

ЛЕКЦИЯ 2. МОРФОЛОГИЯ НАСЕКОМЫХ

План:

1. Деление тела насекомых на отделы.
2. Строение головы насекомого и ее придатки.
3. Строение груди и ее придатков.
4. Строение брюшка и его придатки.

1. Деление тела насекомых на отделы

Для класса насекомых в целом характерно то, что тело насекомых снаружи покрыто плотной кутикулой, которая играет роль наружного скелета. Твердый наружный скелет имеет преимущества: он защищает тело с поверхности от испарения и проникновения различных веществ, служит местом прикрепления мышц и увеличивает прочность тела (в 3 раза по сравнению с внутренним скелетом).

Подвижность тела достигается подразделением его на отдельные членики или сегменты, между сегментами кутикула тонкая и образует межсегментальную мембрану.

Современные насекомые произошли от многоножкообразных, тело которых разбито на метомерные сегменты. Однако поздние сегменты тела насекомых утратили первичную метомерность или повторяемость, произошла олигомеризация – уменьшение числа сходных между собой сегментов путем их редукции или полного исчезновения, либо путем смены функций или полного слияния некоторой части сегментов. Степень олигомеризации характеризует морфологическое совершенство класса насекомых.

Тело насекомых разбито на три хорошо обособленных отдела – **голову, грудь и брюшко**. Видимое число сегментов не превышает 14-15.

2. Строение головы насекомого и ее придатки.

Голова насекомых имеет членистое происхождение, и как считает большинство ученых, произошла из пяти сегментов. В состав головы входит предротовой сегмент (акрон) и несколько передних члеников.

Конечности этих сегментов приближаются к ротовому отверстию и окружают его, превращаясь в членистые придатки. Трём парам ротовых конечностей соответствуют три сегмента головы, которые составляют челюстной отдел (гнатоцефалон).

Одна пара конечностей превратилась в усики. У зародышей некоторых насекомых обнаруживается еще одна пара дополнительных бугорков.

Форма головы может быть различно видоизменена. Поверхность головы подразделена на отдельные участки иногда обособленные между собой швами. На голове различают темя (vertex), лоб (frons), по обеим сторонам от лобных швов лежат щеки (genae), а позади их – защеки (postgenae). Позади темени лежит затылок (occiput). К низу ото лба расположен наличник (clypeus). Еще ниже расположена верхняя губа (labrum). Черепная коробка образует наружный скелет головы и несет на себе глаза, усики, ротовые органы.

Глаза насекомых бывают двух родов: 1. По бокам головы расположены сложные или фасеточные глаза 2. У некоторых насекомых кроме фасеточных глаз имеются простые глаза.

Усики или антенны (antennae) расположены между глазами, или впереди их, они находятся в, так называемой, усиковой впадине или ямке, и состоят из утолщенного основного членика, называемого рукояткою (scapus) и ножкой - педицелл (pedicellus) и остальной части - жгутика (flagellum). Усики играют роль и функции органов чувств – обоняния и осязания.

Величина и форма усиков чрезвычайно многообразны и служат одним из систематических признаков при определении насекомых.

Различают следующие **типы усиков**:

1. Нитевидные.
2. Четковидные.
3. Щетинковидные.
4. Булавовидные.
5. Веретеновидные.
6. Пильчатые.
7. Гребенчатые.
8. Перистые.
9. Коленчатые.
10. Щетинконосные.
11. Головчатые
12. Неправильные
13. Коленчато-пластинчатые.
14. Коленчато-гребенчатые.
15. Мечевидные.

За норму длины можно принять длину около $\frac{1}{4}$ или $\frac{1}{2}$ длины тела, но нередко они бывают длиннее.

Ротовые аппараты насекомых обнаруживают громадное функционально-морфологическое разнообразие: грызущего типа, сосущий ротовой аппарат и его модификация - колюще-сосущий, колюще-лижущий и верх организации – мускоидный ротовой аппарат. Однако, несмотря на большое функциональное разнообразие, все ротовые аппараты являются производными трех пар ходильных конечностей переднего отдела тела предков насекомых.

Исходным типом ротовых аппаратов является **грызущий ротовой аппарат**, из которого образовались разнообразные виды сосущего, лижущего и колющего ротовых аппаратов. Грызущий ротовой аппарат состоит из верхней и нижней пары челюстей, верхней и нижней губы. Верхняя пара челюстей (mandibulae) представляет собой твердые хитинизированные нечленистые придатки, имеющие с внутренней стороны зубцы. Нижняя пара челюстей (maxillae) устроена сложнее. Она состоит из нескольких члеников: у основания – основной членик (cardo), к нему причленяется стволик (stipes), стволик несет на себе челюстной щупик (palpis maxillaris), состоящий не более чем из 7-ми члеников, и пару жевательных лопастей: наружной или галеи (galea) и внутренней или лацинии (lacinia). Нижняя губа (labium) соответствует третьей паре челюстей (или второй паре нижних конечностей), слившихся по срединной линии своими двумя основными члениками и частью стволиками - стипесами (stipes). Вследствие этого нижняя губа превратилась в функционально непарный орган. Она члениста и состоит из подподбородка (submentum), подбородка (mentum), язычка (glossae) и придаточного язычка (paraglossae) и пары губных щупиков (лабиальных). Сверху ротовые органы прикрываются верхней губой (labrum), которая является просто складкой кожи и не принадлежит к ротовым конечностям. Ротовые конечности расположены вокруг рта и замыкают предротовую (или преоральную) полость. В нее вдается языкообразный мясистый орган – подглоточник или гипофаринкс (hypopharynx). Ротовые аппараты других типов представляют собой видоизменения грызущего ротового аппарата.

Видоизменения ротового аппарата связаны в основном с приспособлением насекомых к питанию жидкой пищей.

Грызуще-лижущий ротовой аппарат присущ пчелиным. В нем особенно ярко виден переход от грызущего ротового аппарата: верхние челюсти сохраняют свое обычное строение, а нижние челюсти и нижняя губа сильно вытянуты и приспособились для сосания. Внутренние жевательные лопасти нижней губы сильно удлинились, и образовался хоботок. Наружные лопасти атрофировались. Удлинились нижнее-губные щупики. Внутренние жевательные лопасти слились, и образовался язычок.

Возникают различные модификации сосущего ротового аппарата (для принятия жидкой пищи без прокола) и колюще-сосущие – чтобы принять жидкость изнутри субстрата.

Ротовые органы сосущего типа характерны для бабочек, они приспособлены для принятия жидкой пищи (нектар цветов) без предварительного прокола. Верхняя губа и верхние челюсти недоразвиты.

Ротовой аппарат состоит из 2-х видоизмененных нижних челюстей, с внутренней стороны которых имеется выемка. При складывании образуется каналец. В спокойном состоянии хоботок скручивается спиралеобразно. Нижняя губа представляет собой еле заметную пластинку с хорошо развитыми щупиками.

Колюще-сосущий ротовой аппарат - у насекомых, которые для получения жидкой пищи должны проколоть наружный покров растения или животного. Этот ротовой аппарат встречается у клопов, цикадовых, тлей, червецов, щитовок, белокрылок, комаров и т.д.

Верхние и нижние челюсти превращены в тонкие нерасчлененные упругие щетинки, заостренные на вершине. Щетинки плотно прилегают друг к другу. Нижние челюсти, смыкаясь, образуют два канала: один для введения слюны, другой для высасывания сока (крови). Верхняя губа незначительно удлинена, зато нижняя губа сильно вытянута и представляет собой как бы футляр для щетинок.

Лижущий ротовой аппарат (мускоидный). Приспособлен для слизывания жидкой пищи (у мух). Хоботок образуется лишь одной нижней губой, оканчивающейся на конце подушечкой, которая пронизана небольшими каналцами, впадающими в общий проток. Муха выделяет слюну и хоботком соскабливает пищу, превращая ее в жидкую кашицу, которую и засасывает.

Наклон головы к продольной оси тела бывает различным. Если ротовое отверстие вместе с челюстями обращено вперед, или, по крайней мере, вниз и вперед, то голова называется **прогнатической**. Этот тип постановки головы характерен для хищников. Направленные вперед ротовые органы хорошо приспособлены к нападению и схватыванию добычи. Однако такое соответствие наблюдается не всегда.

Если рот и челюсти обращены вниз, то голова называется **гипогнатической**.

Очевидно, гипогнатический тип является первичным, поскольку ноги всегда обращены концами вниз. Гипогнатическая голова обычно свойственна потребителям растительных и животных остатков (тараканы, ортоптероидные, клопы, жуки и др.).

Помимо названных выше двух типов наблюдается иногда **опистогнатическая** голова с ротовыми челюстями, обращенными назад и сильно приближенными к передним ногам (равнокрылые: цикадовые, медяницы, тли, кокциды), акриды, трипсы.

3. Строение груди и ее придатков

Следующий за головой отдел – грудь. У насекомых этот отдел, в отличие от других членистоногих, резко обособлен от брюшка.

Он возник в результате олигомеризации сегментов метомерного тела предков, так как быстрое координирование движения такого тела было невозможно.

Сосредоточение функций передвижения в груди (локомоторной функции), утрата последними сегментами ходильных конечностей явилось крупным шагом в эволюции. Появление крыльев - важного органа движения еще более усилило локомоторную специализацию груди, усложнило ее строение и способствовало упрощению строения брюшка. Усиливается мускулатура грудных сегментов, усложняется их строение.

Грудь (thorax) у всех насекомых состоит из трех сегментов – **передне- (prothorax), средне- (mesothorax) и задне- (metathorax) груди**.

Каждый грудной сегмент представляет собой кутикулярное кольцо, подразделяемое на 4 отдельных склерита. **Верхнее или дорзальное полукольцо – тергит, нижнее или вентральное – стернит и боковые плеуриты**. Тергит груди называется спинкой (notum), стернит – грудкой (sternum). Каждый сегмент груди несет по паре ног (podes), а средне- и заднегрудь, как правило, по паре крыльев, в связи с этим оба последних сегмента груди называют термином птероторакс (pterothorax).

Возникновение крыльев потребовало выработки мощной мускулатуры, в связи с чем образовались вдающиеся внутрь складки кутикулы (фрагмы), швов. Первичные склериты оказались подразделенными на серии вторичных склеритов.

В зависимости от степени развития мышц оказались и в большей или меньшей степени развития та или иная часть груди.

Плейриты груди устроены сложно, они, в противоположность брюшным, довольно сильно склеротизированы. Над основанием каждой ноги имеется явственный плейральный шов, который делит плейрит на два склерита: передний (episterna) эпистерн и задний эпимер (epimega). Отчленившись от тазика (соха), предтазик вошел и образовал склеротизованную стенку плейрита.

Боковая стенка груди укреплена внутренним гребнем, который своей вершиной (на 2 и 3 сегментах) образует плейральный столбик (columella). На нем лежит основание крыла.

К каждому грудному сегменту прикреплено по паре ног. **Ноги** членистые и состоят из **тазика (соха), прикрепляющегося к груди, вертлуга (trochanter), бедра (femur), голени (tibia), лапки (tarsus)**, состоящей из 1-5 члеников.

На конце лапки находятся коготки. У большинства насекомых развито 2 коготка, а между ними подушечка или arolium.

В связи с различным образом жизни **типы ног** различных насекомых могут сильно различаться между собой. 1. Ходильные. 2. Бегательные. 3. Прыгательные. 4. Копательные. 5. Хватательные. 6. Собираательные. 7. Присасывательные. 8. Прицепные

Сверху к средне- и заднегрудю (птеротораксу) подвижно прикрепляются крылья. Крыльев у насекомых две пары, иногда крыльев у насекомых совсем нет (у первичнобескрылых), или же они атрофированы (вторичнобескрылые – вши, блохи). У некоторых насекомых имеется лишь одна пара крыльев – на среднегрудю (двукрылые, самцы червецов и щитовок) и на заднегрудю (веерокрылые).

Насекомые первые на Земле животные, выработавшие 300-320 млн. лет назад активный полет.

Крыло насекомых развивается как полое выпячивание покровов средней и задней груди (паранотальные выросты). Это выпячивание растет, стенки его спадаются, остаются лишь узкие промежутки, по которым в период формирования крыла текла кровь (гемолимфа). В местах залегания трахей и нервов на крыле образуются характерные трубчатые утолщения – жилки, составляющие каркас крыла и придающие ему механическую прочность.

Для первичного жилкования, где сохранилось жилкование полностью, наиболее характерны следующие жилки: костальная или краевая (1), субкостальная (2), радиальная (5), медиальная (3), кубитальная (2-3), анальная (обычно 3). Позади анальных могут быть югальные, включающие сюда складывающуюся часть крыла. Жилки поочередно являются выпуклыми и вогнутыми.

Между жилками располагается эластичная тонкая кутикула, промежутки между продольными жилками называются полями, которые обозначаются по имени проходящей спереди жилки. Заключенные между поперечными жилками части обозначаются как ячейки.

Крылья насекомых разных отрядов по форме, размерам, развитию различно функционируют в полете.

У одних насекомых задние и передние крылья одинаковы по величине (стрекозы, термиты), у других – передние крылья крупнее задних (бабочки, перепончатокрылые, полужесткокрылые).

По консистенции **крылья могут быть различных типов**: перепончатые (сетчатокрылые и перепончатокрылые), кожистые (у саранчовых). Сильно хитинизированные (надкрылья или элитры) – передняя пара плотная, прикрывает задние крылья; надкрылья неоднородные – полунадкрылья или гемиелитры (порлужесткокрылые).

Работа крыльев насекомых весьма интересна и тем, что она характеризуется большой частотой работы летательного органа-крыла. Так, например: медоносная пчела делает в секунду 260-440 взмахов, а комары-дергуны даже свыше 1000 взмахов в секунду.

ЭВОЛЮЦИЯ ПОЛЕТА. А.В. Мартынов – выдающийся российский палеоэнтомолог, изучив огромное количество ископаемых останков насекомых, показал, что древние насекомые держали крылья в покое распростертыми, другие менее древние насекомые приобрели способность плотно складывать крылья вдоль тела, благодаря чему они имеют компактное обтекаемое тело и тем самым приобрели громадное преимущество в борьбе за существование.

Возникновение новокрылых – новый прогрессивный шаг в эволюции, был обозначен известным русским ученым-эволюционистом Северцовым как принцип ароморфоза (ароморфоз – усложнение организации и функций организмов в процессе эволюции, дающие им возможность расширить использование внешней среды).

Приобретя компактное тело, новокрылые смогли жить в ранее недоступных им местах, под камнями, в почве, воде, в толще травы. Они смогли легче переносить неблагоприятные условия среды, одновременно они получили дополнительные возможности скрываться от врагов.

Преимущества новокрылых в эволюции оказалось настолько очевидным и значительным, что они вытеснили древнекрылых насекомых, из которых в настоящее время сохранились лишь стрекозы и поденки.

Существенной стороной в эволюции полета играет та или другая пара крыльев. Как показал известный советский ученый Б.Н. Шванвич, по участию в полете крыльев и их мускулатуры различают 3 группы насекомых: бимоторные, заднемоторные и переднемоторные.

Переднемотрность у высших насекомых сопровождается объединением крыльев с помощью различных сцепочных приспособлений: бабочки, перепончатокрылые, тли. Морфологически четырехкрылое состояние является функционально двукрылым.

Заднемотрность – у жуков, у прямокрылых. Передние крылья приобретают покровную функцию, а летательная функция целиком переходит к задним крыльям. У заднемоторных возникает функционально двукрылый полет.

Бимоторное состояние характерно для стрекоз и некоторых низших сетчатокрылых, у которых в полете используется одинаково обе пары крыльев.

Таким образом, развитие и совершенствование крыльев насекомых шло в направлении выработки двукрылого полета (выключение из полета передних крыльев). На это явление впервые обратили внимание Родендорф Б.Б. и Шванвич Б.Н. Отсюда, и процесс развития полета был назван как «принцип диптеризации» или принцип Родендорфа-Шванвича.

4. Строение брюшка и его придатки

Брюшко (abdomen) представляет собой задний отдел тела насекомых. Они возникли из 11 члеников и их хвостового компонента - тельсона. Вследствие слияния отдельных члеников брюшка их число сократилось до 9-10, а у некоторых насекомых брюшко до 4-5 сегментов. Сегменты брюшка или уромеры не сложны по своему строению и состоят из верхнего полукольца – тергита и нижнего полукольца – стернита. Оба эти полукольца соединены мягкими плеуритами, за счет которых брюшко может очень сильно растягиваться (термиты, майки).

Первые семь сегментов брюшка носят название прегенитальных. Сегменты 8 и 9, несущие половые придатки, называются генитальными. Последние 10 и 11, если они есть, - концевые или постгенитальные.

Первый брюшной сегмент у большинства насекомых подвижно сочленен с грудью, изредка неподвижно срастается с нею, образуя так называемый промежуточный сегмент (проподеум).

Типы брюшка. При резком сужении одного первого сегмента (у ос), или двух-трех (у некоторых муравьев) сегментов, брюшко носит название висячего или стебельчатого, а суженные сегменты называются стебельком. При обычном широком сочленении с грудью брюшко называется сидячим.

Брюшко взрослого насекомого лишено ног. Однако имеются придатки, которые являются видоизмененными остатками брюшных конечностей с новой функцией.

Прегенитальные сегменты (1-7) у взрослых насекомых лишены придатков. На генитальных сегментах (8-9) находятся наружные половые придатки или гениталии – копулятивный орган у самцов и у самок ряда насекомых – яйцеклад. Наружные половые придатки или гениталии у самок представлены яйцекладом и жалом.

Яйцеклад – часть полового аппарата самок, предназначен для откладки яиц. Он имеется у тех насекомых, у которых откладка яиц происходит не на поверхность почвы, растений, а яйца вводятся в ткань растений, в почву, или в тело насекомых или других животных.

Гениталии самца представлены нередко сложными структурами. Копулятивный орган самца – фаллус (с выраженной срединной частью – пенисом), у основания его расположена пара боковых лопастевидных пластинок – парамеры.

У насекомых высших отрядов постгенитальные сегменты не выражены, или сильно преобразованы. В качестве концевых придатков брюшка у низко организованных насекомых сохранились видоизмененные остатки ходильных конечностей – церки и грифельки.

Церки представляют собой придатки XI сегмента, и при его исчезновении переходят на 10-й сегмент. Грифельки – пара удлинённых нечленистых придатков на 9-м стерните у самцов многих прямокрылых

Жизнь на Земле наиболее богато воплотилась в насекомых. Видов насекомых много больше, чем видов всех остальных животных и растений вместе взятых (только описанных видов свыше миллиона).

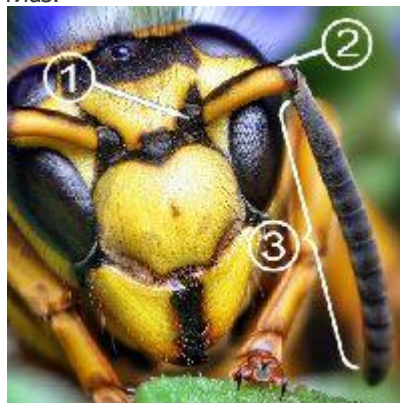
Изучение морфологии насекомых раскрывает черты эволюции насекомых, филогенетическое родство насекомых между собой и другими беспозвоночными служит фундаментом для систематики и всех других разделов общей энтомологии.

Знание морфологии необходимо также для понимания особенностей повреждений, наносимых насекомыми, успешной разработки и применения методов борьбы с вредными видами, использования полезных видов.

Усики насекомых



Усики (или антенны, или сяжки) – пара подвижных членистых придатков головы насекомого, отходящих от лицевой поверхности, обычно между глаз.



Строение усиков

Строение

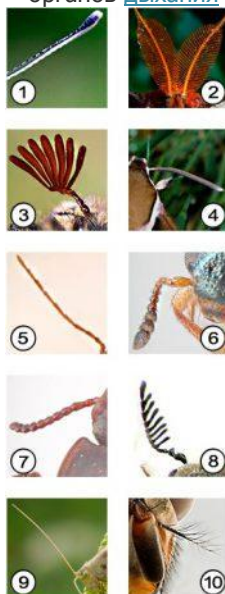
Первый членик называют [скапусом](#) (scapus) или рукояткой, второй – [педицеллумом](#) (pedicellus) или ножка, а все оставшиеся вместе – [флагеллумом](#) (flagellum) или жгутик. Прикреплен усик в усиковой ямке, иногда окруженной узким кольцеобразным усиковым [склеритом](#). В периферической части ямки имеется небольшой вырост, к которому причленен сам усик.

Двигаются антенны с помощью мышц, крепящихся к [основному членику](#) – [скапусу](#), мышцы тянутся к нему от тенториума. [Афлагеллум](#) двигается за счет мышц расположенных между рукояткой и жгутиком.

В эмбриогенезе усики развиваются из придатков 2-го головного сегмента.

Функции антенн

Функционально антенны это орган чувств, они отвечают за осязание и [обоняние](#). Встречаются насекомые, у которых они выполняют нестандартные роли – органов [дыхания](#) и удержания добычи.^[1]



Типы усиков

Форма

Усики чрезвычайно разнообразны по форме, и некоторые наиболее четко выраженные их типы имеют специальные наименования. Несколько примеров приведено на рисунке. Разнообразие форм антенн позволяет использовать их в определении вида насекомого.

По форме усики различают:

1. Булавовидные (например у [Булавоусого хрущака](#) из семейства [Чернотелок](#));
2. Перистые;
3. Пластинчатые;
4. Веретеновидные;
5. Нитевидные (например у жуков из семейства [Притворяшек](#));
6. Пильчатые;
7. Четковидные (например у [Большого мучного хрущака](#));
8. Гребенчатые;
9. Щетинковидные;
10. Щетинконосные.^[2]

Так же нужно отметить, что строение сяжки часто отражает половой [диморфизм](#) – у самцов они обычно более развиты, по сравнению с самками.

У [личинок](#) усики, как правило, сильно редуцированы как в отношении длины, так и в отношении числа члеников.

Усики есть у всех насекомых кроме отряда бессяжковых (Protura), у которых они утрачены.

- 1) [скапусом](#) (scapus) или рукояткой,
- 2) [педицеллумом](#) (pedicellus) или ножка,
- 3) [флагеллумом](#) (flagellum) или жгутик