих до класса можно сравнить их характеристики с данными табл. 2, привести примеры.
4. Зарисовать строение представителей отдельных классов.

Ход выполнения задания

Вначале целесообразно выбрать и рассмотреть с помощью лупы и бинокуляра наиболее крупных представителей членистоногих, затем более мелких. Необходимо обратить внимание на признаки, характерные для всех объектов: сегментацию тела, членистость и парность конечностей, ротовые части.

При определении основных представителей членистоногих по приведенной ниже табл. 1 до класса необходимо знать, что пункты 1, 2, 3 и т. д. – тезы, пункты в скобках (2), (3) и т. д. – антитезы.

Если признаки объекта соответствуют описанию первой тезы, то останавливаются на этом пункте, определяют и записывают в рабочую тетрадь приведенное наименование класса (русское и латинское). При несоответствии признаков рассматривают антитезу (в скобках). При дальнейшем определении в случае согласия с признаками останавливаются на тезе с наименованием класса изучаемого объекта или идут к следующему по порядку пункту (тезе), при несогласии снова выбирают антитезу и т. д.

Таблица 1. **Определение основных классов членистоногих (по взрослой фазе)**

1. (2). Тело состоит из головогруди и членистого брюшка. Голова несет две пары усиков (антенн), причем первая пара усиков двуветвистая или расщепленная, а вторая – простая. На других сегментах тела также расщепленные или двуветвистые конечности ……класс **Ракообразные – Crustacea**

Преимущественно водные формы, населяют моря и пресные водоемы, размеры варьируют от долей миллиметра до нескольких десятков сантиметров. Представители: речной рак, промысловый краб, дафния, циклоп. Из наземных форм известны мокрицы, питающиеся органическими остатками, грибницей, проростками растений. Часто вредят растениям закрытого грунта.

2. (1) На голове одна пара усиков или усики отсутствуют.

3. (4) Усики отсутствуют. Тело состоит из головогруди, несущей две пары ротовых придатков и четыре пары членистых ног, и брюшка, лишенного конечностей. Иногда брюшко слито с головогрудью……класс **Паукообразные – Arachnida**

Преимущественно обитатели суши. Многие имеют ядовитые органы (скорпионы, некоторые пауки), большинство являются хищниками (пауки, хищные клещи), вредителями растений (галловые, паутинные клещи), паразитами животных и человека (иксодовые

клещи, клещи краснотелки, зудни и др.). Многие клещи являются переносчиками опасных болезней растений, животных и человека. Полезная роль огромного количества почвенных клещей – участие в переработке растительных остатков.

4. (3) Усиков одна пара

5. (6) Тело состоит из головы и членистого туловища, все сегменты его снабжены членистыми конечностями. Ротовых придатков две или три пары класс **Многоножки – Myriapoda**

Ведут наземный образ жизни, обитают в почве в подстилке, под корнями и под корой пней и сухостойных деревьев. Двупарноногие многоножки (кивсяки), питающиеся растительными остатками, могут поедать живые корни и семена растений. Однопарноногие многоножки (костянка, землянка, сколопендра) исключительно хищники.

5. (5) Тело состоит из головы, груди, брюшка. Грудь состоит из трех сегментов, несет три пары ног, две или одну пару крыльев или их зачатков. Брюшко лишено ходильных конечностей. Ротовых придатков в большинстве случаев три пары……класс **Насекомые – Insecta**

После определения предложенных представителей членистоногих до класса можно сравнить их характеристики с данными табл. 2, привести примеры и зарисовать.

Таблица 2. **Сравнительная характеристика внешнего строения членистоногих**

Класс	Отделы тела	Количество пар ног	Количество пар антенн	Крылья
1	2	3	4	5
Ракообразные – Crustacea	Два: головогрудь и брюшко (у некоторых голова и туловище)	Пять и более	Две	Отсутствуют

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
Многоножки – Myriapoda	Два: голова и туловище	Много – одна или две на сегмент туловища	Одна	Отсутствуют
Паукообразные – Arachnida	Два: головогрудь и брюшко	Четыре	Нет	Отсутствуют
Насекомые – Insecta	Три: голова, грудь и брюшко	Три	Одна	Обычно имеются (две или одна пара, есть бескрылые формы)

Контрольные вопросы

1. Расскажите о мире насекомых и их роли в природе.
2. Положение насекомых в системе животного царства и общие тенденции в их эволюции с другими членистоногими животными.
3. Дайте краткий план строения представителей класса ракообразных.
4. Дайте краткий план строения представителей класса многоножек.
5. Дайте краткий план строения представителей класса паукообразных.
6. Дайте план строения представителей класса насекомых и сравните его с планом строения представителей других классов.

Тема 2. ОБЩИЙ ПЛАН СТРОЕНИЯ ТЕЛА НАСЕКОМОГО И ЭКЗОСКЕЛЕТ

Тело насекомых разделено на три отдела, или тагмы: голова (caput), грудь (thorax), брюшко (abdomen) (рис. 1).

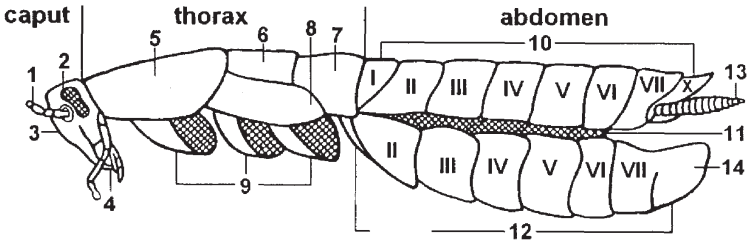


Рис. 1. Тело самки черного таракана сбоку (по Бей-Биенко, 1980):
caput – голова; thorax – грудь; abdomen – брюшко; 1 – усики, или антенны; 2 – фасеточные глаза; 3 – лоб; 4 – ротовой аппарат; 5 – переднегрудь; 6 – среднегрудь; 7 – заднегрудь; 8 – надкрылье; 9 – тазики; 10 – тергиты; 11–плейриты; 12 – стерниты; 13 – церки; 14 – лопасти, удерживающие оотеку

Голова представляет собой передний отдел тела насекомого. Обычно это плотная капсула (эпикраниум) со склеротизированной верхней частью, содержащей мозг, и мембранозной нижней стенкой, в которой расположено ротовое (оральное) отверстие. У современных насекомых голова утратила сегментацию. У предков насекомых, согласно теории Шолля – Ремпеля – Чёрча, она состояла из предкового акрона и шести туловищных сегментов: лабрального, антеннального, вставочного (интеркалярного), мандибулярного, максиллярного и нижнегубного, из конечностей которых впоследствии образовались усики и ротовые придатки.

В таком виде голова сохраняется у зародышей насекомых (рис. 2) и сильно изменяется у взрослых.

Голова – это рецепторный отдел, воспринимающий информацию из окружающей среды, а кроме того, в функции головы входит прием пищи.

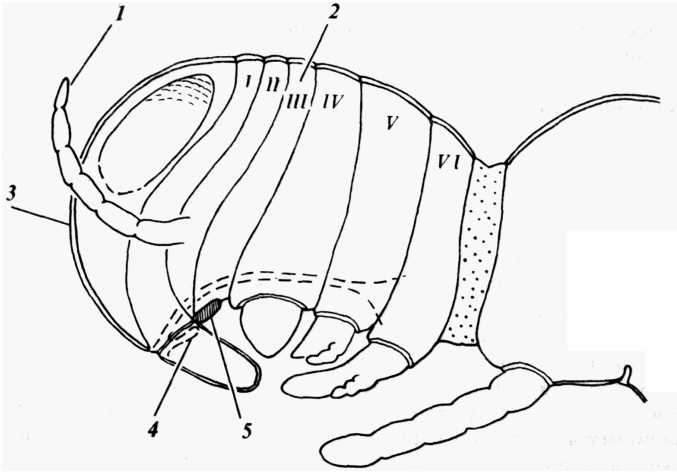


Рис. 2. Строение головы зародыша насекомого; показан предковый акрон и шесть туловищных сегментов (I–VI) (по Г. Россу и др., 1985):

1 – усик; 2 – вставочный сегмент; 3 – акрон; 4 – аподема верхней губы; 5 – вставочный придаток

Грудь и брюшко, напротив, сегментированы. В груди три сегмента. Количество видимых сегментов брюшка колеблется у разных насекомых от четырех до 11 (у примитивных насекомых). У насекомых в отличие от гипотетических предков членистоногих (кольчатых червей) сегментация тела вторичная. Первичная сегментация характеризуется тем, что каждый сегмент личинок отделен от другого углублением стенки тела или кольцами. Функционально кольца совпадают с местами прикрепления продольной внутрисегментной мускулатуры, обеспечивающей гибкость тела и относительно простые движения за счет сокращения и растяжения самих сегментов. Вторичная сегментация возникла с появлением жестких покровов, ограничивающих растяжение стенки тела. При вторичной сегментации в связи с исчезновением сплошного кожно-мускульного мешка продольная мускулатура крепится непосредственно к межсегментным складкам, образующим направленные

внутрь сильно склеротизированные выступы, или антекосты. Для того чтобы туловище сохраняло подвижность, впереди и позади антекост образуется гибкая сочленованная перепонка. Таким образом, различимые внешние границы между сегментами насекомого соответствуют вторичной сегментации, тогда как истинные границы между ними обозначены антекостами (рис. 3).

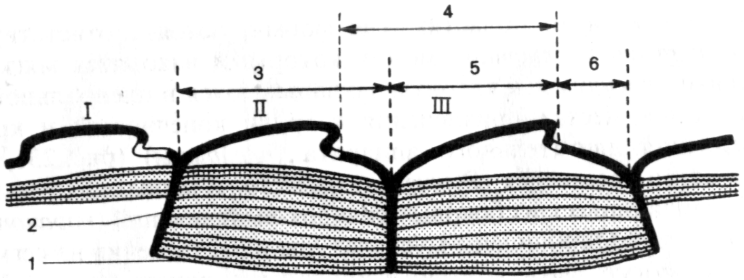


Рис. 3. Продольный разрез через дорсальную часть торакального сегмента (по Хадорну и Венеру, 1989):

I – проторакс; II – мезоторакс; III – метаторакс; 1 – продольная мускулатура; 2 –антекоста; 3 – первичная сегментация; 4 – вторичная сегментация; 5 – пронотум; 6 – постнотум

У неполовозрелых форм грудь слабо обособлена от других отделов и вместе с ними составляет однородный отдел – туловище.

Назначение и преобладающие функции отделов тела насекомого: голова – рецепторный отдел, принимающий пищу и информацию о внешней среде; грудь – локомоторный отдел, обеспечивающий перемещение организма в пространстве; брюшко – висцеральный отдел, вместилище внутренностей насекомого: кишечника, полового аппарата, жирового тела и прочих органов, осуществляющих метаболические процессы.

Снаружи тело насекомого покрыто плотной хитиновой оболочкой (кутикулой), которая является производной стенки тела и образует экзоскелет, или наружный скелет. Этим насе-

комые резко отличаются от позвоночных, у которых скелет внутренний. Экзоскелет придает жесткость телу насекомого и, подобно внутреннему скелету позвоночных, служит опорой для мышц. К экзоскелету прикрепляются основные мышцы, обеспечивающие целостность тела. Он также защищает внутренние органы от механических повреждений и препятствует излишнему испарению воды из организма.

Экзоскелет образован отдельными кутикулярными кольцами и пластинами, соединенными тонкой мембраной. Кутикулярные кольца образуют сегменты, а пластины – склериты. Экзоскелет обладает гибкостью, упругостью, растяжимостью в промежутках между линьками, что дает возможность для роста тела.

Склеритами нередко называют крупные части кутикулярного кольца – тергиты, стерниты, плейриты, а также более мелкие, особенно жесткие участки покровов насекомых. Мембраны между ними обеспечивают подвижность тела, например, растяжение брюшка в продольном или поперечном направлениях. С помощью мембран со стенкой тела соединяются ноги и членики ног между собой. Главные склериты разделяются между собой участками или полосками мембраны. Многие крупные склериты могут подразделяться на дополнительные бороздами или новыми полосками мембраны. Склериты могут также сливаться. В месте слияния склеритов остается отчетливая линия, борозда или морщина. Эти границы между склеритами – полоски мембраны, борозды, линии слияния – называют швами. Термин «склерит» обычно употребляется для обозначения любого склеротизированного участка покрова, ограниченного швами любого типа.

Снаружи экзоскелет несет различного рода выросты: складки, шипы, щетинки, чешуйки, волоски. Они представляют собой производные стенки тела. Выросты экзоскелета имеют огромное функциональное значение, например при

испускании звука или восприятии различного типа раздражителей.

Экзоскелет образует многочисленные внутренние выросты, которые называются аподемами. Точка или линия их впячивания почти всегда видна снаружи в виде ямки или бороздки. Эти углубления позволяют определить, из каких именно склеритов образованы аподемы. Аподемы создают внутри тела поверхности, служащие для прикрепления мышц.

При изучении морфологии важно различать стороны тела и придатков:

а) передняя часть – несущая голову или часть тела, расположенная ближе к головному концу;

б) задняя часть – несущая хвостовые придатки или часть тела, расположенная ближе к заднему концу;

в) дорсальная сторона – спинная (верхняя) сторона тела или его часть;

г) вентральная сторона – брюшная (нижняя) сторона тела или его часть;

д) латеральная сторона – боковая сторона тела или его придатков;

е) базальная (проксимальная) часть – основание у придатков тела или выростов, точка или область прикрепления придатков;

ж) апикальная (дистальная) часть – вершина или часть придатков, наиболее удаленная от основания.

Лабораторно-практическая работа 2

НАРУЖНОЕ СТРОЕНИЕ ТЕЛА НАСЕКОМЫХ

О б о р у д о в а н и е и м а т е р и а л ы: микроскопы МБС-10, лупы с 10- и 20-кратным увеличением, пинцеты, ножницы, препаровальные иглы, препаровальные ванночки, чашки Петри, предметные стекла, энтомологические иглы, нарезанные листочки фильтровальной бумаги, учебный и иллюстративный материал.

О б ъ е к т ы и з у ч е н и я: майские жуки, кузнечики, саранчовые из спиртового раствора, другие представители класса насекомых в коллекциях.

З а д а н и е:

1. Рассмотреть наружные покровы тела насекомых.
2. Рассмотреть и выделить основные отделы тела, сегменты груди.
3. Рассмотреть особенности строения отделов тела, их придатки.
4. Обнаружив границы между отделами, сегментами, расчленить насекомое при помощи препаровальных игл и пинцета.
5. Разложить части тела насекомого на листочках фильтровальной бумаги, схематично зарисовать их строение.

Ход выполнения задания

Прежде чем начать расчленение майского жука, нужно убедиться, что наружные покровы жука твердые, если их потрогать или проколоть иглой. Тело построено по двубоковой симметрии, т.е. если мысленно разделить его вдоль посередине плоскостью, то правая его половина будет как бы зеркальным отражением левой. При внимательном осмотре насекомого со всех сторон (с боков и снизу) видно, что тело разделено на серию члеников, или сегментов. Последние явственно объ-

единены в три отдела тела: голову, грудь и брюшко, каждый из этих отделов несет различного рода придатки.

Необходимо при осмотре отметить, что голова несет ротовые органы и одну пару усиков, сложные глаза; грудной отдел состоит из трех сегментов, несущих снизу по паре членистых ног, а сверху, на втором и третьем сегментах, прикреплены две пары различных по консистенции крыльев. Брюшко начинается позади места прикрепления задних ног, оно состоит из более или менее сходных сегментов и лишено ног. Можно подсчитать количество брюшных сегментов, отметить наличие или присутствие придатков брюшка.

После общего осмотра насекомое помещают в препаровальную ванночку и отчленяют препаровальными иглами или пинцетом голову от груди, а затем грудь от брюшка.

При расчленении жука сначала с помощью препаровальной иглы подцепляют и отделяют голову. Затем последовательно отделяют переднегрудь с первой парой ног, среднегрудь со второй парой ног и первой парой крыльев, заднегрудь с третьей парой ног и второй парой крыльев. Чтобы отделить среднегрудь с парой ног и парой крыльев, вначале необходимо развести плотные надкрылья жука, затем осторожно просунуть под щиток среднегруди между надкрыльями препаровальную иглу и слегка раскачать его с двух сторон. Такую же операцию проводят с брюшной стороны тела, просовывая иглу на границе между средне- и заднегрудью сразу за основанием второй пары ног. После этого сегмент среднегруди легко снимается, если отделить его от тела движением иглы от одного бочка к другому.

Разложить отчлененные отделы, сегменты груди жука на листочках фильтровальной бумаги или на предметных стеклах, зарисовать схему строения.

Для сравнения можно расчленить саранчу или кузнечика. Голова у них отделяется легко с помощью препаровальных игл.

Грудь, несущая все три пары ног, сочленена с брюшком более плотно и отчленяется от него только при некотором усилии. Предварительно надо раздвинуть обе пары крыльев, закрывающих сверху место сочленения груди и брюшка. Отчлененные части – голову, грудь, брюшко нужно расположить на листочке, зарисовать, сравнить с расчлененным майским жуком. Удачно расчлененных насекомых можно использовать для изготовления постоянных препаратов.

Контрольные вопросы

1. Какую роль выполняет экзоскелет в жизни насекомых?
2. Назовите основные отделы (тагмы) тела насекомых, их придатки.
3. Назовите придатки передне-, средне- и заднегруди.

Тема 3. СТРОЕНИЕ ГОЛОВЫ И ЕЕ ПРИДАТКОВ

Снизу головной капсулы располагается ротовое отверстие, окруженное наружными придатками – ротовым аппаратом (trophy) (рис. 4). Сзади голова сочленяется с грудью. Сверху на голове располагается одна пара усиков (antennae), одна пара сложных глаз (oculi), от одного до трех простых глазков (ocelli). Сзади головной капсулы расположено затылочное отверстие, где проходят пищевод, протоки слюнных желез, аорта, трахеи.

Поверхность головной капсулы разделена швами на отдельные участки. Верхнюю часть головной капсулы называют теменем (vertex), оно разделено теменным (эпикраниальным) швом на две половины. Спереди он переходит в два лобных шва, ограничивающих треугольник лба. Снаружи от лобных швов располагаются щеки (genae), которые без видимых границ переходят в темя. Сзади темя ограничено затылочным швом. Позади него на уровне щек находятся защеки (subgenae), на уровне темени – затылок (occiput). За ними проходит задне-

затылочный шов и зазатылок (postocciput – узкий кольцеобразный склерит с затылочными мыщелками). Нижней границей лба, щек и защек является шов, участки которого называются эпистомальным, субгенальным и гипостомальным швами соответственно. Внизу находится горло (gula), по бокам – виски (tempora).

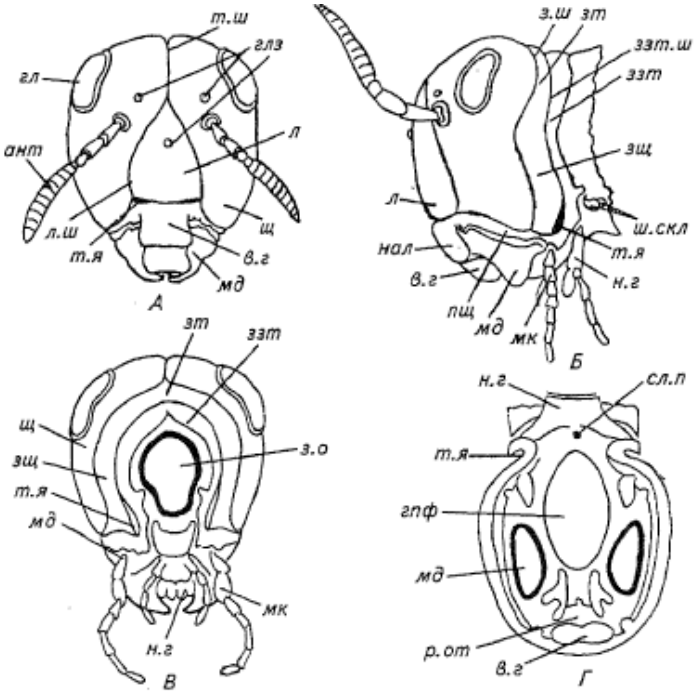


Рис. 4. Схема строения головы насекомых спереди *(А)*, сбоку *(Б)*, сзади *(В)* и снизу *(Г)* (по Захваткину, 2001):

гл – глаза; *ант* – антенны; *ш* – глазки; *в. г* – верхняя губа; *мд* – мандибулы; *мк* – максиллы; *н. г* – нижняя губа; *т. ш* – теменной шов; *лш* – лобные швы; *л* – лоб; *нал* – наличник; *щ* – щеки; *пщ* – подщеки; *зщ* – защеки; з*т* – затылок; з*зт* – заднезатылок; *з.о* – затылочное отверстие; *р.от* – ротовое отверстие; *т. я* – тенториальные ямки; *гпф* – гипофаринкс; *з.ш* – затылочный шов; *ззт.ш* – заднезатылочный шов; *ш.скл* – шейные склериты; *сл.п* – отверстие слюнного протока

У нижней границы лба и над основаниями нижних челюстей располагаются структуры, называемые тенториальными ямками. Это впячивания покровов, которые проникают внутрь головной капсулы и формируют ее внутренний скелет – тенторий (tentorium). Внутренний скелет, слияние головных сегментов и их хитиновых пластинок обеспечивают особую прочность головной капсулы.

Различают три типа постановки головы насекомых относительно продольной оси тела (рис. 5):

а) гипогнатический тип – ротовые части направлены вниз, это исходный тип, присущий растительноядным формам;

б) прогнатический тип – ротовые части направлены вперед, присущ хищным формам;

в) опистогнатический тип – ротовые части направлены вниз и сильно приближены к ногам, присущ такой тип ротового аппарата формам, питающимся растительными соками.

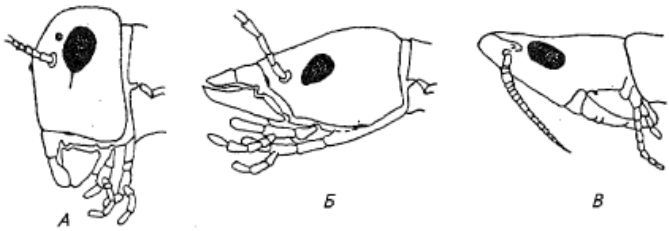


Рис. 5. Различные типы постановки головы насекомых (по Шванвичу, 1949):

А – гипогнатический; Б – прогнатический; В – опистогнатический

Придатки головы. К придаткам головы относятся глаза, усики и ротовые органы насекомых.

Органы зрения. Насекомые на стадии имаго имеют одну пару сложных глаз. Они расположены по бокам головы (рис. 6 А). Сложные глаза состоят из фасеток, которые окружены утолщениями кутикулы – склеритами. У некоторых видов

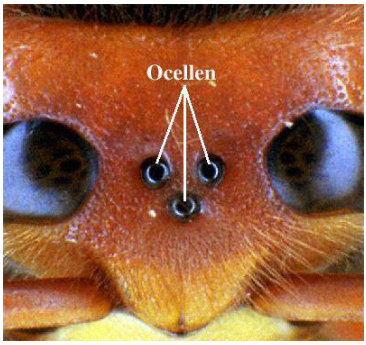
(стрекоз, мух) количество фасеток может достигать 25–30 тыс., в связи с чем они занимают почти всю поверхность головы. Фасеточные глаза свойственны также личинкам насекомых с неполным превращением.

Кроме сложных глаз, у некоторых насекомых имеются простые дорсальные глазки (ocellen) в количестве от одного до трех (см. рис. 6 Б). Например, у саранчовых простые глазки в виде маленьких выпуклых образований расположенны на лбу: один глазок посередине лба, а два других вблизи усиковых впадин.

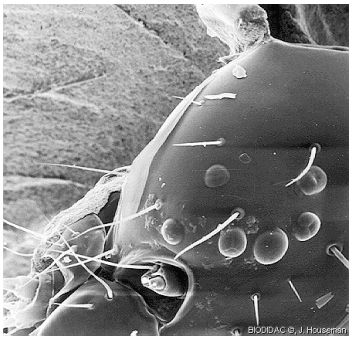
У неполовозрелых форм (гусениц) глаза состоят из одной – шести фасеток, называемых стеммами. Группа стемм составляет окуларий (см. рис. 6 В).



А



Б



В

Рис. 6. Глаза насекомых:

А – сложные глаза на голове стрекозы; Б – простые дорсальные глазки; В – стеммы на голове гусеницы

Антенны. Антенны, или усики (сяжки), – сегментированные придатки, которые выполняют в основном функции обоняния и осязания. Они чувствительны к химическим, механическим раздражителям, температуре и влажности. На усиках (на втором членике) расположен Джонстонов орган, предназначенный для восприятия звуковых и ударных волн в воздушной и водной средах. Иногда усики принимают на себя казалось бы несвойственные им функции, например обеспечение дыхания и удержание добычи (жуки и личинки водолюбов) или органов равновесия (клопы-гладыши).

Типичное насекомое имеет одну пару усиков. Усики личинок отличны по своему строению от антенн взрослых насекомых. У имаго усики подвергаются половому диморфизму, т.е. у самок и самцов они могут различаться по внешнему виду. Усики отсутствуют у первичнобескрылых протур, или бессяжковых, и сильно уменьшены (до небольших бугорков или дисков) у личинок мух и некоторых перепончатокрылых, а также у самок веерокрылых и бабочек-мешочниц.

У большинства насекомых форма усиков удлиненная и цилиндрическая. Хотя бывают также перистые, пластинчатые или гребенчатые усики. Положение антенн, их размеры и форма весьма изменчивы у разных видов. Обычно антенны располагаются в неглубокой антеннальной ямке на темени, вблизи глаз или верхних челюстей насекомого и состоят из основного членика – рукоятки (scapus), ножки (pedicellum), и многочленикового жгутика (flagellum) (рис. 7). Подвижность основного членика обеспечивается одной или двумя парами мышц, связанных с головой, однако он имеет и собственную мускулатуру, управляющую движениями ножки и жгутика, членики которого обычно лишены мышц. Лишь у некоторых наиболее примитивных насекомых членики жгутика снабжены собственными мыш-

цами и способны к самостоятельным движениям. Движение жгутика может также происходить за счет изменения внутри него давления гемолимфы. У большинства насекомых ток гемолимфы в усике осуществляется за счет сокращения мышечной капсулы (антеннального сердца), расположенной у основания усика. В усиках проходят трахеи и нервы. Последние заканчиваются в среднем отделе головного мозга, или дейтоцеребруме.

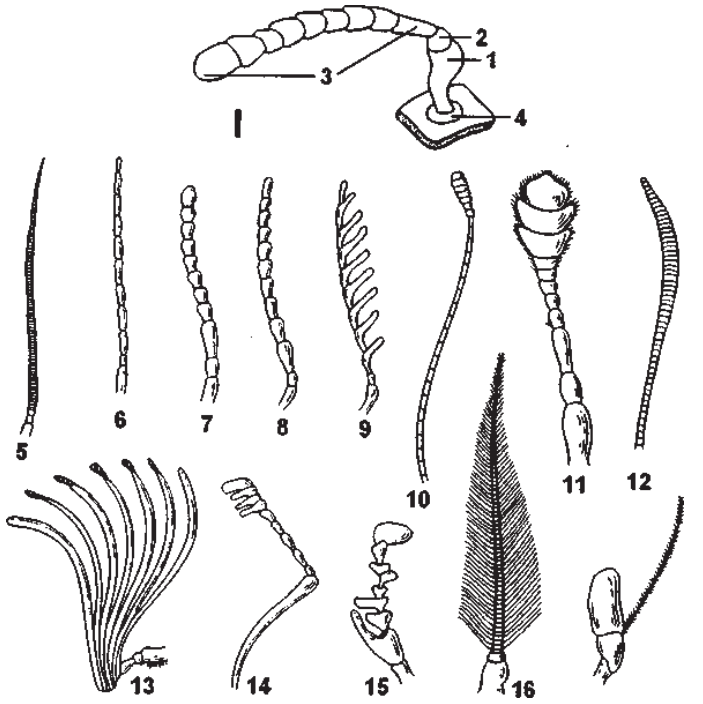


Рис. 7. Строение и типы антенн насекомых (по Бей-Биенко, 1980):

А – строение антенн: 1 – основной членик, или базальный членик, или рукоятка, или скапус; 2 – ножка, или педицелл; 3 – жгутик, начинается с 3-го членика; 4 – усиковая впадина; Б – типы антенн (antennae): 5 – щетинковидный; 6 – нитевидный; 7 – четковидный; 8 – пиловидный; 9 – гребенчатый; 10 – булавовидный; 11 – головчатый; 12 – веретеновидный; 13 – пластинчатый; 14 – коленчатый; 15 – неправильный; 16 – перистый; 17 – щетинконосный

Нередко строение антенн используется в определении насекомых. Поэтому в практической систематике существуют специальные обозначения для разных их типов. Ниже дана характеристика типов усиков и приведены примеры насекомых, имеющих соответствующие типы антенн.

Щетинковидные усики у таракана, кузнечика, сверчка, медведки – членики цилиндрической формы, тонкие, более или менее одинаковые, постепенно суживающиеся. От основания к вершине усики явственно заостряются.

Нитевидные усики у саранчовых, бабочек пядениц, у совок, огневок, хлебной жужелицы – все членики более или менее одинаковой толщины, цилиндрические, иногда могут быть слегка сплюснутыми, первые три членика могут быть несколько утолщены.

Четковидные усики у колорадского жука, у жуков-чернотелок, термитов – состоят из хорошо обособленных коротких и толстых члеников с закругленными краями и напоминают связку бус. Основания члеников сужены так, что членики представляются отделенными один от другого заметными перетяжками.

Пиловидные усики у жуков-щелкунов, златок – членики, составляющие усик, имеют оттянутый верхний угол и в совокупности напоминают зубья пилы.

Гребенчатые усики у жуков-щелкунов из рода *Corymbites*, озимой совки – каждый членик имеет длинный отросток, отростки образуют гребень.

Булавовидные усики у бабочек белянок, нимфалид – несколько вершинных члеников утолщены и составляют булаву.

Пластинчато-булавовидные антенны у пластинчатоусых жуков (майский жук) – булава состоит из пластинок в виде веера.

Головчатые усики у жуков мертвоедов – булава резко отделена от остальных члеников жгутика.

Веретеновидные усики утолщены в срединной части и сужены к основанию и вершине (у бабочек-бражников).

Перистые усики – каждый членик усика имеет двусторонние выросты, уменьшающиеся от основного членика к вершине, усик напоминает перо птицы (бабочки-шелкопряды, комары).

Щетинконосные усики у домашней мухи и других двукрылых – состоят из трех коротких и широких члеников различной формы, на последнем членике сбоку или на вершине имеется щетинка (ариста), которая иногда может быть перистой.

Достаточно редко встречаются у насекомых *коленчатые усики*, например, у жуков семейства рогачей, и *неправильные усики* у некоторых видов мягкотелок. Неправильные усики бывают различной формы, иногда с причудливыми выростами (у некоторых жуков-нарывников).

У отдельных видов насекомых антенны у самцов развиты сильнее, чем у самок, что связывают с необходимостью активного поиска последних, ведущих менее подвижный образ жизни. Различия в длине и форме усиков у разных насекомых используются в диагностике и систематике.

Ротовой аппарат. Ротовые органы также являются придатками сегментов головы. В зависимости от способов питания у насекомых различают несколько типов ротовых аппаратов. Характеризуясь широчайшим разнообразием вариантов, исходным и наиболее полным по набору частей является *г р ы з у щ и й ротовой аппарат*, свойственный прямокрылым (Orthoptera) и многим другим относительно примитивным представителям класса.

Насекомые с грызущими ротовыми органами (тараканы, прямокрылые, богомоловые, стрекозы, жуки, сетчатокрылые,

муравьи, пилильщики, личинки жуков, гусеницы бабочек и др.) приспособлены для приема твердой пищи, требующей раздробления, отрывания кусков, измельчения.

Грызущий ротовой аппарат, по-видимому, следует считать первичным. Подобный тип ротового аппарата свойственен низшим трахейным: многоножкам и энтогнатным, или внутричелюстным (коллембол, протурам и диплурам). Грызущий ротовой аппарат имеется также у личинок насекомых с полным превращением, что является дополнительным онтогенетическим доказательством его примитивности.

Важными частями ротового аппарата являются нижняя губа (labium), нижние (maxillae) и верхние челюсти (mandibulae), они составляют челюстной отдел головы (gnathocephalon) (рис. 8).

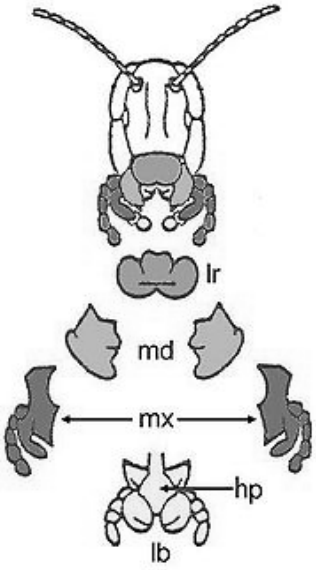


Рис. 8. Схема строения грызущего аппарата прямокрылых:
lr – верхняя губа; md – верхние челюсти; mx – нижние челюсти;
hp – подглоточник; lb – нижняя губа

Сверху они прикрыты верхней губой, образующей переднюю стенку ротовой полости (epipharinx), несущей лопасти с чувствительными щетинками (органы вкуса). Верхняя губа (labrum), хотя эмбрионально развивается из парных зачатков, считается либо новообразованием, либо преобразованными придатками акрона, и у личинок и взрослых насекомых представляет собой кожную складку в виде непарной и нерасчлененной пластинки. У личинок жуков, прокладывающих ходы направленной вперед головой, верхняя губа часто редуцирована (личинки щелкунов, жужелицы).

Верхние челюсти (мандибулы, или жвалы) – одночлениковые органы с зубцами, выполняющие функцию удержания добычи, откусывания кусочков пищи, проделывания ходов.

Щупики на мандибулах отсутствуют. К головной капсуле они прикрепляются в двух точках, что обеспечивает более мощное разводящее или смыкающее движение мандибул. По форме мандибул бывает довольно легко установить, какой пищей питаются насекомые. Так, у потребителей растительной пищи поверхность вершин мандибул широкая, зазубренная, приспособленная к отрыванию твердых тканей, а в основной своей части (коренной, или молярной) с ребрами и бороздами для перетирания пищи – полная аналогия резцам и коренным зубам травоядных млекопитающих. Такие жвалы присущи саранчовым, гусеницам чешуекрылых, многим жукам. У хищников, таких как жуки-скакуны, личинки златоглазки и др., жвалы серповидно изогнутые, с острыми концами (рис. 9). Такие жвалы аналогичны клыкам хищных млекопитающих, приспособленных к пронзанию тела добычи и его разрыванию.

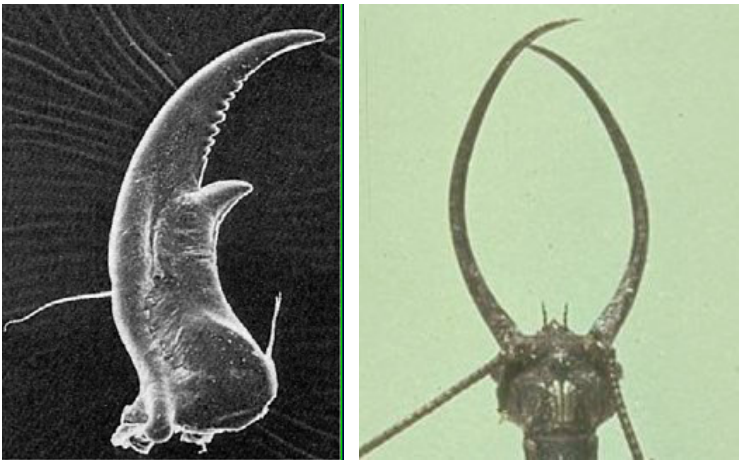


Рис. 9. Верхние челюсти хищных насекомых

Так характер пищи накладывает отпечаток на строение верхних челюстей, играющих наиболее ответственную роль в грызущем ротовом аппарате. Мандибулы бывают очень прочными. Известны случаи, когда личинки земляных усачей повреждали своими мандибулами свинцовую оболочку подземного электрического кабеля, а жуки-короеды, точильщики и термиты легко прокладывают ходы в твердой древесине дуба. У хищных личинок жуков-плавунцов, златоглазок, муравьиных львов серповидные мандибулы служат не только для прокалывания добычи. В каждой мандибуле у них есть желобок, через который личинки вначале вводят пищеварительные соки в тело жертвы, а затем, когда внутри тела схваченного животного белки его мышц разжижаются и перевариваются впрыснутыми ферментами, всасывают получающуюся переваренную кашицу через эти же каналы.

Нижние челюсти (максиллы) более сложные по строению. У насекомых с грызущим ротовым аппаратом они представлены членистыми образованиями.

Максиллы прикрепляются в одной точке к основанию головной капсулы основным члеником, или кардо (cardo), представляющим треугольной формы склерит (рис. 10). От кардо отходит центральная часть – стволик (stipes), служащий основой для других элементов максилл. На стволике находятся наружная (galea) и внутренняя (lacinia) жевательные лопасти. Наружная жевательная лопасть представлена в виде чувствительной

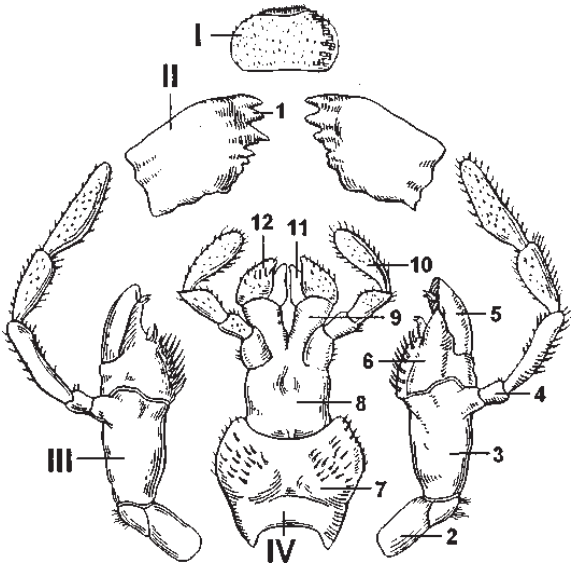


Рис. 10. Грызущий ротовой аппарат тараканових (по Бей-Биенко, 1980):

I – верхняя губа; II – верхние челюсти, или жвалы, или мандибулы; III – нижние челюсти, или максиллы I; IV – нижняя губа; 1 – режущий край мандибулы; 2 – кардо, или основной членик, или 1-й членик максилл, или нижних челюстей; 3 – стипес, или стволик, или 2-й членик максилл, или нижних челюстей; 4 – нижнечелюстной щупик; 5 – галеа, или наружная жевательная лопасть максилл, или нижних челюстей; 6 – лациния, или внутренняя жевательная лопасть максилл, или нижних челюстей; 7 – субментум, или подподбородок, он соответствует слившимся кардо максилл I; 8 – ментум, или ложный подбородок; 9 – прементум, или предподбородок; 10 – нижнегубные щупики; 11 – глоссы, или язычки, они соответствуют лациниям максилл I; 12 – параглоссы, или придаточные язычки, они соответствуют галеям максилл I

подушечки и несет венчик сенсорных органов. Внутренняя лопасть причленяется к вершине стволика, имеет мандибулоподобную форму и имеет ряд шипов или зубцов по внутреннему краю. От стволика отходит пятичленниковый щупик (palpi maxillaris). Жевательные лопасти служат для перетирания пищи. Вторая пара максилл срастается по срединной линии и образует нижнюю губу. Она состоит из основания, или заднеподбородка (postmentum), и предподбородка (praementum).

У прямокрылых предподбородок разделяется швом на две части: подподбородок (submentum) и подбородок (mentum). У многих насекомых, исключая таракановых и представителей близких к ним групп, ментум (mentum) и субментум (submentum) объединяются в постментум (postmentum), или заднеподбородок. Предподбородок несет две пары жевательных лопастей: внутреннюю (glossae), или язычок, и наружную (paraglossae), которая соответствует галеям максилл. У перепончатокрылых насекомых глоссы срастаются и образуют простой язычок (alaglossae). При срастании наружной и внутренней лопастей образуется сложный язычок (totoglossae). Нижняя губа образована второй парой нижних челюстей, или максилл II (maxillae II), слившихся по срединной линии своими основными члениками и частично стипесами, вследствие чего нижняя губа превратилась в функционально непарный орган.

Ротовые придатки замыкают предротовую, или преоральную полость. В нее вдается языкообразный орган – подглоточник (hypopharinx), разделяющий предротовую полость на две части. В переднюю часть (cibarium) открывается ротовое отверстие и глотка, в заднюю (solvarium) –протоки слюнных желез (рис.11).

Грызущий ротовой аппарат служит основой для всевозможных модификаций, из которых ближе всех к прототипу

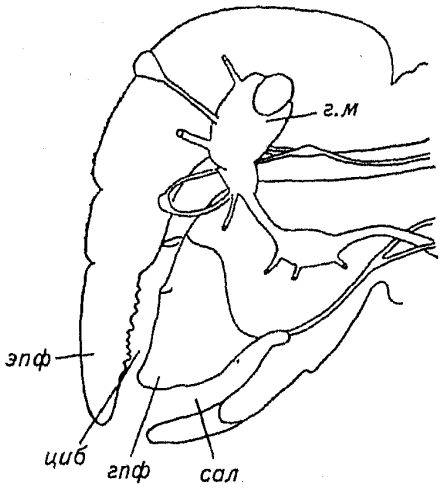


Рис. 11. Голова насекомого в разрезе (по Шванвичу, 1949):
г.м – головной мозг; *эпф* – эпифаринкс, или надглоточник; *циб* – цибариум; *гпф* – гипофаринкс, или подглоточник; *сал* – саливариум

грызуще-лижущий ротовой аппарат перепончатокрылых, сформированный путем сокращения одних компонентов и усиления других. При этом в наименьшей мере изменились верхняя губа и мандибулы, принявшие вид узких лопаточек (рис. 12). С их помощью насекомые строят гнезда и соты, захватывают добычу. Максиллы имеют стержневидный основной членик, сочлененный с краем головной капсулы и сильно измененный стволик, несущий рудимент нижнечелюстного щупика. Особенно удлинены галеа, тогда как лацинии образуют мягкие створки у основания хоботка. Из компонентов нижней губы сохраняются субментум, образующий вилочку с расположенным в ней треугольным подбородком, и прементум в виде пластинки с причлененными у ее вершины длинными нижнечелюстными щупиками, короткими параглоссами и тонкими, сросшимися друг с другом глоссами. Таким образом, сохраняя все структуры грызущего ротового аппарата, формируется хоботок, дном

которого служит прементум, а боковыми стенками – стволик и галеа максилл. Хоботок служит для проникновения в нектарники цветков. Насекомые с грызуще-лижущим ротовым аппаратом приспособились к питанию жидкой пищей без прокола покровов и тканей.

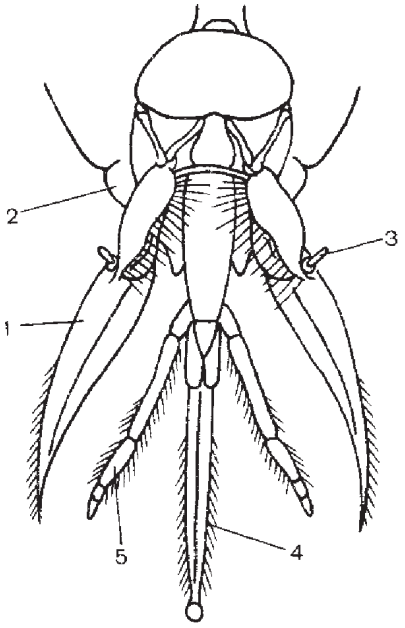


Рис. 12. Грызуще-лижущий ротовой аппарат перепончатокрылых (по Gillot, 1980):

1 – максиллы; 2 – мандибулы; 3 – максиллярный щупик; 4 – глоссы; 5 – нижнегубной щупик

Приспособление ряда групп насекомых к питанию исключительно жидкой пищей привело к существенным изменениям исходного типа ротового аппарата.

Так, у клопов, комаров, цикад, тлей, кокцид и щитовок для принятия жидкой пищи ротовой аппарат преобразовался в *колюще-сосущий хоботок*. Части ротового аппарата удлинились и превратились в тонкие стилеты, которые при складывании

образуют иглу для прокалывания субстрата. Игла вкладывается в желобок нижней губы (футляр).

У комаров колюще-сосущий ротовой аппарат состоит из шести стилетов, которые образованы верхней губой, верхними и нижними челюстями и гипофаринксом. Нижние щетинки (максиллы) на концах имеют зубчики, служащие для пропиливания кожи (рис. 13). Верхняя губа особенно прочная и служит опорой для других стилетов, кроме этого, она предназначена для проведения пищи, а более тонкий гипофаринкс – для проведения слюны. Комар лабеллумами нижней губы отыскивает подходящую для питания точку и колющими иглами прокалывает кожу. Нижняя губа при этом дугообразно изгибается. В ранку по каналу подглоточника нагнетается слюна, а по каналу, образованному верхней губой, всасывается кровь.

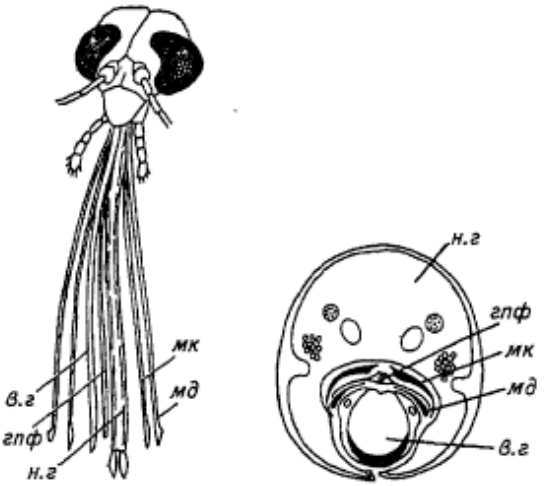


Рис. 13. Колюще-сосущий аппарат комаров (по Шванвичу, 1949) и поперечный срез через хоботок (по Weber, 1966):

в.г – верхняя губа; *мд* – мандибула; *мк* – максилла; *н.г* – нижняя губа; *гпф* – гипофаринкс

В отличие от комаров колюще-сосущий ротовой аппарат остальных насекомых образован только верхними и нижними челюстями. При складывании они образуют два канала: верхний для всасывания пищи, нижний – для выведения слюны. У клопов и близких к ним равнокрылых нижняя губа членистая и служит для упора при прокалывании субстрата (рис. 14, 15).

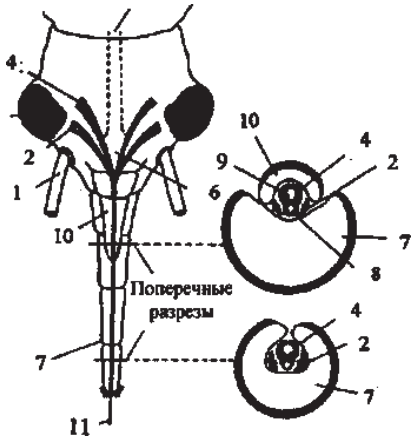


Рис. 14. Схема колюще-сосущих ротовых органов у полужесткокрылых:

1 – антенна; 2 – мандибулы; 3 – глазки; 4 – максиллы; 5 – глотка; 6 – слюнный насос; 7 – нижняя губа; 8 – слюнная трубочка; 9 – всасывающая трубочка; 10 – верхняя губа; 11 – стилет



Рис. 15. Прокалывание клопом субстрата (хорошо видна членистая нижняя губа)

Своеобразно устроен колюще-сосущий ротовой аппарат у трипсов (рис.16).

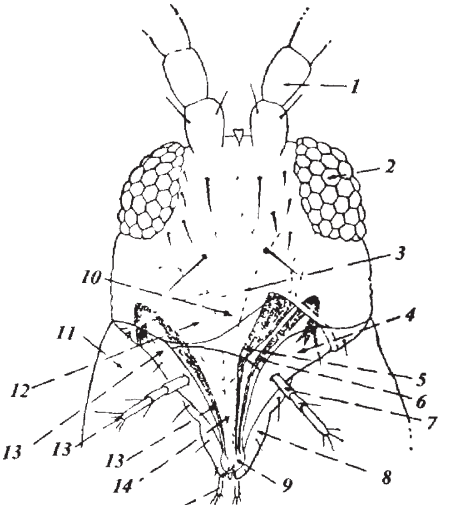


Рис.16. Ротовые органы цветочного трипса *Frankliniella tritici* (по Г. Россу и др., 1985):

1 – антенна; 2 – сложный глаз; 3 – хитиновый тяж, проходящий под лбом; 4 – максиллярный стилет; 5 – левая мандибула; 6 – максиллярный стилет; 7 – максиллярный щупик; 8 – нижняя губа; 9 – верхняя губа; 10 – мышцы гипофаринкса; 11 – переднегрудь; 12 – наличник; 13 – правая максилла; 14 – гипофаринкс; 15 – нижнегубной щупик

У этих насекомых верхняя и нижняя губа срастаются и образуют конус. Внутри конуса находятся стилеты – парные максиллы и одна левая мандибула.

У вшей, которые питаются кровью теплокровных животных, ротовой конус образован нижней губой с крючьями на конце (рис. 17). Под гипофаринксом расположен мешок со стилетами, образованными мандибулами. Стилеты образуют трубку, через которую насекомые всасывают кровь. Помогают этому сильно развитые мышцы, прикрепляемые к стенкам глотки (глоточный насос).

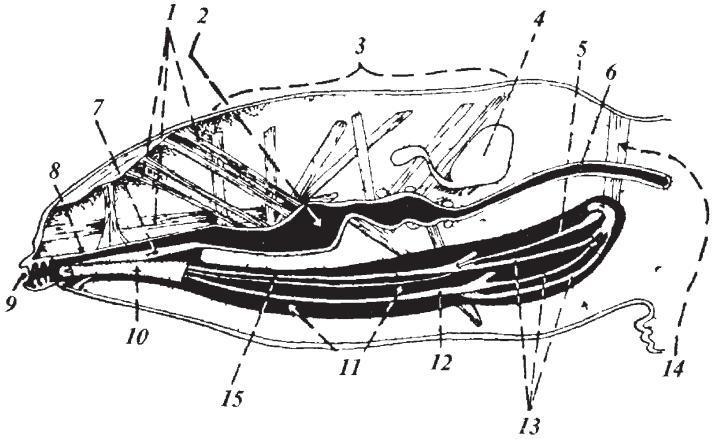


Рис. 17. Голова и ротовые органы вши *Pediculus humanus* (по Г. Россу и др., 1985):

1 – мышцы – протракторы ротового аппарата; 2 – глотка; 3 – мышцы – расширители глотки; 4 – мозг; 5 – проток слюнной железы; 6 – пищевод; 7 – глоточная сосущая трубка; 8 – ротовая воронка; 9 – ротовые крючья; 10 – трубка мешка; 11 – мешок со стилетами; 12 – вентральный стилет; 13 – левые отвилки стилетов; 14 – мышцы, втягивающие мешок со стилетами; 15 – дорсальный стилет и лежащий под ним проток слюнной железы

Ротовой аппарат чешуекрылых представлен сосущим хоботком, состоящим из пары плотно примыкающих друг к другу галеа нижних челюстей, каждая из которых образует желобок (рис. 18, 19). Внутренние поверхности желобков формируют трубку для засасывания нектара. В покоящемся состоянии хоботок свернут в спираль и спрятан под головой. Он разворачивается за счет нагнетания жидкости в полости нижних челюстей, соединенных с полостью тела. Остальные части ротового аппарата атрофированы: мандибулы незаметны, а верхняя губа лишь прикрывает основание хоботка. Нижняя губа представляет собой небольшую пластинку с трехчлениковыми щупиками.

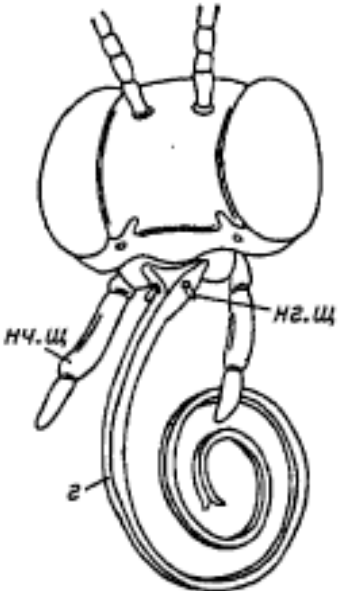


Рис. 18. Сосущий ротовой аппарат чешуекрылых
(по Шванвичу, цит. по Захваткину, 2001):
нч.щ – нижнечелюстной щупик; *нг.щ* – нижнегубной щупик; *г* – галеа



Рис. 19. Хоботок чешуекрылого в развернутом состоянии

Наиболее своеобразен и универсален ротовой аппарат высших двукрылых, носящий название *мускоидного,* или *лижущего* (рис. 20). Особенностью его строения является то, что разросшиеся края головной капсулы, наличник, нижнечелюстные щупики и максиллярный склерит образуют конус (рострум), нижняя губа образует хоботок (гаустеллум) с псевдотрахеями, вместе сросшиеся верхняя губа, гипофаринкс и нижнегубные щупики образуют сосальца (лабеллумы). Рострум, гаустеллум и лабеллумы подвижно сочленены друг с другом. Хоботок пронизан многочисленными тонкими канальцами.

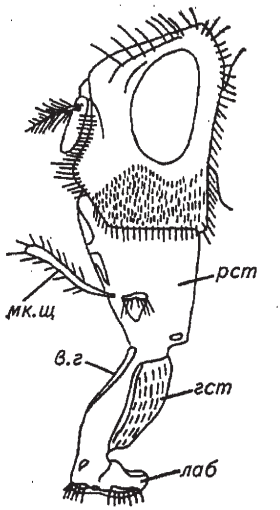


Рис. 20. Мускоидный (лижущий) ротовой аппарат высших двукрылых (по Шванвичу, 1949):

в.г – верхняя губа; *мк.щ* – максиллярные щупики; *рст* – рострум; *гст* – гаустеллум; *лаб* – лабеллум

Хотя мускоидный ротовой аппарат предназначен в основном для принятия жидкой пищи и фильтрации полужидкой, с помощью его высшие двукрылые могут использовать и твердые пищевые субстраты. Для этого лабеллумы выворачива-

ются и обнажают крепкие зубцы, расположенные по краям центрального отверстия и служащие для дробления субстрата (рис. 21). Перед всасыванием твердые частицы разжижаются слюной.

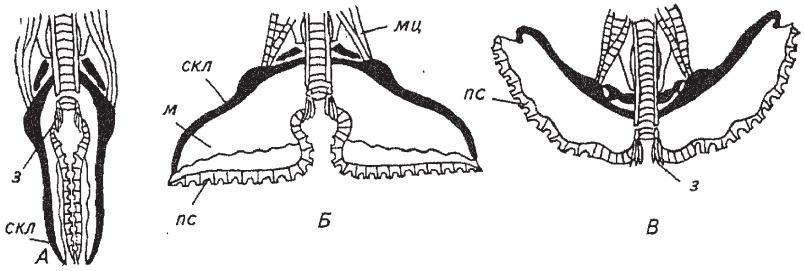


Рис. 21. Лабеллумы в положении покоя (А), фильтрации жидкой пищи (Б) и обскребывания субстратов (В) (по Шванвичу, цит. по Захваткину, 2001): *з* – зубцы; *пс* – псевдотрахеи; *м* – гибкая мембрана; *мц* – мышцы; *скл* – склериты

Иногда ротовые части, с утратой потребности в них, сильно или целиком редуцируются. Последнее наблюдается у личинок многих мух, живущих в том веществе, которое служит им пищей (например, личинки мясных мух *Calliphora* в трупах животных); они разжижают пищу, отрыгивая пищеварительные соки наружу. Пища переваривается личинкой вне организма и всасывается в жидком легко усваиваемом виде. У таких личинок вместо трех пар челюстей остается только пара ротовых крючков, помогающих при ползании. Не развиваются ротовые органы и у многих взрослых непитающихся крылатых насекомых (поденки, самцы щитовок, самцы бабочек-чехлоносок).

Знание устройства различных типов ротовых аппаратов важно не только в систематике для определения насекомых, но и для борьбы с ними, так как выбор того или иного препарата в значительной степени зависит от устройства ротовых органов насекомого.

Лабораторно – практическая работа 3

СТРОЕНИЕ ГОЛОВЫ. ГЛАЗА И ГЛАЗКИ. СТРОЕНИЕ И ТИПЫ УСИКОВ

О б о р у д о в а н и е и м а т е р и а л ы: микроскопы МБС-9 или МБС-10, лупы, пинцеты, энтомологические иголки, препаровальные ванночки, чашки Петри, учебный и иллюстративный материал.

О б ъ е к т ы и з у ч е н и я: отчлененные головы майского жука, кузнечика, саранчи, хранившиеся в спирте; наколотые на булавках стрекозы, жужелицы, кузнечики, саранчовые, цикады, тли, бабочки-белянки или нимфалиды, комнатные мухи, долгоносики, короеды, майские жуки (самец, самка), непарный шелкопряд (самец, самка), тараканы, сверчки, медведки, жуки-чернотелки, щелкуны и другие для сравнения усиков; постоянные препараты с усиками насекомых.

З а д а н и е:

1. Рассмотреть строение головы насекомого, выделить части головы, примерные границы между ними; рассмотреть придатки головы (ротовые органы, глаза, глазки, усики), места прикрепления усиков и ротовых частей, их расположение. Зарисовать строение головы насекомого с обозначением ее частей.
2. Определить тип постановки головы у наколотых на булавках насекомых, предложенных для занятий.
3. Сложные глаза на голове саранчовых рассмотреть при большом увеличении, зарисовать форму фасеток, отыскать простые глазки (3), обозначить на голове их расположение. Рассмотреть сложные глаза и простые глазки (если есть) у других предложенных насекомых.
4. Рассмотреть усики, разобраться в строении, подсчитать количество члеников в них, начиная от основания до вершины, определить тип усиков у предложенных в наборе

насекомых (не менее 10) и на постоянных препаратах, используя описание и рисунки. Характерные черты рассмотренных усиков нужно записать, типы усиков зарисовать.

Ход выполнения задания

Осматривая ряд насекомых, относящихся к разным отрядам, легко убедиться, что голова у них может иметь самую разнообразную форму. У одних голова округлая, например, у мух, у других сжатая с боков – у саранчовых, кузнечиков, а у долгоносиков вытянута в головотрубку. У большинства насекомых голова сверху хорошо заметна, но, например, у короедов, она скрыта под переднеспинкой. Можно заметить, что голова состоит из сильно уплотненной черепной коробки (эпикраниум), или головной капсулы, образующей наружный скелет головы. По голове проходят более или менее ясные швы, или борозды (сутуры), разделяющие ее на несколько тесно слитых между собой частей (склеритов), которые при осмотре необходимо отметить.

Нужно определить у предложенных насекомых различные типы постановки головы (см. рис. 5): *гипогнатический* – ротовые части направлены вниз (у большинства насекомых, в том числе у саранчовых, жуков и др.), *прогнатический* – ротовые части направлены вперед (хищные жужелицы), *опистогнатический* – ротовые части направлены вниз и назад (тли, медяницы).

При осмотре головы жука, саранчового, нужно удобно надеть ее на препаровальную иглу и потихоньку вращать. Рассматривать можно с помощью лупы или бинокуляра. Необходимо отметить, что спереди лицевую часть занимает *лоб* (фронс), который в верхней своей части переходит в *темя* (вертекс), хотя граница между ними не всегда и не у всех насекомых ясно выражена. Темя переходит далее назад, в *затылок* (окципут). К нижней границе лба примыкает более

или менее широкая пластина – *наличник* (клипеус), к которому подвижно подвешена *верхняя губа* (лабрум), прикрывающая сверху ротовые органы. Боковые части головы без определенной, резко выраженной границы подразделены на *виски* (темпора), расположенные сверху за глазами, и *щеки* (генэ), расположенные снизу под глазами. К щекам примыкают снизу верхние челюсти. Лоб может быть отделен от темени эпикраниальным швом, а от наличника – фронтоклипеальным швом, однако эти швы часто исчезают. Затылок у низших групп насекомых отделен от темени затылочным швом, а позади него иногда развит зазатылочный шов. В задней стенке головной капсулы расположено большое затылочное отверстие.

Рассмотреть органы зрения у насекомых. Они могут быть представлены сложными глазами и простыми глазками. Сложных, или фасеточных, глаз у насекомого только одна пара, которые расположены по бокам головы. Простые глазки имеются не у всех насекомых, есть, например, у саранчовых или у некоторых ос (рис. 6). Необходимо отыскать простые глазки и посчитать их количество.

Усики могут располагаться на передней части головы по бокам лба между глазами или впереди них, обычно в хорошо выраженных усиковых впадинах. Перед определением усиков в их строении нужно отметить *основной первый членик* (рукоятку, или скапус), следующий членик – *ножку*, или педицелл, остальную часть – *жгутик* или флагеллум, которая начинается с третьего членика и состоит из более или менее одинаковых члеников; подсчет числа члеников производится от основания усиков. Противоположная основанию часть усика называется вершиной. Подсчет количества члеников в усиках ведется от основания к вершине.

Рассмотреть разнообразие усиков у предложенных насекомых, определить до типа, записать, зарисовать (см. рис. 7).

Контрольные вопросы

1. Строение и сегментарный состав головы насекомых.

2. Форма и типы постановки головы у насекомых, привести примеры.

3. Строение фасеточных глаз и простых глазков на примере отдельных видов насекомых.

4. Строение и основные типы усиков насекомых, привести примеры.

Лабораторно-практическая работа 4

СТРОЕНИЕ И ТИПЫ РОТОВЫХ АППАРАТОВ У НЕКОТОРЫХ НАСЕКОМЫХ

О б о р у д о в а н и е и м а т е р и а л ы: микроскопы МБС-9 или МБС- 10, лупы, пинцеты, ножницы, препаровальные иглы, препаровальные ванночки с дном, залитым воском, чашки Петри, предметные и часовые стекла, нарезанные листочки фильтровальной бумаги, учебный и иллюстративный материал.

О б ъ е к т ы и з у ч е н и я: саранчовые, кузнечики, тараканы, майские хрущи, жужелицы, клопы-щитники, щитники-черепашки, перепончатокрылые – пчелы, шмели, бабочки-белянки, слепни, комнатные мухи на булавках; отчлененные и вываренные в 10%-м КОН 15–20 мин, промытые водой или спиртом головы насекомых с грызущим и грызуще-лижущим типом ротового аппарата на предметных или часовых стеклах или в чашках Петри; головы бабочек и клопов, для размачивания предварительно на 5–10 мин опущенные в кипяток; набор постоянных препаратов с основными типами ротовых органов.

З а д а н и е:

1. Рассмотреть особенности строения нерасчлененных ротовых аппаратов у разных насекомых.
2. Расчленить ротовой аппарат у предложенного достаточно крупного насекомого. Разложить все части расчлененного ротового аппарата на листочке бумаги или на предметном стекле, зарисовать.
3. Сравнить расчлененные ротовые аппараты у разных насекомых, имеющих одинаковый тип.
4. Определить типы ротовых аппаратов на предложенных постоянных препаратах и карточках.
5. Отметить удачно расчлененные ротовые аппараты и использовать их для изготовления постоянных карточек для занятий.

Ход выполнения задания

Если внимательно рассмотреть ротовые органы у предложенных достаточно крупных насекомых без расчленения и увеличения, то можно увидеть, что в связи с различными способами приема пищи ротовые органы у них устроены неодинаково. Несмотря на внешние различия, при изучении грызущего, грызуще-лижущего, колюще-сосущего, режуще-сосущего, сосущего, лижущего, или мускоидного, типов ротовых аппаратов необходимо отметить сходство и различия в строении и расположении отдельных частей.

До расчленения ротового аппарата **грызущего типа** необходимо внимательно рассмотреть его при большом увеличении и найти места отдельных частей его сочленения с черепной коробкой, затем с помощью препаровальной иглы выяснить подвижность каждой из них.

Если положить голову насекомого затылочным отверстием вниз и ориентироваться на ротовое отверстие, то в первую очередь можно увидеть *верхнюю губу* (лабрум). Она служит для поддерживания пищи при измельчении и представляет собой непарную и нерасчлененную пластинку. Она подвижно сочленена с наличником и нависает спереди, прикрывая ротовое отверстие и другие части ротового аппарата. Если ее приподнять препаровальной иглой, то легко можно убедиться, что она подвижна.

Под верхней губой и по бокам от нее расположены *верхние челюсти*, или жвалы, или мандибулы, которые можно раздвинуть иглой в стороны. Они имеют вид твердых, сильно склеротизованых, темноокрашенных образований. У хищников мандибулы изнутри вооружены сильными острыми зубцами и более или менее вытянуты. У растительноядных насекомых мандибулы обычно более широкие, а зубцы тупые. Мандибулы, в отличие от других частей ротового аппарата, утратили членистость. С помощью жвал насекомое отгрызает твердые

частицы пищи и перетирает их до попадания в ротовое отверстие. Верхние челюсти могут двигаться лишь в одной горизонтальной плоскости. Под верхними челюстями расположена пара *нижних челюстей*, или максилл, их можно рассмотреть, если перевернуть голову затылочным отверстием кверху. У всех грызущих насекомых нижние челюсти хорошо расчленены и устроены довольно сложно. Каждая из челюстей состоит из *основного членика* (кардо), подвижно сочлененного с ним сравнительно толстого и вытянутого в длину *стволика*, или стипеса, и *пары жевательных лопастей – наружной*, или галеи, и *внутренней,* или лацинии. Нижние челюсти несут членистые челюстные щупики, состоящие не более чем из 7 члеников. Нижние челюсти служат для поддерживания и захватывания пищи. Они снабжены органами чувств (обоняния, вкуса, осязания), расположенными, главным образом, на нижнечелюстных щупиках.

Снизу к нижним челюстям примыкает *нижняя губа* (лабиум), которая по своему положению соответствует второй паре нижних челюстей и состоит из частей, гомологичных частям нижних челюстей, но слившихся по срединной линии своими двумя основными члениками и частично стволиками. В связи с этим парная по происхождению нижняя губа превратилась в функционально непарный орган. Слившиеся основные членики образуют *заднеподбородок* (постментум), прикрепленный к голове неподвижно и в свою очередь подразделенный на *подбородок* (ментум) и *подподбородок* (субментум). Основание подподбородка прикреплено к переднему краю головной капсулы, книзу от ротового отверстия. Неполностью слившиеся стволики образуют *предподбородок* (прементум), который несет две пары жевательных лопастей и пару губных щупиков, обычно трехчленниковых. Жевательные лопасти нижней губы гомологичны соответствующим частям нижних челюстей. Внутренняя пара жевательных лопастей нижней губы назы-

вается *язычками*, или глоссами, наружная пара образует *придаточные язычки*, или параглоссы, гомологичные наружным жевательным лопастям (галеям) нижних челюстей.

Нижняя губа насекомых прикрывает предротовое отверстие снизу и служит для поддерживания пищи. На губных щупиках расположены органы осязания и вкуса.

Рассмотрев и обнаружив границы между частями ротового аппарата и черепной коробкой, можно начать их вычленение.

Голову насекомого кладут в препаровальную ванночку затылочным отверстием кверху, т. е. на лоб, и прижимают препаровальной иглой, находящейся в левой руке, ко дну ванночки. Препаровальной иглой, находящейся в правой руке, разрывают мягкие соединительные перепонки, отделяют нижнюю губу и нижние челюсти. После этого голову переворачивают лбом кверху, отчленяют верхнюю губу и верхние челюсти. Верхняя губа причленена к наличнику плотно, поэтому, чтобы ее отделить, нужно несколько раз провести иглой по шву между ними. Удалив пинцетом верхнюю губу, необходимо обнажить массивные верхние челюсти, затем отчленить их от головной капсулы. Все части ротового аппарата зачистить препаровальными иглами от мышц и кутикулы (особенно осторожно зачищаются нижние челюсти и нижняя губа), затем разложить их на предметном стекле или белом листе бумаги, зарисовать.

Можно рассмотреть и сравнить расчлененные ротовые аппараты грызущего типа у различных предложенных насекомых, а также рассмотреть постоянные препараты.

Рассмотреть насекомых с **грызуще-лижущим** ротовым аппаратом. Голову медоносной пчелы или шмеля кладут на предметное стекло или в препаровальную ванночку затылочным отверстием книзу и рассматривают под бинокуляром, препаровальными иглами придерживая и поворачивая ее.

Если вначале рассмотреть верхнюю губу (лабрум), которая находится в нижней передней части головы, то можно увидеть,

что она сильно склеротизована, имеет форму вытянутой в ширину пластинки и причленена к наличнику (клипеусу). Ее передний край снабжен многочисленными волосками. По своему происхождению, форме, строению и положению она ничем не отличается от верхней губы грызущего ротового аппарата, но свое значение утратила в связи с изменением функций всего ротового аппарата.

Под верхней губой, приподнятой препаровальной иглой, можно увидеть верхние челюсти (мандибулы) в виде пары крепких нечленистых образований. Каждая челюсть причленена к головной капсуле в двух далеко расположенных одна от другой точках. С помощью верхних челюстей пчелы разгрызают пыльники на цветках при сборе пыльцы, разминают воск при постройке сотов, разгрызают дерево при расширении очень узкого летка. Верхние челюсти сохранили пригодность для разгрызания твердых частиц, но в связи с новой функцией ротового аппарата они утратили свою роль в питании насекомого. Верхние челюсти плотно охватывают и поддерживают части хоботка как в свернутом состоянии, так и в развернутом.

Перевернув голову затылочным отверстием кверху, рассматривают нижние челюсти. Они прикрепляются к головной капсуле основным члеником (кардо), представленным в виде небольшой, вытянутой поперек, тонкой палочки, к середине которой прикреплен довольно массивный, вытянутый в длину стволик (стипес).

От стволика отходят длинная саблевидная жевательная лопасть (галеа) и рудиментарный щупик. Галеа сильно вытянута в длину, уплощена, заострена на свободном конце и способна изгибаться, принимая форму желобка. Внутренняя жевательная лопасть недоразвита и не видна.

Если раздвинуть нижние челюсти в стороны, то можно рассмотреть нижнюю губу. У пчелы она устроена наиболее сложно. Пчела и шмель имеют типичные для насекомых части

нижней губы, но они сильно видоизменились. Нижняя губа присоединяется к голове посредством подподбородка (субментума), который у пчелы получил название лорума. Лорум представляет собой две небольшие тонкие палочки, расположенные наклонно и соединенные у вершины. Концы лорума соединены с основными члениками нижних челюстей. К вершине лорума прикреплен треугольной формы подбородок (ментум), от которого отходит утолщенный и вытянутый в длину предподбородок (прементум). К концу предподбородка прикреплены тонкие длинные четырехчленистые нижнегубные щупики и густо покрытый волосками язычок (глоссэ), образовавшийся в результате слияния внутренних жевательных лопастей нижней губы. По бокам язычка, у места сочленения его с предподбородком, заметны два придаточных язычка (параглоссы). Они являются атрофированными наружными жевательными лопастями нижней губы. Две удлиненные нижние челюсти и еще более удлиненная нижняя губа, складываясь вместе, образуют хоботок.

После просмотра ротовых частей приступают к их детальному расчленению. Сначала отделяют хоботок. Для этого голову пчелы поворачивают затылочным отверстием вверх и, придерживая ее препаровальной иглой, проводят другой иглой несколько раз по месту сочленения хоботка с головой, но делают это очень осторожно, чтобы не оторвать от нижней губы подподбородок, а от нижней челюсти – основной членик. Отчлененный хоботок разделяют на нижние челюсти и нижнюю губу. Затем отделяют верхние челюсти. Верхняя губа отделяется без особого труда. Все части ротового аппарата очищают препаровальными иглами от мышц и кутикулы и переносят на предметное стекло или лист белой бумаги и зарисовывают.

Ротовой аппарат **колюще-сосущего типа** характерен для насекомых, питающихся клеточным соком растений или кровью животных с проколом субстрата (полужесткокрылые,

равнокрылые, вши, блохи, двукрылые). Для примера можно рассмотреть две модификации ротового аппарата колюще-сосущего типа: клопа черепашки (ягодного клопа) и самки комара, сравнить их.

Препаровальными иглами отделяют голову клопа, затем, поворачивая ее на иголке, рассматривают сбоку и спереди.

Нужно обратить внимание на то, что верхняя губа сочленена с наличником и не особенно сильно изменена по сравнению с верхней губой грызущего ротового аппарата. Сверху она прикрывает основание хоботка и имеет форму заостренной непарной пластинки.

Верхние и нижние челюсти являются главной частью колюще-сосущего ротового аппарата, лишены членистости и придатков и превращены в тонкие колющие щетинки, тесно прилегающие друг к другу. Щетинки образуют общий колющий пучок, в котором одна челюсть может скользить вдоль остальных, не отрываясь от них. Концы верхних челюстей заострены или зазубрены. На нижней стороне каждой нижней челюсти имеется два продольных желобка. Когда обе максиллы складываются, желобки образуют два канала: пищевой, расположенный ближе к спинной стороне и предназначенный для всасывания пищи, и слюнный.

Нижняя губа служит футляром и опорой для челюстей (хоботок). Она сильно развитая, массивная, широкая, несколько уплощенная, вытянутая в длину и состоит из четырех члеников, лишена щупиков. Вдоль ее верхней стороны посередине во всю длину проходит желобок, который служит как бы футляром или ножнами для колющих щетинок. Непосредственного участия в проколе субстрата нижняя губа не принимает.

После осмотра головы клопа находят хоботок и место его прикрепления к головной капсуле, кладут на предметное стекло так, чтобы хоботок лежал непосредственно на стекле, а затылочное отверстие было бы обращено кверху. Одну препа-

ровальную иглу вводят в затылочное отверстие для придания голове устойчивости. Второй препаровальной иглой приподнимают верхнюю губу и освобождают две пары колющих щетинок, лежащих в продольном желобе нижней губы и являющихся видоизмененными верхними и нижними челюстями.

Колющие щетинки можно также освободить, отделив нижнюю губу нажатием второй иглой на место ее сочленения с головой. Затем разложить все части ротового аппарата на бумаге, подписать, зарисовать.

При питании насекомых с колюще-сосущим ротовым аппаратом сначала нижняя губа вытягивается и конец ее прикладывается к поверхности субстрата. Нажимая головой и используя специальную мускулатуру, насекомое вводит в покровы животного или растения мандибулы и максиллы. По мере того, как колющие щетинки, скользя по желобку нижней губы, проникают все глубже в ткани, нижняя губа, упираясь в субстрат, сначала несколько укорачивается, а затем коленообразно изгибается назад в месте одного из сочленений. При этом по слюнному каналу нижних челюстей в прокол накачивается слюна и одновременно по пищевому каналу (в силу капиллярности и отчасти под действием глотательных движений) поднимается пища. Попадание секрета слюнных желез в ткани растений вызывает изменение окраски, деформацию и образование галлов. Слюна содержит ферменты, вызывающие расщепление пищевого субстрата, который превращается в жидкое состояние и всасывается насекомым.

У комара ротовой аппарат также колюще-сосущего типа, но устроен значительно сложнее, чем у клопа. Рассматривают голову самки комара, не расчленяя ее.

Верхняя губа превратилась в довольно тонкую длинную иглу с глубоким желобком, образованным загнутыми и сомкнувшимися краями губы, идущими вдоль всей ее внутренней поверхности. Кончик губы срезан косо и заострен. Она служит

механической опорой для остальных тончайших придатков и через нее происходит всасывание крови.

Верхние челюсти имеют вид тонких игл, слегка расширенных на конце и оканчивающихся остриями. Нижние челюсти также представлены в виде тонких зазубренных на конце игл, от основания их отходят нижнечелюстные щупики. Подглоточник (гипофаринкс) имеет форму длинной непарной иглы, на конце острой, на всем протяжении пронизанной слюнным каналом. Иглы мандибул и максилл вместе с подглоточником плотно прилипают к верхней губе и образуют вместе с ней прочный колющий аппарат с двумя каналами.

Нижняя губа у комара преобразована в желобок. На вершине нижней губы расположены маленькие заостренные образования – лабеллумы, являющиеся видоизмененными нижнегубными щупиками. В покое все части ротового аппарата укладываются в нижнюю губу, которая охватывает снизу и с боков не только челюсти (как у клопа), но и подглоточник, и верхнюю губу.

Все части ротового аппарата, за исключением нижней губы, служат для прокалывания кожи, введения слюны и всасывания крови. Комар лабеллумами нижней губы отыскивает подходящую для питания точку и колющими иглами прокалывает кожу. Нижняя губа при этом дугообразно изгибается. В ранку по каналу подглоточника нагнетается слюна, а по каналу, образованному верхней губой, всасывается кровь.

Ознакомление с **сосущим ротовым аппаратом** проводится на предварительно размоченных в кипятке головах бабочек, которые помещают на предметное стекло и просматривают сначала под бинокуляром.

Верхняя губа редуцирована и сохранилась в виде небольшой пластинки или узкой полоски, сочлененной с наличником. В приеме пищи она участия не принимает.

Верхние челюсти отсутствуют. Под верхней губой расположена самая крупная и самая важная часть ротового аппа-

рата – нижние челюсти. Внешне они имеют форму длинной цилиндрической трубочки (хоботок), спирально свернутой и подогнутой под нижнюю сторону головы (см. рис. 18). При нажатии иглой хоботок раздваивается вдоль на две части, каждая из которых на внутренней стороне имеет желобок. Из всех частей нижней челюсти у бабочек сохранились основной членик, стволик, сильно развитая наружная лопасть, а у некоторых видов, кроме того, еще сохранился щупик или его рудимент. Основной членик и стволик развиты слабо, поэтому обнаружить и рассмотреть их на занятиях трудно.

Наружные жевательные лопасти, составляющие основной элемент ротового аппарата, сильно удлинились и превратились в полутрубки. Когда лопасти приложены одна к другой, то они образуют характерный для бабочек сомкнутый, трубчатый, в покое спирально свернутый хоботок, через внутренний канал которого пища проводится к ротовому аппарату. Хоботок свертывается в силу своей эластичности, обусловленной склеротизацией покровов. Развертывание и выпрямление хоботка осуществляются специальными мышцами и, возможно, при содействии напора крови, нагнетаемой в полость жевательной лопасти.

Нижняя губа имеет вид небольшой непарной пластинки, расположенной с нижней стороны рта. По бокам нижней губы имеется пара хорошо развитых обычно трехчлениковых щупиков.

При расчленении ротового аппарата прежде всего отделяют хоботок, прижимая голову одной иглой к предметному стеклу, а другой разрывая перепонку в месте сочленения хоботка с головой. Затем отделяют щупики нижней губы и верхнюю губу. Можно разделить хоботок на две полутрубки, надавив на него препаровальной иглой, и рассмотреть.

Таким образом, по сравнению с грызущим ротовым аппаратом, в сосущем ротовом аппарате сильно развились наружные лопасти нижних челюстей, но редуцировались верхняя губа, верхние челюсти, внутренние жевательные лопасти верхних челюстей и нижняя губа.

Лижущий, или мускоидный ротовой аппарат наиболее характерен для представителей семейства настоящих мух (Muscidae).

Сначала голову комнатной мухи внимательно рассматривают под бинокуляром, не расчленяя.

Основная конусообразная часть лижущего аппарата (рострум) представляет собой вырост головы, в который вошли остатки нижних челюстей. За рострумом следует втягиватель, или гаустеллум. Он соответствует нижней губе кровососущих двукрылых. Втягиватель имеет желобообразную форму и прикрыт верхней губой, под которой лежит проводящий слюну подглоточник, или гипофаринкс. Верхние челюсти у лижущего аппарата отсутствуют. На вершине гаустеллума расположены две подвижные створки сосальца, или лабеллумы, сидящие по бокам хоботкового отверстия, ведущего в желоб нижней губы, и являющиеся видоизмененными нижнегубными щупиками. У живой мухи рострум, гаустеллум и лабеллум способны коленообразно складываться и расправляться.

После внимательного просмотра под бинокуляром головы мухи отделяют ротовой аппарат в месте сочленения рострума с головной капсулой (см. рис. 20). Придерживая одной препаровальной иглой рострум, другой иглой приподнимая верхнюю губу и подглоточник, раздвигают лабеллумы. Псевдотрахеи и зубцы лабеллумов лучше рассматривать под микроскопом.

Наиболее сложной частью хоботка являются лабеллумы (см. рис. 21). На своей концевой поверхности они имеют фильтрующие органы – псевдотрахеи, выложенные изнутри серией неполных хитиновых колец и снабженные по всей длине мелкими отверстиями. При питании псевдотрахеи створок лабеллумов прижимаются к субстрату, и в этот момент через отверстия происходит всасывание жидкой пищи, которая затем достигает канала гаустеллума, плотные же частицы пищи, размер которых превышает диаметры отверстий в псевдотрахеях, не проникают в полость псевдотрахей и отфильтровываются.

При питании насекомого плотным субстратом, содержащим питательные вещества, лабеллумы отгибаются вверх и выходят из соприкосновения с субстратом. После этого из хоботкового отверстия выдвигаются хоботковые, или престомальные, зубцы, которыми насекомое при покачивании хоботка соскабливает пищевой субстрат и измельчает его. При дальнейшем отгибании лабеллумов вверх зубцы также отгибаются, и муха непосредственно через хоботковое отверстие заглатывает жидкость, минующую фильтрующий орган.

Для закрепления изученного материала рекомендуется составить сравнительную характеристику строения основных типов ротового аппарата, наличия и расположения отдельных частей и сделать записи в табл. 3.

Таблица 3. **Сравнительная характеристика строения основных типов ротового аппарата**

Части ротового аппарата	Характерные черты типов ротовых аппаратов				
	грызущего (таракана)	грызуще-лижущего (пчелы)	колюще-сосущего		сосущего (бабочки)
			клопа	комара	
Верхняя губа **Верхние челюсти** **Нижние челюсти** основной членик стволик галеи лацинии нижнечелюстные щупики					
Нижняя губа подподбородок подбородок язычки придаточные язычки нижнегубные щупики					

Контрольные вопросы

1. Назовите основные типы ротовых аппаратов насекомых.
2. Расскажите о строении и принципе работы ротового аппарата грызущего типа на примере майского хруща, прямокрылых.
3. Особенности строения и принцип работы ротового аппарата грызуще-лижущего типа у медоносной пчелы.
4. Особенности строения и принцип работы ротового аппарата колюще-сосущего типа у клопа и самки комара.
5. Особенности строения и принцип работы ротового аппарата сосущего типа у бабочки боярышницы.
6. Особенности строения и принцип работы ротового аппарата лижущего типа у комнатной мухи.
7. Дайте сравнительную характеристику основных типов ротовых аппаратов у насекомых.

Тема 4. ГРУДЬ И ЕЕ ПРИДАТКИ

Грудь, или *торакс* (thorax), является вторым отделом тела насекомых, хорошо обособленным от других отделов тела. Основная функция груди – локомоторная, на ней расположены органы передвижения: ноги и крылья. Состоит из трех сегментов: *переднегруди* (prothorax), *среднегруди* (mesothorax) и *заднегруди* (metathorax) (рис. 22). Каждый грудной сегмент образован четырьмя склеритами: верхним, или *спинкой* (notum), нижним, или *грудкой* (sternum) и двумя боковыми, или *бочками* (pleures). На каждом сегменте имеется по одной паре ног, средний и задний сегменты несут по одной паре крыльев и называются *крыловыми*, или *птероторакс*ом (pterothorax).

По бокам крыловых сегментов имеется по одной паре дыхалец. У первичнобескрылых насекомых (Thysanurata) все грудные сегменты одинаковые по строению. У насекомых с несовершенным полетом (тараканы, прямокрылые, жуки) сильнее

развита переднегрудь. Она также хорошо развита у насекомых со специализированными передними ногами, например, у богомолов, мантисп. У хорошо летающих насекомых (перепончатокрылые, стрекозы, бабочки, двукрылые), напротив, сильнее развиты среде- и заднегрудь, а переднегрудь маленькая.

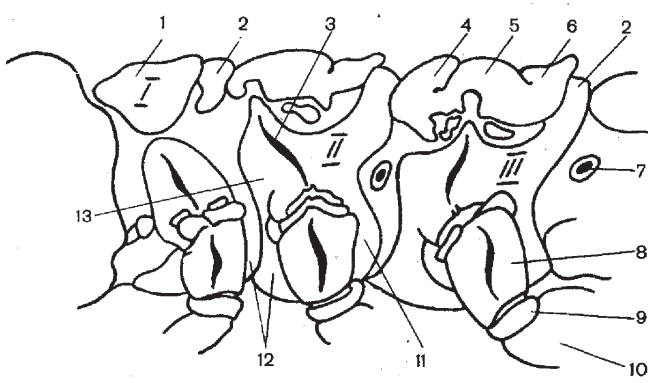


Рис. 22. Сегменты грудного отдела насекомого (по Шванвичу, 1949):
I – переднегрудь; II – среднегрудь; III – заднегрудь; 1 – нотум; 2 – постнотум; 3 – плейральный шов; 4, 5, 6 – прескутум, скутум, скутеллум; 7 – стигмы; 8 – тазик; 9 – вертлуг; 10 – бедро; 11,13 – соответственно эпимеры и эпистерны; 12 – стерниты

У высших перепончатокрылых грудь от брюшка отделена стебельком, образованным вторым сегментом брюшка, а первый сегмент входит в состав груди и называется *проподеум***.**

Наиболее сложно устроены второй и третий сегменты груди у крылатых насекомых в связи с развитием крыловой мускулатуры (рис. 23). Тергит крылового сегмента разделен швами на 3 части: *предщит* (prescutum), *щит* (scutum) и *щиток* (scutellum). За щитком находится мембранозный поясок, или *заспинка* (postnotum). Предщит, щит и щиток иногда обозначают как алинотум (alinotum).

Плейриты являются боковыми пластинками. С вентральной стороны каждого плейрита расположены коксальные от-

ростки – место прикрепления ног. С дорсальной стороны находится *плейральный столбик* – место прикрепления крыла. Плейриты разделены продольным швом на две части: переднюю (эпистерн) и заднюю (эпимер). Внутри сегмента шов образует *плейральный гребень* (рис. 24).

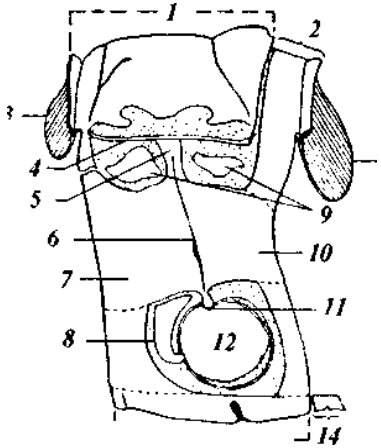


Рис. 23. Схема типичного крылового сегмента (по Romoser, 1981):

1 – алинотум; 2 – постнотум; 3 – фрагма; 4 – основание крыла; 5 – плейральный столбик; *б* – плейральный шов; 7 – эпистерн; 8 – трохантин; 9 – алярные склериты; 10 – эпимер;.11 – коксальный отросток; 12 – тазиковая впадина; 13 – эустернум; 14 – спинастернум

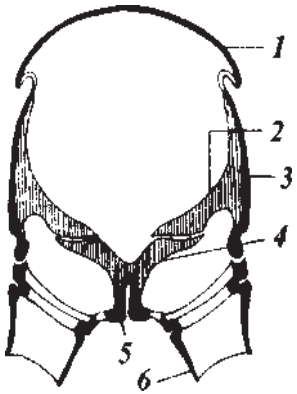


Рис. 24. Схематический поперечный разрез грудного сегмента; показаны фурка и плейральные гребни (по Снодграссу, 1935):

1 – спинка; 2 – плейральный гребень; 3 – плейрит; 4 – фурка; 5 – стернит; 6 – тазик

Сзади и спереди плейриты срастаются со стернитом. Плейрит является производной частью предтазика, или *субкосты* – примитивной ноги древних насекомых, вошедшей в состав стенки тела. Появление плейрита укрепило стенку тела и сегмента и создало условия для совершенной работы ног и крыльев (субкоксальная теория Снодграсса).

Стернит вместе с плейритом образует тазиковую впадину. Центральная часть плейрита называется *эустэрнум* (eusternum), задняя часть – *спинастернум* (spinasternum). Внутри крыловых сегментов имеются многочисленные гребни – *аподемы*, служащие местом прикрепления мышц.

Строение и типы ног. Нога насекомых состоит из пяти частей: *тазика* (coxa), *вертлуга* (trochanter), *бедра* (femur), *голени* (tibia) и *лапки* (tarsus) (рис. 25). Задняя часть тазика называется meron.

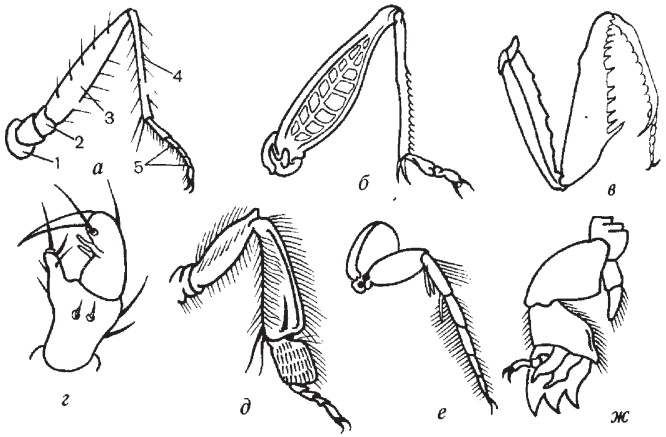


Рис. 25. Строение и типы ног насекомых (по Бей-Биенко, 1980):
а–ж – соответственно ходильная, прыгательная, хватательная, прицепная, собирательная, плавательная и копательная ноги; 1 – тазик; 2 – вертлуг; 3 – бедро; 4 – голень; 5 – лапка

Вертлуг у перепончатокрылых насекомых двухчлениковый, обеспечивает большую подвижность ноги. Часть бедра,

расположенная ближе к голени, называется коленом. Голень вооружена шипами, а на вершине несет шпоры. Лапки состоят из одного-пяти члеников, первый членик называется метатарзус (metatarsus). Вершина лапки у многих насекомых имеет довольно сложное строение. Она образует ряд структур и часто обозначается как предлапка, или претарзус (praetarsus). Предлапка обособлена у личинок крылатых насекомых и ногохвосток, у остальных насекомых образует коготки и группу небольших склеритов. Только у первичнобескрылых насекомых на лапках имеется один коготок (ungulus), у всех остальных насекомых – два коготка. Между коготками расположены присоски, или *пульвиллы*, и *непарный склерит*, или *эмподий* (рис. 26).

Коготки и пульвиллы вместе с густым опушением нижней стороны лапок дают возможность насекомым передвигаться не только по вертикальным поверхностям, но и вниз спиной и вверх ногами, служат для удержания тела на субстрате.

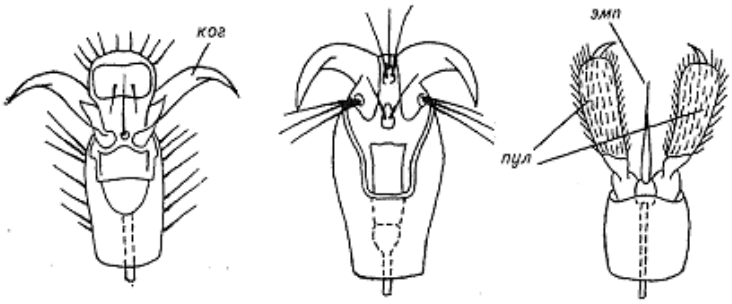


Рис. 26. Концевой членик лапки (предлапка) у насекомых (по Шванвичу, 1949):

ког – коготки; *пул* – пульвиллы; *эмп* – эмподий

В зависимости от образа жизни у насекомых специализированы передние или задние ноги. Различают следующие типы ног: ходильные, бегательные, прыгательные, хватательные, плавательные, собирательные, присасывательные (см. рис. 25, табл. 4).

Таблица 4. **Типы ног насекомых и особенности их строения**

Тип ног	Особенности строения	У каких насекомых
Ходильные	Все ноги одинаковые по размерам с укороченными голенями	Двукрылые, многие жуки
Бегательные	Удлиненные голени и бедра	Жуки-жужелицы, тараканы
Прыгательные	Сильно утолщенный бедра задних ног	Саранчовые, кузнечики, цикады, жуки-листоеды, блохи
Хватательные	Удлиненные голени и бедра передних ног с зубцами на внутренней стороне	Богомолы, мантиспы
Плавательные	Членики задних ног расширены с длинными волосками	Жуки-плавунцы, клопы-гладыши
Собирательные или корзиночные	Покрыты длинными волосками, образующими «корзинку» для сбора и удержания пыльцы	Пчелы, шмели
Присасывательные	Расширенные членики лапок для удержания самок при спаривании	Самцы жуков-плавунцов и жужелиц
Копательные	Укороченные и расширенные бедро и голень. Лапка недоразвита.	Медведки, жуки-навозники

Бегательные ноги. Характерны для насекомых с быстрыми движениями. Строение их отличается пропорциональным развитием всех частей; лапка бегательных ног всегда длинная и тонкая, пятичлениковая, с более или менее цилиндрическими члениками (например, у таракана, жужелицы).

Ходильные ноги. Сохраняя сходство с предыдущим типом, ходильные ноги более короткие и отличаются по строению лапки. Лапка этого типа широкая и уплощенная; нижняя поверхность ее снабжена короткими волосками, подушечками и щетинками и образует подошву. Часто третий членик лапки раздвоен, двухлопастный (например, у жуков усачей, долгоносиков, листоедов).

Прыгательные ноги. Характерной особенностью этого типа ног является утолщенное и удлиненное бедро с сильными мышцами. Голень также удлинена и снабжена шипами; на вер-

шине ее могут располагаться подвижные образования – шпоры. Могут быть увеличены и тазики. Вертлуг может отсутствовать. Прыгательной обычно бывает третья пара ног, например, у прямокрылых (саранчовые, кузнечики, сверчки) и некоторых жуков (блошки) и др.

Плавательные ноги. Некоторые насекомые, ведущие водный образ жизни, имеют среднюю и заднюю пары плавательных ног. Они подвижны в горизонтальном направлении, и их движение сходно с движением весла. Лапки, а нередко и голень плавательных ног уплощены и густо покрыты длинными волосками, которые при движении ноги вперед прижимаются к ноге, а при движении назад расправляются и создают большую гребную поверхность (например, у жуков плавунцов, клопов гладышей).

Копательные ноги. Характеризуются укороченными и расширенными бедром и голенью. Последняя снабжена зубцами с наружной стороны и часто изогнута. Лапка недоразвита или развита значительно слабее голени и бедра. Этот тип ног встречается у насекомых, живущих внутри деревьев, в земле или роющих почву, навоз (например, у медведки, жуков навозников, короедов).

Хватательные ноги. Ноги этого типа преобразованы в хватательный аппарат, который служит для схватывания добычи и устроен по принципу складного ножа. Бедро и голень удлинены и усажены шипами или зубцами. На бедре зубцы расположены двумя рядами, между которыми проходит желоб для вкладывания голени (например, передние ноги богомолов, водяных скорпионов, некоторых сетчатокрылых).

Присасывательные ноги. Встречается этот тип ног у самцов некоторых водных жуков. Характерная способность присасывательных ног заключается в том, что три первых членика лапок расширены и усажены снизу присасывательными трубочками или пластинками, число и форма которых посто-

янны для данного вида (например, передние ноги самцов плавунцов).

Собирательные ноги. Данный тип ног приспособлен для сбора и переноса цветочной пыльцы. Голень этого типа ног и особенно первый членик лапки сильно расширены. На наружной стороне голени расположена корзиночка в виде углубления, окруженного двумя рядами упругих, дугообразно изогнутых волосков. В эту корзиночку складывается пыльца, собираемая пчелами на цветках растений. На внутренней стороне первого членика лапки находится щеточка. Она состоит из поперечных рядов жестких золотистых волосков, которые служат для сбора и удерживания пыльцы. Между голенью и лапкой находятся пыльцевые щипчики, образованные шипиками, сидящими на верхнем крае голени и основания первого членика лапки (например, задние ноги рабочей пчелы).

На передних ногах многих насекомых имеется аппарат для чистки усиков, дыхалец и других частей тела в виде выемки на конце передней голени, гребешка из жестких щетинок и шипа на первых члениках лапок.

При переходе к неподвижному образу жизни у взрослых насекомых может наблюдаться частичная или полная редукция ног (настоящие щитовки – Diaspinae). У личинок многих насекомых утрата конечностей бывает связана с приспособлением к червеобразному передвижению в почве и в сходных субстратах (например, у личинок двукрылых, долгоносиков и др.). У насекомых с полным превращением (жуки, сетчатокрылые), если личинки даже имеют развитые бегательные ноги, они никогда не имеют такого полного расчленения, как у взрослых форм, – часто происходит слияние голени и лапки (образуется голенелапка), лапка всегда одночлениковая и имеет один коготок (иногда двойной). Иногда ноги у личинок сохраняются только в виде одночлениковых образований (например, у зерновок).

Строение и типы крыльев. Крылья являются производными выростов стенок тела вдоль бокового края дорсального склерита или спинки. В отличие от крыльев позвоночных животных (птиц и летучих мышей) крылья насекомых не имеют собственной внутренней мускулатуры. В типичном случае у насекомых две пары крыльев, расположенных на средне- и заднегруди. На переднегруди могут быть листовидные выросты, но крылья всегда отсутствуют.

По форме крылья близки к треугольнику. На крыльях различают следующие углы: *основной угол* (basis), *нижний угол* (tornus), *вершинный угол* (apex). Верхняя сторона крыльев называется передним или *костальным, краем* и обращена в полете вперед. Внешняя, удаленная от основания сторона называется *наружним*, или *апикальным, краем* (ternum), задняя сторона – *анальным краем* (dorsum) (рис. 27).

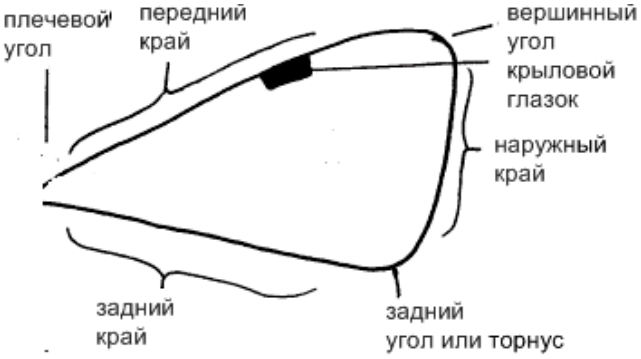


Рис. 27. Стороны и углы крыла чешуекрылого

Крыло состоит из двух слоев кожи, покрытых кутикулой, и узкой полости между ними. В толще крыла проходят каналы с трахеями, нервами и лакунами полости – миксоцеля. Они образуют жилки. Продольные жилки связаны рядами поперечных жилок. Они выполняют функцию опорной конструкции, придавая жесткость крылу. Узор из продольных и поперечных

жилок называется *жилкованием*. Между спинкой груди и крылом располагается узкая и гибкая мембранозная пластинка, с которой связано несколько мелких склеритов: три *базальных* (два из них сочленены со спинкой) и два *алярных* (лежат по сторонам плейрального отростка). Базальным склеритам соответствуют три прилегающие к ним пластинки, от которых отходят продольные жилки (рис. 28). Назначение склеритов – ограничение движения крыла.

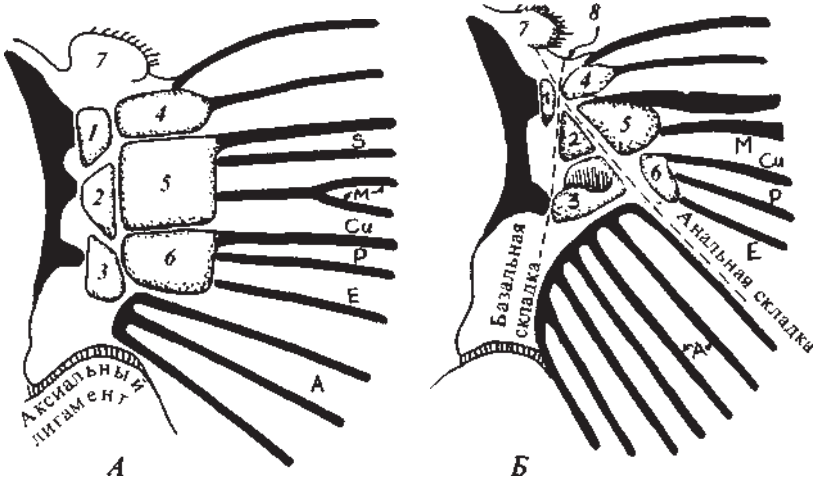


Рис. 28. Аксиллярные склериты (1, 2, 3) и связанные с ними пластинки (4, 5, 6) в основании крыла (по Hamilton, цит. по Г. Россу, 1985):

А – гипотетический предковый тип; *Б* – генерализованный тип складывающегося крыла; 4 – плечевая пластинка; 5 – медиальная пластинка; 5 – кубитальная пластинка; 7 – тегула; 8 – костальная складка

Каждая главная продольная жилка имеет свое название. В порядке расположения от переднего к заднему краю крыла жилки называются (рис. 29):

– *костальная*, или costa (сокращенно C), – утолщенный передний край крыла, не ветвится и отходит от плечевой пластинки;

– *субкостальная*, или subcosta (Sc), – расположена под костальной, также не ветвится;

– *радиальная*, или radius (R), расположенная под субкостальной, толстая жилка, связана с медиальной пластинкой и дает 5 ветвей (R_1–R_5);

– *медиальная* (срединная), или medium (M), – расположена под радиальной жилкой, отходит от медиальной пластинки и дихотомически ветвится на переднюю (MA) и заднюю (MP) ветви, каждая из которых также разделяется на две мелких веточки (M_1–M_4);

– *кубитальная*, или cubitus (Cu), – находится под медиальной и отходит от кубитальной пластинки, имеет две ветви, проходящие вдоль гребня крыла (Cu_1 и Cu_2);

– *анальная*, или analis (A), – пучок жилок с общим основанием, связанных третьим аксиллярным склеритом (A_1-A_5);

– *югальная*, или jugum (Ju), – гребневидная складка крыла, входит в состав складывающейся части крыла.

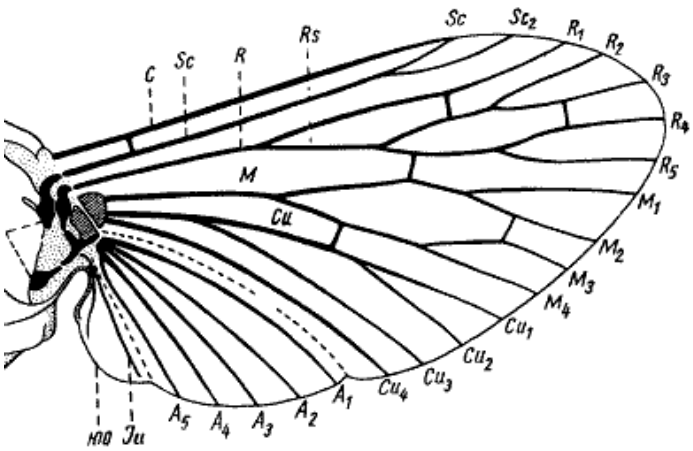


Рис. 29. Жилкование крыла насекомого (по Веберу, цит. по Бей-Биенко, 1966):

C – костальная жилка; Sc – субкостальная жилка; R – радиальная жилка; R_1– R_5 – ветви радиальной жилки; M – медиальная жилка; M_1–M_4 – ветви медиальной жилки; Cu – кубитальная жилка; Cu_1–Cu_4 – ветви кубитальной жилки; A – анальная жилка; A_1–A_5 – ветви анальной жилки; Ju – югальная жилка, или складка; ЮО – югальная область

Жилки R_2-R_5 иногда называют секторальными и обозначают как S. Они считаются вполне самостоятельньми жилками, а не ответвлениями радиальной. Cu_3 и Cu_4 соответственно называют также пликальной и эмпузальной (P и E) жилками.

Ветви жилок обозначаются порядковыми номерами: R_1, R_2, R_3 и т. д. Слившиеся между собой жилки получают соответственно своему происхождению названия: CuA (слились кубитальная и анальная жилки) или R_{1+2} (слились первая и вторая радиальные ветви). Промежутки между жилками называются полями и обозначаются по названию впереди лежащей жилки. Поперечные жилки принимают названия продольных, между которыми они лежат. Так, поперечные жилки, связывающие радиальную жилку с передней ветвью медиальной, получат в этом случае наименования 1 r-m, 2 r-m и т. д. Поперечные жилки между ветвями одной и той же продольной жилки называются по названию предыдущей ветви. Поперечная жилка между костальной и субкостальной продольными жилками называется плечевой и обозначается как h, а следующая за ней – костальной поперечной. Заключенные между поперечными жилками части крыла называются ячейками (cellulae) и носят название прилегающих продольных жилок. Ячейки, ограниченные со всех сторон жилками, называются замкнутыми (cellulae clause), в противном случае – открытыми (cellulae aperta). Если у замкнутой ячейки имеется придаточная жилка, такая ячейка называется стебельчатой. У костального края крыла нередко имеется затемненное пятно – глазок, или птеростигма (pterostigma), представляющий собой уплотнение кутикулы. Крыловой глазок выполняет функцию противовеса, снимающего вредную вибрацию крыла в полете, – фляттер (рис. 30).

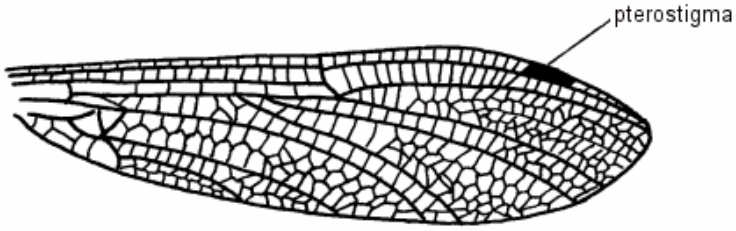


Рис. 30. Крыловой глазок на переднем крыле стрекозы (по Бей-Биенко, 1966)

Строение крыльев и жилкование являются важнейшими систематическим признаком, по которому можно определить принадлежность насекомых к отряду, семейству, роду и виду. По характеру жилкования различают два типа крыльев. Так, крылья с густой сеткой продольных и поперечных жилок носят название *сетчатых*, которые встречаются у стрекоз, поденок и насекомых из отряда сетчатокрылых (златоглазок, муравьиных львов, мантисп). У большинства насекомых (перепончатокрылых, жесткокрылых, двукрылых, чешуекрылых и др.) на крыльях преобладают продольные жилки, а число поперечных жилок небольшое. Такие крылья носят название *перепончатых*. По степени хитинизации обе пары крыльев могут быть как однородными, имеющими одинаковую консистенцию (например, у бабочек, перепончатокрылых, стрекоз), так и разнородными, когда передние крылья могут иметь более плотную консистенцию: кожистую (у прямокрылыых) или роговидную (у жуков). Более плотные передние крылья называются *надкрыльями*, или *элитрами* (elytrae). У жуков в покое они складываются на спинной стороне тела и плотно прикрывают задние крылья, почти все брюшко, а также средне- и заднеспинку, оставляя свободным лишь небольшой участок, называемый щитком. В полете надкрылья жуков играют роль только планирующих выростов, не производящих собственных движений, летные дви-

жения совершают задние крылья. У клопов передние крылья у основания более плотные, а вершинная их часть нежная, перепончатая, поэтому их называют *полунадкрыльями*, или *гемиэлитрами* (gemielytrae) (рис. 31).

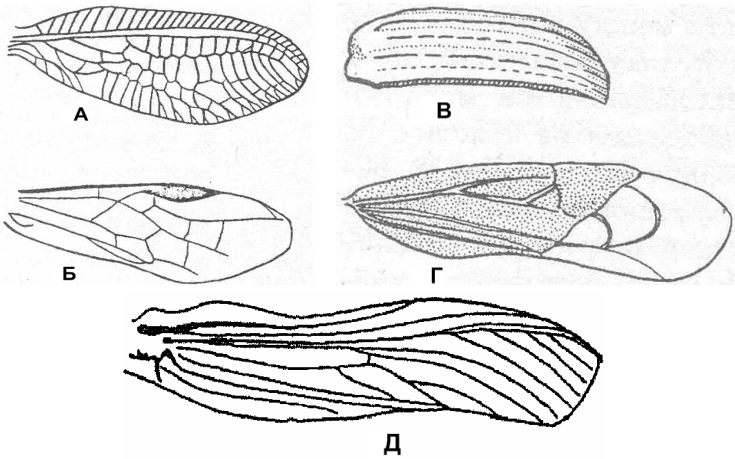


Рис. 31. Различные типы крыльев (по Бей-Биенко, 1966):
А – сетчатое; Б – перепончатое; В – роговое, или надкрылье жука (элитра);
Г – полужесткое надкрылье клопа (полуэлитра); Д – кожистое

У жуков различают три типа жилкования перепончатых крыльев: карабоидный, стафилиноидный и кантароидный. Наиболее примитивный из них *кантароидный* тип жилкования крыла, который характеризуется сохранением всех продольных и части поперечных жилок. Он встречается у жужелиц. Для *стафилиноидного* типа (встречается у коротконадкрылых жуков из сем. Staphilinidae) поперечные жилки на крыле отсутствуют. В *кантароидном* типе жилкования на крыле также отсутствуют поперечные жилки, а концевые части M и Cu сливаются, образуя общую жилку. Такой тип жилкования встречается у жуков-мягкотелок (рис. 32).

У некоторых насекомых одна пара крыльев редуцирована или выполняет специфические функции. Так, у веерокрылых

насекомых из отряда Strepsiptera передние крылья зачаточные, в виде лоскутков. У самцов тлей развиты передние крылья, а задние представлены остатками в виде цилиндрических нитей. У мух задние крылья превращены в булавовидный орган – жужальца, обильно снабженные сенсорными органами, которые служат для запуска и настройки работы передних крыльев, а в полете выполняют функцию гироскопа (определяют положение тела насекомого в пространстве). Полностью утрачивают крылья насекомые, ведущие паразитический образ жизни (вши, пухоеды, блохи).

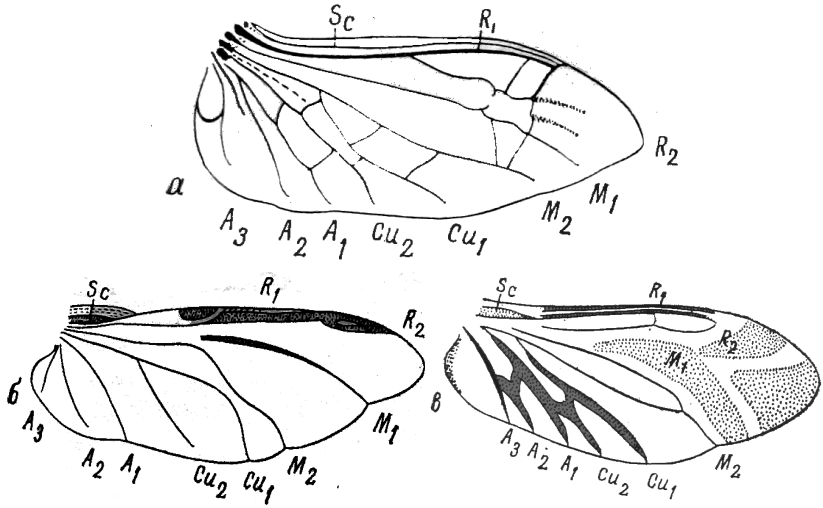


Рис. 32. Типы жилкования крыльев жуков (по Шванвичу, 1949):

а – карабоидный тип; б – стафилиноидный тип; в – кантароидный тип; Sc – субкостальная жилка; $R_{1–2}$ – радиальные жилки; $M_{1–2}$ – медиальные жилки; $Cu_{1–2}$ – кубитальные жилки; $A_{1–3}$ – анальные жилки

У многих насекомых сильнее развиты передние крылья, которые служат для полета в большей мере, чем задние. В этом случае задние крылья плотно сцепляются с помощью различных приспособлений с передними и составляют с ними единое целое. Вся эта структура приводится в движение мускулатурой

среднегруди. Такие насекомые называются переднемоторными. К ним относятся, например, чешуекрылые.

Если в полете участвуют задние крылья, то такие насекомые называются заднемоторными (жуки, прямокрылые, уховертки). Если же участвуют в полете обе пары крыльев, то насекомые называются бимоторными (стрекозы, сетчатокрылые, клопы). Бимоторное состояние полета является примитивным, а переднемоторное – прогрессивным. Переднемоторное состояние сопровождается объединением в работе передних и задних крыльев за счет их сцепления и приводит к возникновению функциональной двукрылости. Основная нагрузка в полете переходит к передним крыльям. Это приводит к ослаблению задних крыльев и их исчезновению – функциональная двукрылость переходит в морфологическую. Таким образом, у насекомых развитие и совершенствование крыла шло в направлении выработки двукрылого полета: в одних случаях оно достигалось за счет выключения из работы передних крыльев, в других – за счет ослабления или атрофии задних. Этот процесс развития полета у насекомых получил название «принцип диптеризации», или «принцип Родендорфа – Шванвича».

Другой путь эволюции крыльев – появление способности к их складыванию после полета. Стрекозы и поденки в покое держат крылья распростертыми по бокам тела или отводят их назад, остальные насекомые плотно укладывают их вдоль тела. Первые насекомые названы **древнекрылыми** (Palaeoptera), вторые – **новокрылыми** (Neoptera). Способность крыльев складываться после полета связана с появлением на крыле югальной области, или складки. Это дало возможность насекомым использовать новые убежища.

Работа крыльев и полет насекомых. Основание крыла насекомых лежит на плейральном столбике. Таким образом образуются короткое и длинное плечо. Тергит может смещаться вверх и вниз подобно крышке сосуда и оказывает давление на короткое плечо крыла. Крыло совершает движения с амплитудой 180°.

Полет происходит благодаря взмаху крыльев. При этом они работают как пропеллер самолета и как направляющая поверхность, создающая под собой поток воздуха. Крыло при движении в полете описывает синусоиду, а у неподвижно закрепленного насекомого – восьмерку, наклоненную вперед. Это обеспечивается за счет поворота крыла при опускании вокруг продольной оси.

Большую роль в работе крыльев играют мышцы и экзоскелет. Экзоскелет упругий, легко поглощает и высвобождает энергию. Поглощение энергии происходит при взмахе крыла, высвобождение – при опускании. Экономное расходование энергии достигается за счет особого белка *резелина*, находящегося в сочленениях экзоскелета. Белок обладает почти абсолютной эластичностью и способен возвращать 97% энергии, накопленной при сжатии или растяжении.

Движением крыльев управляют 9–10 пар различных мышечных групп в крыловых сегментах. У насекомых с большими крыльями (например, стрекозы и бабочки) мышцы прикрепляются непосредственно к основанию крыла и называются мышцами прямого действия. Они поднимают и опускают крылья, участвуют в их повороте и складывании. У насекомых с меньшими крыльями (например, мухи и пчелы) главную движущую силу создают мышцы непрямого действия, или мышцы-антагонисты: (дорсовентральные), соединяющие тергит со стернитом, и продольные, прикрепленные к фрагмам (перегородкам) сегментов. При сокращении продольных мышц происходит сближение перегородок сегмента, тергит выпячивается и крыло опускается. Сокращение поперечных мышц сближает тергит со стернитом и крыло поднимается (рис. 33).

Мышцы сокращаются рефлекторно, при растяжении. Мышцы непрямого действия называются *асинхронными*, на один нервный импульс они отвечают 40 сокращениями. Мышцы прямого действия на один импульс отвечают одним сокращением и называются *синхронными*.

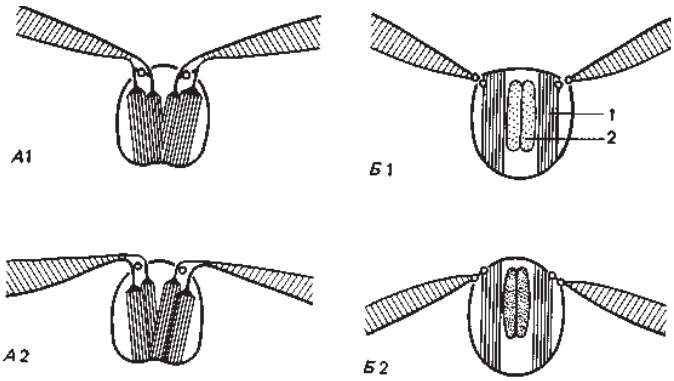


Рис. 33. Прямое прикрепление мышц крыльев (А) и опосредованное управление крыльями (Б) (по Хадорну и Венеру, 1989):
1 – дорсовентральные мышцы; 2 – продольные мышцы

В процессе полета крыло совершает движения трех типов: взмах и опускание, поворот вдоль продольной оси, перемещение вперед и назад в горизонтальной плоскости. Взмах обеспечивает подъем. Этот тип движения обеспечивает бабочкам порхание. При повороте крыла вдоль оси создается пропеллирующий эффект и толкание вперед.

Частота взмахов крыльев у насекомых различна, например, у капустной белянки она составляет 10 взмахов в секунду, у пчел – 190, у шмелей – 240, у комнатной мухи – 330, у комаров – 400–1000. При частоте взмахов крыльев более 180 в секунду слышится жужжание, около 1000 – писк.

Максимальная скорость полета достигается при сочетании узкого крыла, большой способности изменения его угла атаки и высокой частоте взмахов. Наибольшей скоростью полета обладают стрекозы – 96 км/ч. Бражники летают со скоростью 54 км/ч, слепни – 50 км/ч. Мухи-журчалки (Sirphidae), пчелы и бабочки, посещающие цветки, обладают способностью летать задом наперед.

Лабораторно-практическая работа 5

СТРОЕНИЕ ГРУДНОГО ОТДЕЛА. СТРОЕНИЕ И ТИПЫ НОГ

О б о р у д о в а н и е и м а т е р и а л ы: микроскопы МБС-10, пинцеты, препаровальные иглы, препаровальные ванночки, предметные, часовые стекла, чашки Петри, учебный и иллюстративный материал.

О б ъ е к т ы и з у ч е н и я: размоченные и наколотые на энтомологические булавки саранчовые, тараканы, хрущи, перепончатокрылые, бабочки, стрекозы – для изучения строения грудного отдела; боярышница, перепончатокрылые, сетчатокрылые, прямокрылые, жуки, мухи, полужесткокрылые, готовые препараты с различными типами крыльев – для изучения строения и типов крыльев; тараканы, жужелицы, кузнечики, саранчовые, листоеды, долгоносики, медведки, богомолы, плавунцы, медоносные пчелы, слепни, журчалки наколотые на иголки, постоянные препараты с различными типами ног – для изучения строения и типов ног.

З а д а н и е:

1. Рассмотреть особенности строения грудного отдела у насекомых из разных систематических групп. Расчленить грудь на три сегмента вместе с придатками.
2. Зарисовать сегменты, обозначив на рисунке придатки каждого сегмента.
3. Рассмотреть и определить типы ног у предложенных насекомых и на готовых препаратах, обратить внимание на особенности их строения, зарисовать.

На занятиях можно рассмотреть грудной отдел у насекомых из различных систематических групп и отметить, как на строении груди и степени развития отдельных сегментов отражается образ жизни насекомых. Необходимо найти насекомых с несовершенным полетом. В более примитивных группах

сильно развита переднеспинка (тараканы, прямокрылые и др.). Переднегрудь в целом сильно развита у насекомых, передние ноги которых приспособились к выполнению специальной функции (например, у богомолов, у медведок). Наоборот, у насекомых с совершенным полетом переднегрудь сильно уменьшается в размерах, но зато более мощно развита среднегрудь (перепончатокрылые, двукрылые). У высших перепончатокрылых (наездников, пчел, ос, муравьев) в состав груди вошел первый сегмент брюшка, называемый промежуточным сегментом, или проподеумом.

Далее, не расчленяя груди, найти три основных сегмента, сравнить степень развития каждого из них и сделать соответствующую запись.

При внимательном осмотре необходимо отметить, что скелетной основой грудного сегмента является кутикулярное кольцо, каждое такое кольцо в свою очередь подразделяется на четыре отдельных склерита. Необходимо найти спинной склерит, который называется верхним, или дорсальным, полукольцом – тергитом, далее брюшной склерит, который, в свою очередь, называется нижним, или вентральным, полукольцом – стернитом, и пару боковых стенок между спинным и брюшным склеритами, которые носят название бочки, или плейриты. Тергит груди называется также спинкой, или нотумом, стернит – грудкой, или стернумом. Как для обозначения сегмента груди в целом, так и для обозначения принадлежности рассмотренных частей к какому-либо из сегментов груди употребляют приставки: передне-, средне- и задне- (про-, мезо-, мета). Соответственно различают спинку переднегруди, или переднеспинку (пронотум), спинку заднегруди, или заднеспинку (метанотум). Стернит переднегруди называется грудкой переднегруди, или переднегрудкой (простернум) и т. д.

Отметить на спинках средне- и заднегруди систему швов, которые делят спинку на ряд вторичных участков. Передние

швы начинаются от передних углов тергита: они не сходятся друг с другом и называются парапсоидальными. Задние швы, встречаясь, образуют сплошной V-образный шов. Участок тергита, лежащий между этими швами, называется щитом, или скутумом; впереди него расположен предщит, или прескутум, а сзади – щиток, или скутеллум. Задняя часть спинки, отделенная от остальной части мембранозным пояском, называется заспинкой, или постнотумом.

Рассмотреть и зарисовать плейриты груди над основанием каждой ноги, плейральный шов, который делит плейрит на два склерита – эпистерн (эпистерна) и эпимер (эпимера). Эпистерны могут быть расположены или выше эпимер, или ближе к головному концу тела, чем эпимеры.

Далее необходимо рассмотреть и отметить дорсальные и вентральные придатки каждого сегмета, их строение. Каждый сегмент груди несет по одной паре ног (педес), у крылатых насекомых среднегрудь и заднегрудь несут по паре крыльев (алэ). Оба эти сегмента вместе называются птероторакс.

Затем с помощью препаровальных игл нужно расчленить грудь на три сегмента: переднегрудь (проторакс), среднегрудь (мезоторакс), заднегрудь (метаторакс) с придатками и зарисовать их, обозначив на рисунке придатки каждого сегмента и его склериты: грудку, спинку и бочки (на них следует отметить эпистерны и эпимеры).

Строение и типы ног. У насекомых вентральными придатками груди являются три пары ног. *Ноги* (pedes) прикрепляются к брюшной или вентральной стороне трех грудных сегментов. Они являются членистыми придатками груди. Каждая нога подразделяется на следующие членики: тазик, вертлуг, бедро, голень и лапка (см. рис. 25).

Тазик, или кокса (соха), – это основной членик, с помощью которого нога подвижно прикрепляется к плейриту груди; в месте сочленения тазика с грудью находится тазиковая

впадина. *Вертлуг* (trochanter) – маленький членик, подвижно соединенный с тазиком и малоподвижно – с бедром. Он служит как бы шарниром. У саранчовых вертлуг слабо заметен или вовсе отсутствует, у многих перепончатокрылых он как бы состоит из двух члеников (второй членик отчленился от бедра). За вертлугом следует удлиненное, а часто и уплощенное *бедро* (femur) – самая мощная и обычно самая крупная часть ноги; сочленение бедра с голенью называется коленным, а прилегающая к нему часть бедра – коленом.

Голень (tibia) следует за бедром, это тонкая удлиненная часть ноги, нередко вооруженная шипами (неподвижными образованиями), а на вершине также и шпорами (подвижными образованиями).

Концевая часть ноги называется *лапкой*, или тарзусом (tarsus), и в отличие от всех предшествующих частей она, как правило, членистая (содержит различное число члеников, но не больше пяти, хотя у ряда насекомых, например, кокцид, лапка одночлениковая).

Вершина лапки у многих насекомых имеет довольно сложное строение (см. рис. 26). Она образует ряд структур и часто обозначается как *предлапка*, или претарзус (praetarsus). В простейшем случае предлапка представлена лишь одним коготком (например, у кокцид), но у большинства насекомых развиты два коготка (ungulus). У некоторых насекомых под коготками располагается пара лопастевидных *подушечек*, или пульвилл (pulvilli), а между ними иногда развит непарный придаток – *эмподий* (empodium).

Кроме этих придатков, на претарзусе может быть развит (например, у дорожных ос) *аролиум* (arolium) – дорсальный придаток последнего членика лапки в виде подушечки, выступа или шипа между коготками.

Отчленив первую и третью пару ног саранчи, сравнивают количество частей в каждой паре и устанавливают различия

в их строении, обратив внимание на то, что в третьей паре ног отсутствует вертлуг. Затем находят и отмечают на рисунке тазиковые ямки. На ноге саранчи рассматривают шипы (неподвижные образования) и расположенные на вершине голени шпоры (подвижные образования). Подвижность шпор проверяют с помощью препаровальной иглы.

Строение претарзуса изучают на постоянных препаратах ног слепней и журчалок или ктырей. Сравнивая строение претарзуса ктырей и журчалок с претарзусом слепней, нельзя не заметить, что у ктырей эмподий представлен в виде щетинки, а у слепней похож на пульвиллы. Поэтому под коготками у слепней на лапках имеется три более или менее равновеликие присоски. Строение претарзуса часто используется в систематике насекомых.

Строение ног насекомых чрезвычайно разнообразно и в значительной степени отражает своеобразие их функций и образ жизни того или иного вида. Ноги могут служить для передвижения на суше (ходильные, бегательные, прыгательные), в воде (плавательные) или в почве (копательные). Кроме того, они могут быть специализированы для выполнения других функций: служить для сбора пыльцы (собирательные), схватывания добычи (хватательные) и др.

Получив набор постоянных препаратов с различными типами ног, необходимо рассмотреть каждый из них, найти части ног, подсчитать количество члеников на лапках, установить принадлежность к соответствующему типу и только после этого сделать зарисовку с необходимыми обозначениями. Одновременно дается краткий анализ тех изменений, которые произошли с отдельными частями ноги и с ногой в целом в связи с приспособлением к выполнению специальных функций (например, ходильные ноги отличаются от бегательных приплюснутой и расширенной лапкой с двухлопастным третьим члеником и т. д.).

Определить типы ног можно также непосредственно у предложенных насекомых (6–8 видов), затем установить, к какому типу относится каждая пара ног, используя для этого описание и табл. 4, затем сделать соответствующую запись. Подсчитать также количество члеников на каждой паре ног и результаты записать в виде формулы, состоящей из трех цифр, разделенных тире, например, формула 5–5–4 означает, что на передних и средних ногах лапки состоят из пяти, а на задней паре ног – из четырех члеников. Такая краткая запись широко используется в систематике насекомых.

Контрольные вопросы

1. Строение грудного отдела насекомых.
2. Расскажите о строении отдельных сегментов, назовите их вентральные придатки.
3. Строение ног насекомых. Особенности строения ног у разных насекомых.
4. Типы ног насекомых. Примеры.

Лабораторно-практическая работа 6

СТРОЕНИЕ И ТИПЫ КРЫЛЬЕВ. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ЖИЛКОВАНИЯ КРЫЛЬЕВ У РАЗНЫХ НАСЕКОМЫХ

О б о р у д о в а н и е и м а т е р и а л ы: микроскопы МБС-10, пинцеты, препаровальные иглы, препаровальные ванночки, предметные, часовые стекла, чашки Петри, учебный и иллюстративный материал.

О б ъ е к т ы и з у ч е н и я: размоченные и наколотые на энтомологические булавки саранчовые, тараканы, хрущи, перепончатокрылые, бабочки, стрекозы – для изучения строения грудного отдела; боярышница, перепончатокрылые, сетчатокрылые, прямокрылые, жуки, мухи, полужесткокрылые, готовые препараты с различными типами крыльев – для изучения строения и типов крыльев.

З а д а н и е:

1. Рассмотреть особенности строения формы крыльев у насекомых различных отрядов. Зарисовать переднее и заднее крыло на примере боярышницы или белянки. Обозначить стороны и углы крыла.
2. Ознакомиться с особенностями строения жилкования крыльев чешуекрылых, жесткокрылых, полужесткокрылых и прямокрылых.
3. Рассмотреть и определить типы крыльев у предложенных насекомых и на готовых препаратах, обратить внимание на особенности их строения, зарисовать.

Дорсальными придатками груди насекомого являются крылья (алэ). Необходимо обратить внимание при рассматривании насекомых на то, что если у них две пары крыльев, то расположены они на птероторакс, т.е. на средне- и заднегруди, если одна пара, то она прикрепляется к среднегруди (например, у мух).

На примере крыльев бабочек, например, боярышницы, можно увидеть, что форма крыла близка к треугольной. Необходимо зарисовать переднее и заднее крыло (лучше правую сторону) и обозначить углы и стороны крыльев. Углы называются: основание (базис), задний угол (торнус) и наиболее удаленный от тела обычно заостренный апикальный угол, или вершина (апекс). Стороны треугольника образованы краями крыла. Передний, или костальный, край (коста) соединяет основание и вершину и на расправленных крыльях обращен вперед; наружный край (термен) соединяет вершину и задний угол; задний, или внутренний, край (дорсум) находится между основанием и задним углом и на расправленных крыльях обращен назад, а на сложенных идет вдоль тела.

Типы крыльев. Степень хитинизации крыльев можно рассмотреть у представителей различных отрядов насекомых. Например, у бабочек, перепончатокрылых, стрекоз по степени хитинизации обе пары крыльев однородные, имеющие одинаковую консистенцию. Когда передние крылья имеют более плотную консистенцию, например, кожистую у прямокрылых или роговидную у жуков, тогда они будут разнородными. Более плотные передние крылья называются надкрыльями, или элитрами. У жуков в покое они складываются на спинной стороне тела и плотно прикрывают задние крылья, почти все брюшко, а также средне- и заднеспинку, оставляя свободным лишь небольшой участок, называемый щитком. У клопов передние крылья у основания более плотные, а вершинная их часть нежная, перепончатая, поэтому их называют полунадкрыльями, или гемиэлитрами.

Предложенный набор препаратов необходимо разобрать, внимательно рассмотреть и сгруппировать, используя представленную ниже схему и рис. 31.

Крыльев одна пара……

Двукрылые, самцы щитовок, веерокрылых и др.

Крыльев две пары:

I. Крылья однородные – обе пары имеют одинаковое или сходное строение.

1). Крылья покрыты чешуйками…….

Бабочки

2). Крылья покрыты волосками……

Ручейники

3). Крылья не покрыты чешуйками или волосками, часто прозрачные, голые.

А) Крылья перепончатые – жилки расположены в виде ветвей, расходящихся более или менее древовидно; ячеек, образованных поперечными жилками, меньше 20……

Перепончатокрылые

II. Крылья разнородные.

1). Передние крылья непрозрачные, без явственного жилкования, роговидные (надкрылья, или элитры), а задние – перепончатые……

Жуки

2). Передние крылья с явственным жилкованием.

А). Передние крылья однородные и кожистые, а задние – сетчатые или перепончатые……

Прямокрылые, некоторые цикады

Б). Передние крылья при основании кожистые, а на вершине перепончатые; вторая пара крыльев перепончатая……

Клопы

Изучить схему жилкования крыльев насекомых можно на примере представителей различных отрядов. По характеру расположения на крыльях жилки делятся на продольные и поперечные, причем продольные жилки являются часто полоче-

редно выпуклыми и вогнутыми. Но существует гипотетический общий план жилкования, который лежит в основе всех других форм жилкования (см. рис. 29).

В исходном состоянии на крыльях развиты следующие продольные жилки: *костальная,* или коста (costa, C); *субкостальная*, или субкоста (subcosta, Sc); *радиальная*, или радиус (radius, R); срединная, или *медиальная*, или медиа (media, M); *кубитальная*, или кубитус (cubitus, Cu); и *анальная*, или аналис (analis, A). Кроме того, на второй паре крыльев в самом заднем секторе, позади анальных жилок, могут быть также югальные жилки (Ju), входящие в состав складывающейся задней части крыльев – веера.

Продольные жилки выходят из основания крыла и расходятся веерообразно. На некоторых из них имеются дополнительные ветви, которые в этих случаях обозначают порядковой цифрой, например R2, M3 и т.д. Костальная жилка проходит вдоль переднего (костального) края крыла, она не ветвится и чаще всего сливается с передним краем. Следующая за ней субкостальная иногда делится на две ветви. Радиальная жилка делится на две ветви: передняя ветвь доходит до вершины или до переднего края крыла без дальнейшего разветвления, а главная задняя ветвь радиуса, если она развита, часто называется радиальным сектором (RS) и может разветвляться на четыре дополнительные ветви. Срединная, или медиальная, жилка образует до четырех ветвей. Такое же количество ветвей может быть и на кубитальной жилке. Анальных жилок может быть до пяти; все они отходят от основания крыла и не дают дополнительных ветвей. Не ветвятся и югальные жилки.

Поперечные жилки соединяют две смежные продольные жилки и чаще всего носят название тех продольных жилок, которые они соединяют. Чаще других развиты следующие поперечные жилки: плечевая (h) – между костальной и субкостальной; радиальная поперечная (r) – между первой ветвью

радиальной жилки и первой ветвью сектора радиуса; поперечная сектора (s); радиомедиальная (rm) – между радиальной и медиальной жилками; медианная (m) – между ветвями медиальной жилки; медиокубитальная (mcu) – между медиальной и кубитальной. Продольные и поперечные жилки делят всю площадь крыла на ячейки, названия которых чаще всего определяются ограничивающими ячейки жилками. Ячейка называется замкнутой, если она ограничена жилками со всех сторон, и открытой, если с одной стороны ограничена краем крыла.

На занятиях необходимо ознакомиться с особенностями и строения жилкования крыльев чешуекрылых, жесткокрылых, полужесткокрылых и прямокрылых.

Особенности жилкования крыльев чешуекрылых. Жилкование крыльев бабочек почти всегда продольное и сравнительно простое. Однако у большинства бабочек жилкование можно рассмотреть только после смачивания крыльев ксилолом.

Тщательно изучив общий план расположения жилок (см. рис. 29) и закрепив умение различать жилки на крыльях на препаратах, далее целесообразно при знакомстве с особенностями жилкования крыльев чешуекрылых использовать крылья боярышницы, так как на ее крыльях жилки видны наиболее ясно. У бабочек крылья однородны по консистенции и покрыты огромным количеством чешуек, сидящих на крыловой пластинке и черепицеобразно налегающих одна на другую. Каждая чешуйка сидит на коротком стебельке, погруженном в полость бугорка на крыле. Форма и жилкование передних и задних крыльев у примитивных форм чешуекрылых почти одинаковы. Однако у большинства чешуекрылых имеются различия между передними и задними крыльями по форме и жилкованию крыла. Обычно передние крылья приближаются к форме треугольника, а задние становятся более или менее веерообразными. Особенность жилкования переднего крыла большинства бабочек состоит в костальной концентрации его

жилок, когда несколько жилок проходит вблизи переднего края крыла, поэтому он становится особенно крепким. На переднем крае переднего крыла, сливаясь с ним, проходит костальная жилка; на заднем крыле эта жилка представлена короткой ветвью, идущей от основания крыла к переднему краю. За костальной жилкой расположена неветвящаяся субкостальная, упирающаяся в передний край на некотором расстоянии от вершины. Следующая за ней радиальная жилка на переднем крыле дает четыре ветви, а на заднем – только одну. Ветви радиальной жилки упираются частью в передний край, частью – в наружный. Медиальная жилка у основания не развита и только в краевой части дает три ветви, упирающиеся в наружный край крыла. Кубитальная жилка у основания развита и образует две ветви, упирающиеся в наружный край крыла; вторая и третья анальные жилки на переднем крыле сливаются вместе и впадают в задний угол, а на заднем проходят самостоятельно и упираются во внутренний край крыла. У боярышницы первая анальная жилка не развита.

Из поперечных жилок следует отметить радиомедиальную, или первую дискальную, жилку. На переднем крыле она у боярышницы не выражена, а на заднем – соединяет радиус с первой медиальной. Две медиальные жилки, или вторая и третья дискальные, соединяют между собой ветви медиальных жилок. Медиокубитальная, или четвертая дискальная, соединяет заднюю ветвь медиальной жилки с передней ветвью кубитальной. Часто эти последовательно расположенные четыре дискальные жилки не разделяют, а образованную ими ломаную жилку называют поперечной, или дискальной. Ячейка, ограниченная спереди радиальной жилкой, сзади – кубитальной и снаружи – дискальной, называется радиально-кубитальной, или срединной, или дискоидальной.

Для того, чтобы сравнительно легко разобраться с особенностями жилкования у различных представителей отряда че-

шуекрылых, необходимо помнить, что анальные жилки (их может быть от одной до трех и даже до четырех, что случается крайне редко) всегда отходят от основания крыла и никогда не ветвятся. Первой ветвящейся жилкой, считая сзади, является кубитальная. Она всегда дает только две ветви. Расположенная перед кубитальной медиальная жилка на переднем крыле почти всегда дает три ветви, но на заднем крыле М2 может исчезать. Легко различаются костальная и субкостальная жилки, отходящие от корня крыла и никогда не ветвящиеся. Оставшиеся ветви жилок будут ветвями радиуса (их может быть от одной до пяти).

После тщательного изучения жилкования крыльев переходят к зарисовке переднего и заднего крыльев боярышницы. На рисунке отмечают продольные и поперечные жилки и дискоидальную ячейку.

Особенности строения крыльев у жуков. С особенностями жилкования крыльев жуков можно ознакомиться, используя описание, затем определяют типы крыльев в предложенном наборе постоянных препаратов крыльев или непосредственно у наколотых на булавках насекомых с расправленными крыльями. После этого зарисовывают три типа крыльев, отмечая наиболее характерные особенности каждого типа.

У жуков, как правило, развиты две пары крыльев. Передние крылья, или *надкрылья*, или *элитры,* прикреплены к передней части среднеспинки, достигают обычно вершины брюшка и прикрывают его полностью. Однако у представителей таких семейств, как зерновки, пластинчатоусые и др., конец брюшка, или пигидий, остается неприкрытым. Иногда надкрылья могут быть сильно укорочены (например, у стафилинов).

Сложенные в покое надкрылья, соприкасаясь внутренними краями, образуют прямую линию – шов, вершина которого называется шовным углом. У некоторых насекомых надкрылья могут срастаться по шву (чернотелки). Наружные, или

боковые, края надкрылий обычно бывают подогнутыми вниз, образуя так называемые эпиплевры (epipleura), которые при сложенных надкрыльях налегают на боковой край тела, прикрывая его плейры. У основания сложенных надкрылий, как бы скрепляя их, располагается небольшой треугольный участок среднеспинки – щиток (скутеллум).

Вторую пару крыльев жуков можно рассмотреть, если с помощью игл раздвинуть элитры в стороны. Видно, что задние крылья жуков перепончатые, более или менее прозрачные, с более темными жилками. В расправленном виде и на готовых препаратах видно, что жилкование их значительно сильнее отличается от общего типа. Обычно крылья жуков значительно длиннее надкрылий. Однако в состоянии покоя совершенно скрыты под ними, как бы коротки ни были надкрылья, например, у стафилинов, при этом крылья перегибаются в продольном направлении, что, естественно, видоизменяет жилкование соответствующего участка крыла. Расположение жилок на крыльях имеет большое значение в современной классификации жуков.

У предложенных в наборе насекомых с расправленными крыльями и на готовых препаратах необходимо определить три основных типа жилкования крыльев жуков: карабоидный, стафилиноидный и кантароидный (см. рис. 32 и описание).

Крыло карабоидного типа (название произведено от семейства жужелиц – Carabidae) более или менее сохраняет все продольные и поперечные жилки. Характеризуется этот тип также наличием одной-двух поперечных жилок между ветвями медиальной жилки (M1 и M2), которые образуют замкнутую продолговатую ячейку. В крыле стафилиноидного типа (от названия семейства коротконадкрылых – Staphylinidae) поперечные жилки отсутствуют и основание ветви M1 недоразвито.

Кантароидный тип (от названия семейства мягкотелок – Cantharidae) является наиболее распространенным. Он характеризуется тем, что основная часть жилки M2 образует возвратную жилку, соединенную с главным стволом на перегибе

в виде крючка. Описанные виды жилкования характерны для целых подотрядов и надсемейств жуков.

После этого зарисовывают три типа крыльев, отмечая наиболее характерные особенности каждого типа.

Особенности строения крыльев клопов. Найти в наборе, рассмотреть и определить крылья клопов из семейств щитников, слепняков, хищников-крошек. У полужесткокрылых, или клопов, первая пара крыльев клопов сильно отличается от второй, имеет очень характерное строение и носит название *полунадкрылий*, или гемиэлитр (hemielytrae), или надкрылий. Передние крылья на спине плоско складываются, прикрывая спинную сторону тела сверху; при основании они кожистые, а на вершине – перепончатые. Вершинная часть обычно прозрачная, она называется перепоночкой, или мембраной (membrana), непрозрачная часть подразделена косым швом на клавус (clavus) – внутренний, прилегающий к анальному краю участок, и кориум, занимающий остальную часть крыла (кроме перепоночки) и прилегающий к наружному краю. У некоторых групп кориум разделен на вершинный участок – кунеус (cuneus), а иногда и на наружный край – эмболиум (embolium). После определения крылья представителей разных семейств необходимо зарисовать.

Особенности строения крыльев прямокрылых. У прямокрылых развиты, как правило, две пары крыльев. Передняя пара более плотная, но с хорошо выраженным жилкованием. В покое она обычно прикрывает заднюю пару, т.е. превращена в надкрылья, и ограниченно участвует в полете. Задняя пара крыльев, или просто крылья, широкие, сетчатые, активно участвуют в полете; в покое они складываются веерообразно под надкрыльями. Нередко надкрылья и крылья у некоторых прямокрылых укорочены.

Жилкование, за немногими исключениями, явственное, состоящее из всех главных жилок и многих поперечных. На надкрыльях костальная жилка вначале проходит несколько от-

ступая от переднего края, так что на надкрыльях образуется переднее поле. Анальные жилки (A2+3) являются последними и оканчиваются всегда на заднем крае крыла. На задних крыльях костальная жилка сливается с передним краем от самого основания. Анальные жилки оканчиваются всегда на внешнем крае, а за ними располагается ряд прямых, радиально расходящихся югальных жилок, лежащих в большой югальной области. На надкрыльях и крыльях обычно имеются две кубитальные жилки: передняя (CuA) и задняя (CuP). Радиальная жилка имеет в различной степени развитый радиальный сектор (RS). Нередко в срединном поле (между основаниями M и CuA) развита ложная срединная жилка (i); она без корня, иногда зазубрена и у многих видов является частью органа стрекотания.

Крыло саранчи из спиртового материала можно расправить и проследить за его складыванием, рассмотреть югальную и анальную области крыла.

С различными типами сцепочных приспособлений можно ознакомиться на крыльях бабочек и перепончатокрылых.

У представителей подотряда низших сосущих чешуекрылых (тонкопряды – Hepialidae) сцепочным механизмом является узкий югальный выступ, или югум (jugum), расположенный сзади у основания переднего крыла и в полете налегающий на передний край заднего крыла. Передний край заднего крыла входит при этом в глубокую вырезку между югальным выступом и остальной поверхностью крыла.

У многих представителей подотряда высших сосущих, или разнокрылых чешуекрылых (например, у совок, волнянок), для сцепления переднего крыла с задним служит зацепка (frenulum), состоящая из одной крепкой щетинки (у самцов) или нескольких (у самок). Зацепка располагается у переднего края заднего крыла и в полете зацепляется за особый петлеобразный выступ (у самцов) или группу щетинок (у самок) на прилегающей части переднего крыла снизу. У дневных бабо-

чек (например, у белянок) зацепка отсутствует, и механическое объединение обоих крыльев у них достигается тем, что задний край переднего крыла налегает сверху на передний край заднего крыла.

Наиболее совершенный механизм сцепления крыльев характерен для перепончатокрылых. С этим типом механизма знакомятся на крыльях пчелы.

В состоянии покоя крылья пчелы сложены вдоль тела, при этом передние крылья полностью прикрывают задние. В полете крылья располагаются перпендикулярно к телу и сцепляются вместе с помощью специальных приспособлений. Рассматривая крылья при 20-кратном увеличении лупы или под бинокуляром, можно увидеть крючочки (зацепки), расположенные по переднему краю заднего крыла.

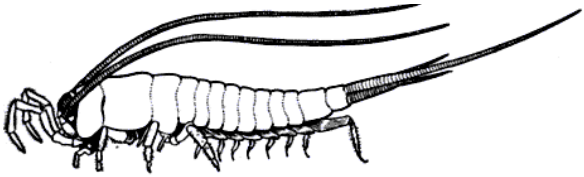
На крыле пчелы таких зацепок может быть от 17 до 25. Ими заднее крыло зацепляется за складку, расположенную на заднем крае переднего крыла. Благодаря такому сцеплению оба крыла функционируют во время полета как одна плоскость.

Контрольные вопросы

1. Строение грудного отдела насекомых.
2. Строение отдельных сегментов, сочленений и мускулатуры.
3. Происхождение, общий план строения крыльев насекомых.
4. Типы жилкования крыльев насекомых.
5. Особенности строения крыльев бабочек.
6. Особенности строения крыльев жуков.
7. Особенности строения крыльев клопов.
8. Особенности строения крыльев прямокрылых.
9. Приспособления для соединения крыльев у насекомых. Примеры.
10. Характер полета и ритм работы крыльев.
11. Заднемоторные и переднемоторные насекомые. Примеры.

Тема 5. БРЮШКО И ЕГО ПРИДАТКИ

Брюшко – третий отдел тела насекомого – является основным вместилищем внутренних органов. В отличие от головы и груди брюшко насекомых характеризуется довольно простым строением. Оно состоит из обособленных сегментов, которые лишены конечностей и связанной с ними локомоторной мускулатуры. Однако у некоторых представителей имеются рудименты конечностей, выполняющие другие функции. У чешуйниц (Thysanura) имеются на всех сегментах придатки – грифельки, на которых брюшко волочится по субстрату, как на полозьях санок (рис. 34 А). Одна пара задних грифельков имеется у тараканов. Членистые придатки заднего сегмента – церки – также считаются производными конечностей (рис. 34 Б). Имеются доказательства, что яйцеклады многих насекомых представляют собой видоизмененные конечности трех последних сегментов, например, яйцеклад у кузнечиков, сверчков.



А



Б

Рис. 34. Щетинохвостка (А) (по Снодграссу и Стаху, цит. по Бей-Биенко, 1966); конец брюшка богомола с церками (Б)

Число сегментов брюшка варьирует. В примитивном состоянии оно состояло из 12 видимых сегментов, как это наблюдается у близкородственных насекомым протур из класса скрытоночелюстных. Максимальное число сегментов у современных насекомых (10) характерно для низших отрядов насекомых и для личинок насекомых с полным превращением. В целом у насекомых наблюдается тенденция к сокращению числа сегментов, или олигомеризация. Причем сокращению подвергаются последние сегменты. Только у некоторых насекомых с полным превращением сокращаются первые сегменты за счет объединения с последним сегментом груди. За счет редукции число видимых сегментов у некоторых двукрылых составляет всего лишь от четырех до шести.

Сегменты брюшка сравнительно однообразны и мало видоизменены. Они состоят из верхнего и нижнего полуколец – тергитов и стернитов, связанных между собой гибкой плейральной мембраной с немногочисленными склеритами и сегментарно расположенными отверстиями дыхалец. Слабое развитие стернитов соответствует неразвитости придатков. Тергиты чаще крупнее и толще стернитов. Только у насекомых, у которых брюшко покрыто надкрыльями (жуки, клопы), наоборот, большее развитие получают стерниты. У самок насекомых стернит восьмого сегмента иногда увеличен и формирует предгенитальную пластинку, тогда как стернит девятого сегмента, напротив, небольшой.

По типу сочленения с грудью брюшко может быть сидячим, стебельчатым или висячим (рис. 35, табл. 5). *Сидячее* брюшко соприкасается с грудью широким основанием. Такой тип брюшка встречается у большинства насекомых (например, у мух, жуков, бабочек и др.). У ос, муравьев и наездников между грудью и брюшком имеется тонкая перетяжка, образованная вторым сегментом (у муравьев вторым и третьим). Первый сегмент при этом входит в состав груди и носит название *пропо-*

деума. Такой тип брюшка называется *стебельчатым*. У пчел и некоторых ос перетяжка или стебелек между брюшком и грудью короткие, а само брюшко располагается под некоторым углом к груди. Подобное брюшко принято называть *висячим*.

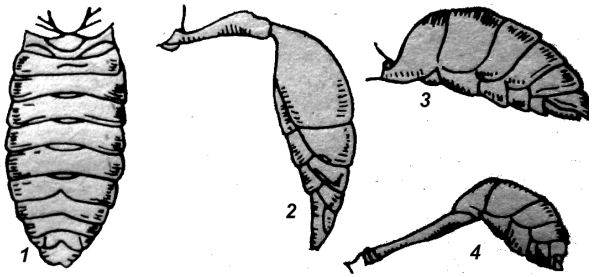


Рис. 35. Типы брюшка насекомых (по Богданову-Катькову, цит. по Бондаренко, Глущенко, 1985):
1 – сидячее; 2 – широкостебельчатое; 3 – висячее; 4 – длинностебельчатое

Таблица 5. **Строение брюшка насекомых**

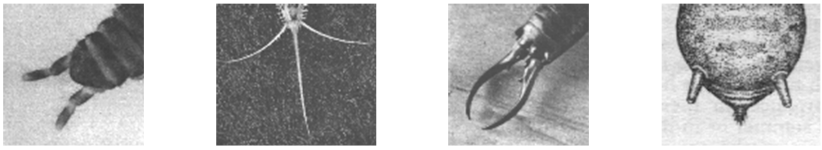
Тип брюшка	Особенности строения и сочленения с грудью	Представители
Сидячее	Соприкасается с грудью широким основанием	Пилильщики, жуки, двукрылые, клопы, трипсы, прямокрылые, тараканы и т. д.
Стебельчатое	Между брюшком и грудью имеется тонкая перетяжка-стебелек	Осы, муравьи, наездники
Висячее	Перетяжка или стебелек короткие	Пчелы и некоторые осы

По форме брюшко у насекомых бывает либо *цилиндрическим* (у стрекоз, муравьиных львов), либо *приплюснутым* (у клопов), либо *сдавленным* с боков (у наездников и блох).

Брюшко несет различные придатки, которые делятся на две категории: не связанные с размножением и половые придатки.

Придатки первой категории особенно развиты у примитивных форм насекомых (щетинохвостки) – это грифельки

(остатки ходильных ног) и церки. У большинства насекомых имеются только церки, расположенные на 11-м сегменте. Церки выполняют роль тактильных (реагирующих на прикосновение) чувствительных органов. У ручейников церки входят в состав гениталий самцов. У личинок и нимф насекомых придатки брюшка хорошо развиты и представлены ходильными ногами или трахейными жабрами (нимфы стрекоз и поденок). К придаткам брюшка можно также отнести выделительные трубочки (сифоны) тлей (рис. 36).



а *б* *в* *г*

Рис. 36. Придатки брюшка взрослых насекомых:
а – типичные церки; б – церки и хвостовая нить (каудальный филамент);
в – видоизмененные церки уховертки; г – выделительные трубочки тли

У неполовозрелых форм некоторых насекомых с полным превращением, например, у гусениц чешуекрылых, личинок скорпионовых мух, ложногусениц пилильщиков на брюшке имеется несколько пар мясистых придатков, называемых ложными ногами (рис. 37).

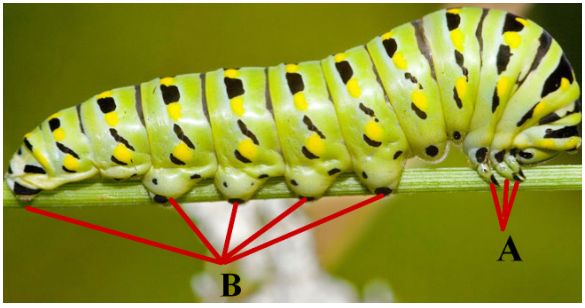


Рис. 37. Гусеница: А – членистые ноги груди; В – ложноноги

На восьмом и девятом сегментах брюшка располагаются половые придатки, образуя яйцеклад самок и копулятивный орган самцов, которые называются гениталиями, а сами сегменты носят название генитальных. Расположенные впереди и позади них сегменты соответственно называются пре- и постгенитальными. Из гениталий самок наиболее развит восьмой стернит, которым нередко заканчивается брюшко снизу. Этот стернит носит название генитальной пластинки.

Строение яйцеклада самок

У самок яйцеклад образован тремя парами створок – вальвами. Нижняя пара отходит от пары пластинок – нижних створкодержателей, которые относятся к восьмому сегменту. Внутренние и наружные пары отходят от верхних створкодержателей. У насекомых с хорошо развитым яйцекладом (например, пилильщиков) нижние и внутренние створки образуют режущий или колющий орган с внутренним каналом для выхода яиц. Верхние створки превращаются в ножны или футляр, в который в покое вкладывается яйцеклад (рис. 38).

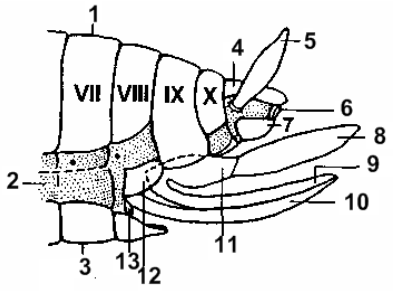


Рис. 38. Схема строения вершины брюшка самки насекомых (по Бей-Биенко, 1970):

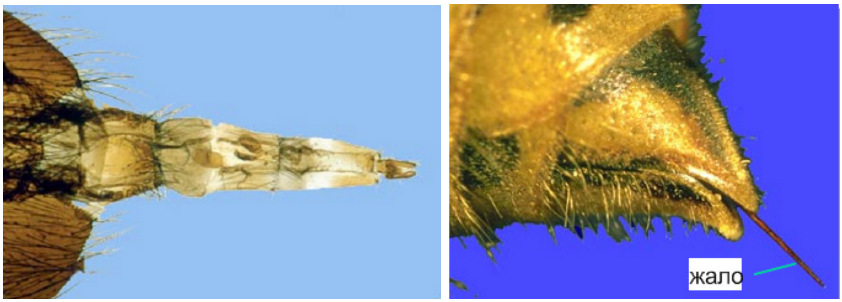
1 – тергиты; 2 – плейриты; 3 – стерниты; 4 – эпипрокт; 5 – церки; 6 – анальное отверстие; 7 – парапрокт; 8 – парная третья яйцекладная пластинка; 9 – верхние створки яйцеклада; 10 – нижние створки яйцеклада; 11 – парная вторая яйцекладная пластинка; 12 – парная первая яйцекладная пластинка; 13 – половое отверстие

Типы яйцекладов

1. Ортоптероидный (отряд прямокрылые) – все три створки сложены вместе и образуют функциональный яйцеклад либо внешние створки превращаются в короткий орган, направляющий движение яиц при их откладке (примитивная форма).

2. Ложный, или вторичный, яйцеклад (жуки, двукрылые, чешуекрылые) – створки развиты слабо или недоразвиты, последние сегменты брюшка формируют выдвижную трубку, функционирующую как яйцеклад (рис. 39 А). Такой яйцеклад называется телескопическим и снабжен придаточным аппаратом для проникновения в щели и растительные ткани.

3. Жало пчел и ос – образуется из придатков восьмого сегмента (нижних вальв), две пары придатков девятого сегмента образуют футляр для жала и щупальца (см. рис. 39 Б).



А Б

Рис. 39. Яйцеклады насекомых: А – комнатной мухи; Б – жало пчелы

Копулятивные органы самцов

Они образуются из придатков девятого сегмента в комбинации с его элементами, иногда – частями десятого сегмента. Функциями копулятивных органов являются перенос сперматозоидов в половые пути самки и удержание самки при спаривании. В каждом отряде этот орган, как правило, характеризуется особыми, присущими только этому отряду признаками.

В общем плане строение копулятивного аппарата характеризуется следующим образом (рис. 40). В копулятивный аппарат входят сильно склеротизированные части, образующие его сложную структуру. Всегда хорошо выражен собственно копулятивный орган – фаллус, или эдеагус. Срединная непарная часть эдеагуса – пенис, хотя этим термин иногда называют весь эдеагус. На основании эдеагуса располагается пара боковых лопастевидных образований – парамеры (гонапофиз). Структурные различия полового аппарата самцов является важными таксономическими признаками и используются в диагностике насекомых.

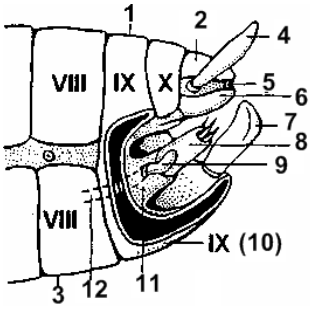


Рис. 40. Схема строения вершины брюшка самца насекомых (по Бей-Биенко, 1970):

1 – тергиты; 2 – эпипрокт, или анальная пластинка; 3 – стерниты; 4 – церки; 5 – анальное отверстие; 6 – парапрокт, или парные пластинки по бокам анального отверстия; 7 – вальва; 8 – эдеагус; 9 – парамера; 10 – девятый стернит брюшка, превращенный в генитальную пластинку, или гипандрий; 11 – фаллобаза, или основание копулятивного органа; 12 – семяизвергательный канал

Лабораторно-практическая работа 7

БРЮШКО И ЕГО ПРИДАТКИ

О б о р у д о в а н и е и м а т е р и а л ы: Микроскопы МБС –10, пинцеты, препаровальные иглы, препаровальные ванночки, предметные и часовые стекла, чашки Петри, учебный и иллюстративный материал.

О б ъ е к т ы и з у ч е н и я: саранчовые, кузнечики, тараканы, уховертки, клопы, пилильщики, жуки, бабочки, медоносные пчелы, осы, муравьи, наездники.

З а д а н и е:

1. Рассмотреть строение брюшка у предложенных насекомых, найти тергиты, стерниты и плейриты, степень склеротизации, сравнить их у различных представителей.
2. Подсчитать и сравнить количество сегментов, количество тергитов и стернитов, обратить внимание на несовпадение числа тергитов и стернитов как у одной и той же особи, так и у самца и самки одного и того же вида, а также у нескольких видов насекомых.
3. Найти генитальные, прегенитальные, постгенитальные сегменты.
4. Рассмотреть и зарисовать придатки брюшка у предложенных насекомых.
5. На примере некоторых насекомых рассмотреть характер сочленения груди и брюшка, определить типы брюшка, сделать рисунки и записи.

Ход выполнения задания

Рассматривая строение брюшка, его сильно растягивают, чтобы было видно, что каждый сегмент состоит из верхнего полукольца (тергита) и нижнего полукольца (стернита), соединенных по бокам тела мягкими бочками, или плейрами. Отно-

сительная степень развития тергита, стернита и плейральной мембраны существенно отличается у представителей разных групп насекомых.

Необходимо подсчитать и отметить максимальное число сегментов брюшка у разных насекомых, считая и концевой членик (тельсон). Например, у перепончатокрылых и двукрылых брюшко может состоять всего лишь из четырех-пяти сегментов. Очень часто в брюшке утрачивается соответствие между числом тергитов и стернитов. Разное количество тергитов и стернитов бывает у самца и самки одного и того же вида (например, у самца таракана сверху видно 10 тергитов, а у самки – 8). Рассматривая таракана снизу, можно найти у самца 9 стернитов, а у самки – 7. Сегменты брюшка необходимо подсчитать и разделить на три группы: восьмой и девятый сегменты называются половыми, или генитальными, так как на этих сегментах находятся наружные половые придатки, или гениталии (у самца – копулятивный орган, а у самки – яйцеклад); первый-седьмой сегменты называются прегенитальными, а 10–12-й – постгенитальными.

Брюшко может сочленяться с грудью различно. Пользуясь рис. 35 и табл. 5, у предложенных в наборе насекомых по характеру сочленения брюшка с грудным отделом необходимо определить тип брюшка: сидячее, стебельчатое, висячее. Сделать рисунки и записи.

Придатки брюшка. Чаще всего на заднем конце брюшка располагаются разнообразные придатки (см. рис. 36). В наборе у предложенных насекомых рассматривают, сравнивают и зарисовывают следующие придатки: церки, грифельки, различные типы яйцекладов (саранчи, кузнечика, сверчка, пилильщика, наездника) и жало пчелы, являющееся видоизмененным яйцекладом. При просмотре обращают особое внимание на место прикрепления, членистость и форму церок и грифельков; кроме того, сопоставляют их наличие у самцов и самок

одного и того же вида. У кузнечика и саранчи определяют количество и характерные особенности створок яйцеклада.

Церки представляют собой придатки последнего сегмента. Они могут быть членистыми (у таракана) и нечленистыми (у уховертки и саранчи) и бывают как у самцов, так и у самок.

Грифельки расположены на последнем стерните брюшка самца и представляют собой пару небольших нечленистых образований, например, у таракана.

Яйцеклад представляет собой гениталии самки и служит для откладки яиц. Например, у кузнечиков он состоит из трех пар створок, хотя внешне часто выглядит непарным и устроен следующим образом (см. рис. 38). От расположенной между тергитом и стернитом восьмого сегмента первой пары яйцекладных пластинок отходит пара нижних створок. От второй пары яйцекладных пластинок, расположенных на девятом сегменте, отходит две пары яйцекладных створок, составляющих верхнюю и внутреннюю пары створок яйцеклада.

Все три пары створок соединены друг с другом скользящим швом. Из-за внешнего вида яйцеклад кузнечика называют мечевидным или серповидным. Например, у сверчков яйцеклад на конце копьевидно расширяется и поэтому получил название копьевидного. Яйцеклад саранчовых короткий и состоит из четырех створок (обычно крючковидных). Яйцеклад у пилильщиков за сходство с пилой называется пиловидным. У жалящих перепончатокрылых (пчелы, осы, муравьи) яйцеклад превратился в орган защиты и нападения – жало.

Контрольные вопросы

1. Строение, сегментарный состав и мускулатура брюшного отдела.

2. Особенности строения и сочленения брюшка с грудью у разных насекомых. Типы брюшка.

3. Придатки брюшка у разных насекомых.

Лабораторно-практическая работа 8

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА: МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СТРОЕНИЯ НАСЕКОМОГО

Оборудование и материалы: Микроскопы МБС-9 или МБС-10, пинцеты, препаровальные иглы, препаровальные ванночки, предметные и часовые стекла, чашки Петри.

Объекты изучения: достаточно крупные насекомые, например, колорадский жук, майский, июньский жуки, жуки водолюбы, прямокрылые (самцы и самки) на энтомологических иголках, предварительно разваренные или размоченные части тела насекомых.

Контрольная работа по описанию наружного строения взрослого насекомого проводится для проверки и закрепления изученного материала по морфологии. Краткое описание насекомого необходимо сделать по приведенному ниже примерному плану морфологического описания насекомого:

1. Величина и форма тела насекомого, окраска.
2. Голова и ее придатки: тип постановки головы, форма, размер (относительный), подразделение на участки (лоб, темя и т.д.); величина, форма, структура и цвет различных участков головы; наличие глаз и глазков, их расположение, форма, размер, цвет, количество.
3. Усики: тип, соотносительная длина, цвет, число члеников и их форма, место прикрепления.
4. Ротовой аппарат: положение, тип, степень развития, строение; верхняя губа и верхние челюсти, их положение, форма, размер (без вычленения).
5. Грудь и ее придатки: строение груди, ее форма и размер, подразделение на сегменты; форма, размер, структура, цвет спинки, грудки, бочков переднегруди, среднегруди, заднегруди.

6. Придатки грудного отдела: крылья, число, тип, размер, форма. Жилкование, положение в спокойном состоянии и в полете, соотношение переднего и заднего крыльев, тип сцепления.
7. Ноги: тип, размер, строение отдельных частей; формула лапок.
8. Брюшко и его придатки: размер, форма, тип, число тергитов и стернитов, структура, цвет; наличие придатков брюшка (церки, грифельки, яйцеклад, их форма, строение.

Ход выполнения задания

Необходимо найти и описать те признаки, которые можно увидеть без расчленения насекомого. При необходимости можно описать отдельные части тела расчлененного насекомого, используя для этой цели разваренный или размоченный материал. При пестрой окраске и разнородной скульптуре описывают отдельные части тела или перечисляют по группам части тела, имеющие одинаковую окраску и скульптуру.

Ниже предлагается примерное описание взрослого насекомого (колорадского жука).

Колорадский жук является сравнительно крупным насекомым от 7 до 12 мм в длину и от 4,5 до 10 мм в ширину. Тело жука короткоовальное, со спинной стороны сильновыпуклое, с брюшной – плоское, даже слегка вогнутое, блестящее. Голова, переднеспинка и ноги желтовато-красные, надкрылья – светло-желтые. На голове и переднеспинке симметрично расположены темные пятна, а на каждом надкрылье имеется пять черных полос.

Голова малозаметна, так как втянута в переднегрудь и почти вертикально опущена книзу, гипогнатического типа. Форма головы округлая, ширина ее больше длины. На голове, покрытой точечными ямками, имеется три темных пятна. Срединное

пятно по своей форме напоминает равнобедренный треугольник, вершина которого направлена назад, а основание более или менее изогнуто внутрь, в результате чего пятно приобретает сердцевидную форму. Другие два пятна имеют овальную форму и расположены по бокам головы на теменной части, между глазами и шеей. Эти пятна заметны лишь тогда, когда голова вытянута. Когда же голова втянута, то их закрывают выступающие края переднеспинки. Наличник имеет трапециевидную форму, короткий, в три раза шире своей длины, весь густо пунктирован. Темя и затылок слиты и затемнены. Шея выражена слабо.

Глаза черные, бобовидной формы, с мелкими шестигранными фасетками. Расположены по бокам головы и видны с дорсальной (спинной) стороны. Простых глазков нет.

Усики четковидного типа, расположены по бокам головы в усиковых впадинах (на уровне переднего края глаза). Состоят усики из 12 члеников; последний членик слит с предыдущим неподвижно. Первые пять члеников коричневые, следующие – темнее, а последние – темного цвета. Из члеников первый самый большой, толстый и довольно длинный, у основания уже, несколько изогнут; второй наполовину короче и уже первого, бокаловидный; третий – бокаловидный, на треть длиннее второго и уже его; четвертый по длине и ширине равен второму, бокаловидная форма выражена более резко; пятый короче четвертого членика; шестой – короткий, немного шире пятого; седьмой – бокаловидной формы, почти такой же ширины, как и шестой; восьмой – цилиндрической формы; девятый, десятый и 11-й постепенно увеличиваются в размере, приобретая цилиндрическую форму, 12-й имеет форму конуса. На вершине каждого членика, начиная с третьего, расположены редкие, направленные вперед волоски.

Ротовой аппарат грызущего типа. Верхняя губа светлая, ее ширина в 2,5 раза больше длины. Передний край верхней

губы почти прямой и лишь слегка выгнут, имеет закругленные углы и густо усажен довольно длинными и толстыми волосками. Под верхней губой расположены (отчасти прикрыты ею) массивные, сильно склеротизированные верхние челюсти. Каждая из этих челюстей имеет на внутренней стороне зубцы: три из них ясно выражены, а четвертый небольшой, в виде бугорка. Первые два зубца (у вершины) самые большие и острые, налегающие друг на друга; третий зубец небольшой, расположен почти около середины внутренней стороны верхней челюсти, его широкое основание покрыто густыми короткими волосками.

Переднеспинка сильно выпуклая, заметно уже надкрылий у их основания. Ее ширина почти в два раза больше длины. Передний край переднеспинки почти прямой и усажен короткими волосками; передние ее углы несколько заостренные, слегка вытянутые вперед. Задний край переднеспинки заметно выгнут полукругом, он, как и прочие края, окаймлен валикообразным кантом. Задние углы тупые. Основной цвет переднеспинки темно- оранжевый, иногда переходящий в красноватый. На переднеспинке имеется несколько темных пятен, расположение и форма которых весьма изменчивы. Наиболее характерными являются два пятна, расположенные в центральной части переднеспинки. Они удлинены в продольном направлении и часто соединяются в виде цифры V или буквы υ. На краях, впереди этих пятен, расположено по круглому, а в боковых выемках центральных пятен – по овальному пятну. На таком же уровне, но ближе к боковым краям переднеспинки расположены большие пятна неправильной формы. За двумя последними пятнами расположены пятна в виде скобки, а перед боковыми пятнами – еще по одному, более мелкому, круглому пятну. Встречаются экземпляры жуков, у которых два центральных пятна сливаются с другими пятнами, расположенными на заднем краю переднеспинки.

Переднегрудка покрыта редкими, светлыми, длинными волосками. Эпиплевры имеют форму неправильных четырехугольников и тоже несут светлые, тонкие, редкие слабозаметные волоски.

Среднеспинка представлена в виде очень небольшой пластинки, слегка вогнутой в передней части (по форме напоминает седло). Над тазиковыми впадинами среднеспинка выдается сильнохитинизированными скобками. Щиток светло-коричневого цвета в виде треугольника с вытянутой и закругленной вершиной. Вся светлоокрашенная часть среднегрудки усажена редкими светлыми волосками. Эпистерны имеют вид вытянутых треугольников со слегка загнутыми внутрь вершинами. На темноокрашенной верхней части эпистернов видны пунктировка и волоски; окраска у основания светлая, усиливающаяся к вершине треугольника. Эпимеры почти треугольной формы, волоски на них редкие.

Заднеспинка широкая и состоит из слабохитинизированных частей. Заднегрудка очень широкая, в 1,5 раза шире среднегрудки, трапециевидной формы, сзади почти прямая, лишь немного вырезана перед тазиковыми впадинами. Передний край заднегрудки в средней части слегка вытянут по направлению выроста среднегрудки. От этого выроста идут пологие выемки с затемненным краем, замыкающие тазиковые впадины. Перед задними тазиковыми впадинами имеется по одному большому темному пятну, утолщенному и закругленному к краю и сужающемуся, заостренному к середине. Эпистерны заднегрудки немного длиннее заднегрудки, слабобокаловидной формы, с перехватом у вершины. Вся заднегрудка покрыта тонкими, редкими, длинными волосками, сидящими на небольших слабохитинизированных основаниях.

Крыльев у колорадского жука две пары: надкрылья и перепончатые крылья. Надкрылья твердые, выпуклые, плотно прилегающие к телу. Каждое из них с наружной и внутрен-

ней стороны слабо закруглено у вершины. Вдоль каждого из надкрылий расположено по пять узких черных полос, ограниченных выводными протоками желёз в виде ясно выраженных пунктирных точек: первая, очень узкая полоса, идет почти по самому внешнему краю; между первой и второй полосами имеется сильная пунктировка, заметная невооруженным глазом; третья и четвертая полосы сливаются в одну, а пятая полоса кончается немного раньше других, не доходя до вершины приблизительно на четверть всей длины. Основание надкрылий окаймлено черным ободком. Надкрылья светлее переднеспинки и головы, основная окраска их желтая. Крылья перепончатые, длиннее надкрылий, складываются не только вдоль, но и поперек; в местах поперечных перегибов заметны белые пятна. Жилки желтые или темно-коричневые. Тип жилкования кантароидный. Окраска крыльев очень изменчива. Крылья могут быть совершенно бесцветными или иметь окраску с переходами от бледно-розового до красного цвета: окраска постепенно бледнеет к краю крыла и исчезает.

Ноги ходильного типа, окрашены более ярко, чем сам жук. Бедра и голени коричневые или желтовато-красные; лапки черные. Передние тазики сближены, полуовальной формы; вертлуги треугольной формы. Бедра гладкие, блестящие, массивные, уплощенные с боков, на всем протяжении более или менее одинаковой толщины. На вершине бедра темные ободки, а с внутренней – небольшие выемки. Голень расширяется к вершине и с внешней стороны имеет желобок с заостренными краями, который постепенно исчезает. Вершина голени затемнена. На голенях хорошо заметны точки и волоски. Лапки четырехчлениковые, их первые три членика снизу опушены волосками. Первый членик имеет бокаловидную форму; второй – сердцевидную, меньше первого; третий – двухлопастный, сверху с глубокой выемкой, в которую вдвигается длинный узкий четвертый членик, прикрепленный почти

у основания третьего. Лапка заканчивается двумя простыми несросшимися коготками. Средняя пара ног такая же, только ее бедра несколько толще. Задние тазики резко отличаются от передних и средних: они выпуклые, резко поперечные, сближенные, в три раза шире своей длины.

Брюшко имеет семь тергитов, из которых второй и третий несколько длиннее первого. Начиная с четвертого, тергиты постепенно уменьшаются; седьмой тергит почти вдвое длиннее каждого из предыдущих и в задней своей половине значительно хитинизирован. Весь край последнего тергита густо покрыт короткими волосками; посередине идет шов (углубление); верхний край тергита несколько выгнутый, полукруглый.

Первого стернита нет, а от второго остались только небольшие, сильно вытянутые в сторону грудки неправильные пятиугольники, по одному с каждой стороны. Третий стернит широкий, несет между тазиками отросток, который по длине и ширине равен длине стернита за тазиками. На этом стерните имеется четыре пятна: два круглых по краям и два узкоовальных в середине. Четвертый стернит по длине равен третьему, но немного короче его и несет шесть пятен: два по краям (более или менее квадратной формы); два – средних (обычно в виде вытянутых прямоугольников) и два более мелких пятна, расположенных между средними и крайними. Пятый стернит меньше четвертого в ширину и незначительно меньше в длину. По краям этого стернита располагаются два треугольных пятна и два овальных – в середине. Шестой стернит уже и короче пятого и имеет такие же пятна, как и пятый. Седьмой стернит в 1,5 раза длиннее шестого, но в ширину значительно меньше, имеет форму уплощенного полукруга, по краям которого расположены два круглых пятна.

Поверхность последнего стернита у самцов более выпуклая; задний край стернита по обе стороны от средней линии незначительно усечен и с выемкой; у самок он слегка закру-

глен, но без выемки, иногда слабо заострен. Важным отличительным признаком самца является лунка, занимающая треть последнего стернита и имеющая овальную или треугольную форму. Отличительным признаком самки являются две хитинизированные пластинки, соединенные в виде свода, закрывающего верхнюю половину полового отверстия. Поверхность этих пластинок усеяна многочисленными точечными выходами специальных желёз, выделения которых служат для прикрепления яиц к поверхности субстрата.

После описания морфологических особенностей предложенного насекомого контрольная работа сдается преподавателю для проверки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Анисимов А. И.* Общая энтомология: курс лекций. Ч. 1: Морфология, анатомия и физиология, биология / А. И. Анисимов, Е. С. Сугоняев. – СПб., Пушкин: Изд-во СПбГАУ, 2005. –183 с.

2. *Бей-Биенко Г. Я.* Общая энтомология: учебник. – Изд. стереотип. – М.: Проспект науки, 2008. – 486 с.

3. *Беспозвоночные* / под ред. действ. чл. АН СССР Л. А. Зенкевича. – М.: Просвещение, 1969. – Т. 3. – 575 с.

4. *Бондаренко Н. В.* Практикум по общей энтомологии/ Н. В. Бондаренко, А. Ф. Глущенко. – Изд. стереотип. – СПб.: Проспект науки, 2017. – 352 с.

5. *Гриценко В. В.* Практикум по энтомологии: учеб. пособие / В. В. Гриценко, Ю. А. Захваткин [и др.]; под ред. Ю. А. Захваткина, Н. Н. Третьякова. – М.: Либроком, 2013. – 296 с.

6. *Захваткин Ю. А.* Курс общей энтомологии. – М.: Колос, 2001. – 376 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).

7. *Клюге Н. Ю.* Современная систематика насекомых. – СПб.: Лань, 2000. – 336 с.

8. *Хадорн Э.* Общая зоология/ Э. Хадорн, Р. Венер – М.: Мир, 1989. – 528 с.

9. *Росс Г.* Энтомология / Г. Росс, Ч. Росс, Д. Росс. – М.: Мир, 1985. – 576 с.

10. *Уткин Н. А.* Экологический и зоологический словарь. – Курган: КГУ, 2000. – 480 с.

11. *Dhooria M. S.* Ane's Encyclopedic Dictionary of General and Applied Entomology. – New Delhi: Springer,2008. – 306 p.

12. *Encyclopedia* of Entomology / Ed. by J. L. Capinera. – Springer Science+Business Media B. V., 2008. – 4346 p.

13. *Encyclopedia* of Insects / Ed. H. R. Vincent, T. C. Ring. – Academic Press, Hong Kong, 2003. – 1295 p.

14. *Gillott C.* Entomology. – Springer, Netherlands, 2005. – 831 p.

СЛОВАРЬ ЛАТИНСКИХ ТЕРМИНОВ

А б д о м е н (abdomen) – брюшко.

А к р о н (acron – вершина, край) – головная лопасть.

А л э (alae) – крылья.

А л а г л о с с ы (alaglossae) – простой язычок на нижней губе у перепончатокрылых.

А л и н о т у м (alinotum) – предщит, щит и щиток.

А н т е н н ы (antennae) – усики.

А п е к с (apex) – апикальный угол, или вершина крыла.

А п о д е м а – внутренний вырост кутикулы.

А р о л и ум (arolium) – подушечка, выступ или шип между коготками.

Б а з и с (basis) – основание крыла.

В а л ь в а (valvae) – лопасть.

В е р т е к с (vertex) – темя.

Г а л е а (ga1ea) – наружная жевательная лопасть нижних челюстей.

Г а у с т е л л у м (haustellum) – втягиватель хоботка.

Г е н э (genae) – щеки.

Г е м и э л и т р ы (hemielytrae) – полунадкрылья, или полуэлитры, или гемиэлитры.

Г и п о ф а р и н к с (hypopharynx) – подглоточник.

Г л о с с ы (glossae) – язычки, или внутренняя пара жевательных лопастей нижней губы.

Г н а т о ц е ф а л о н (gnathocephalon) – челюстной отдел головы.

Г у л а (gula) – горло.

Д о р с у м (dorsum) – задний, или внутренний край крыла.

Ка п у т (caput) – голова.

К а р д о (cardo) – основной членик нижних челюстей.

К л а в у с (clavus) – участок полунадкрылий клопа.

К л и п е у с (clypeus) – наличник.

К о к с а (coxa) – тазик, или основной членик ноги.

К о р и у м (corium) – участок полунадкрылий клопа.

К о с т а (costa) – передний, или костальный край крыла.

К у н е у с (cuneus) – участок кориума.

К у т и к у л а (cuticula – кожица) – плотное неклеточное образование на поверхности эпителиальных клеток, состоящее из секрета этих клеток и образующее наружный покров.

Л а б р у м (labrum) – верхняя губа.

Л а б и у м (labium) – нижняя губа.

Л а ц и н и я (lacinia) – внутренняя жевательная лопасть нижних челюстей.

Л а б е л л у м ы (labellum) – подвижные створки сосальца.

М а л е (male) – самец (m).

М а н д и б у л ы (mandibulae) – верхние челюсти или жвалы.

М а к с и л л ы (maxillae) – нижние челюсти.

М е з о т о р а к с (mesothorax) – среднегрудь.

М е м б р а н а (membrana) – перепоночка, или вершинная часть полунадкрылий клопов.

М е р о н (meron) – задняя часть тазика.

М е н т у м (mentum) – подбородок.

М е т а н о т у м (metanotum) – заднеспинка.

М е т а т о р а к с (metathorax) – заднегрудь.

Н о т у м (notum) – спинка.

О в и д у к т у с (oviductus) – яйцеклад.

О к у л и (oculi) – сложные глаза.

О к у л а р и й (ocularium) – группа стемм.

О к ц и п у т (occiput) – затылок.

О р и с (oris) – ротовое отверстие.

О ц е л л и (ocelli) – простые глаза, или глазки.

П а л ь п ы (palpi) – щупики.

П а л ь п и м а к с и л л я р е с (palpi maxillares) – нижнечелюстные щупики.

П а л ь п и л а б и а л е с (palpi labiales) – нижнегубные щупики.

П а р а г л о с с ы (paraglossae) – придаточные язычки (наружная пара жевательных лопастей нижней губы).

П е д е с (pedes) – ноги.

П е д и ц е л л (pedicellus) – ножка, или второй членик усика.

П л е й р и т (pleura, гр. – ребро, бок, сторона) – парный боковой хитинизированный участок сегмента тела (бочки).

П о с т о к ц и п у т (postocciput) – зазатылок (узкий кольцеобразный склерит с затылочными мыщелками).

П о с т м е н т у м (postmentum) – заднеподбородок.

П о с т н о т у м (postnotum) – заспинка.

П р е м е н т у м (prementum) – предподбородок.

П р е с к у т у м (prescutum) – предщит.

П р е т а р з у с (praetarsus) – предлапка, или претарзус.

П р о н о т у м (pronotum) – спинка переднегруди, или переднеспинка.

П р о с т е р н у м (prosternum) – стернит переднегруди, или переднегрудка.

П р о т о р а к с (prothorax) – переднегрудь.

П т е р о т о р а к с (pterothorax) – средне и заднегрудь (сегменты, несущие крылья).

П у л ь в и л л ы (pulvilli) – лопастевидные подушечки под коготками.

Рострум (rostrum) – конусообразный вырост головы.

С к л е р и т (skleros, гр. твердый) – жесткий хитинизированный участок кутикулы.

С е г м е н т ы (segmentus – отрезок, кусок) – сходные по строению части тела, расположенные последовательно вдоль его продольной оси.

С т е р н и т (sternum, гр. – грудь) – брюшной или грудной склерит сегмента тела (нижнее, или вентральное, полукольцо).

С у б г е н э (subgenae) – защеки.

С у т у р ы (suturae) – швы, или борозды, разделяющие головную капсулу на несколько склеритов.

С т е м м а – группа фасеток.

С т и п е с (stipes) – стволик нижних челюстей.

С к а п у с (scapus) – первый, основной членик усика, или рукоятка.

С к у т у м (scutum) – щит.

С к у т е л л у м (scutellum) – щиток.

С о л и в а р и у м (solivarium) – задняя часть ротовой полости, куда открываются протоки слюнных желез.

С т и л и (styli) – грифельки.

С у б м е н т у м (submentum) – подподбородок.

Т а р з у с (tarsus) – лапка, концевой членик ноги.

Т е р г и т (tergum – спина) – спинной склерит сегмента тела, (верхнее или дорсальное полукольцо).

Т е р м е н (termen) – наружный край крыла.

Т е н т о р и у м (tentorium) – комплекс перекладин внутри головной капсулы.

Т е м п о р а (tempora) –. виски.

Т и б и а (tibia) – голень, членик ноги.

Т о р а к с (thorax) – грудь.

Т о р н у с (tornus) – задний угол крыла.

Т р о х а н т е р (trochanter) – вертлуг, членик ноги.

Т р о ф и (trophi) – ротовой аппарат.

У н г у л ю с (ungulus) – коготки.

Ф а л л у с (phallus) – копулятивный орган.

Ф а р и н к с (pharynx) – глотка.

Ф а с е т к а (faccete, фр. – грань, фасета) – простой глазок сложного глаза насекомых.

Ф е м у р (femur) – бедро, членик ноги.

Ф е м а л е (female) – самка (f).

Ф л а г е л л у м (flagellum) – жгутик (членики усика, начиная с третьего).

Ф р е н у л у м (frenulum) – зацепка для сцепления крыльев.

Ф р о н с (frons) – лоб.

Ц е р к и (cerci) – придатки последнего сегмента брюшка.

Ц и б а р и у м (cibarium) – передняя часть ротовой полости, куда открываются ротовое отверстие и глотка.

Э д э а г у с (aedeagus) – концевая часть фаллуса.

Э к з о с к е л е т – наружный скелет.

Э л и т р а (elytrae) – надкрылья, или элитры.

Э м б о л и у м (embolium) – участок кориума.

Э м п о д и й (empodium) – непарный придаток между пульвиллами.

Э п и к р а н и у м (epicranium) – черепная коробка, или головная капсула.

Э п и м е р (epimera) – склерит над основанием каждой ноги.

Э п и п л е в р ы (epipleura) – наружные или боковые края надкрылий, подогнутые вниз.

Э п и с т е р н (episterna) – склерит над основанием каждой ноги.

Э п и ф а р и н к с (epipharynx) – надглоточник.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

Тема 1. ПОЛОЖЕНИЕ НАСЕКОМЫХ В СИСТЕМЕ ЖИВОТНОГО ЦАРСТВА 5

Лабораторно-практическая работа 1.ЗНАКОМСТВО С ОСНОВНЫМИ ПРЕДСТАВИТЕЛЯМИ ЧЛЕНИСТОНОГИХ 11

Тема 2. ПЛАН СТРОЕНИЯ ТЕЛА НАСЕКОМОГО И ЭКЗОСКЕЛЕТ 15

Лабораторно-практическая работа 2. НАРУЖНОЕ СТРОЕНИЕ ТЕЛА НАСЕКОМЫХ 20

Тема 3. СТРОЕНИЕ ГОЛОВЫ И ЕЕ ПРИДАТКОВ 22

Лабораторно-практическая работа 3. СТРОЕНИЕ ГОЛОВЫ. ГЛАЗА И ГЛАЗКИ. СТРОЕНИЕ И ТИПЫ УСИКОВ 44

Лабораторно-практическая работа 4. СТРОЕНИЕ И ТИПЫ РОТОВЫХ АППАРАТОВ У НЕКОТОРЫХ НАСЕКОМЫХ 48

Тема 4. ГРУДЬ И ЕЕ ПРИДАТКИ 60

Лабораторно-практическая работа 5. СТРОЕНИЕ ГРУДНОГО ОТДЕЛА. СТРОЕНИЕ И ТИПЫ НОГ 78

Лабораторно-практическая работа 6. СТРОЕНИЕ И ТИПЫ КРЫЛЬЕВ. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ЖИЛКОВАНИЯ КРЫЛЬЕВ У РАЗНЫХ НАСЕКОМЫХ 84

Тема 5. БРЮШКО И ЕГО ПРИДАТКИ 95

Лабораторно-практическая работа 7. БРЮШКО И ЕГО ПРИДАТКИ 102

Лабораторно-практическая работа 8. КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА: МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СТРОЕНИЯ НАСЕКОМОГО 105

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 113

СЛОВАРЬ ЛАТИНСКИХ ТЕРМИНОВ 114

Виктор Александрович Коробов
Людмила Николаевна Васильковская
Вера Павловна Цветкова
Ирина Валерьевна Андреева

МОРФОЛОГИЯ НАСЕКОМЫХ

Учебно-практическое пособие

Редактор *Т. К. Коробкова*
Компьютерная верстка *В. Н. Зенина*

Подписано в печать 5 декабря 2020 г. Формат $60 \times 84\,^{1}/_{16}$.
Объем 6,0 уч.-изд. л., 7,5 усл. печ. л. Тираж 100 экз.
Изд. № 22. Заказ № 2336.

Отпечатано в Издательском центре НГАУ «Золотой колос»
630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб. 106.
Тел. (383) 267-09-10. E-mail: 2134539@mail.ru