

# Лекция 19. Внешнее и внутреннее строение насекомых

- Характеристика надкласса Насекомые
- Внешнее строение насекомых
- Внутреннее строение насекомых
- Нервная система и органы чувств

## Характеристика надкласса насекомых

Известно около 1 млн. видов, обитания - всюду

### Внешнее строение

- Тело из трех тагм: голова (сепhalon), грудь (thorax), брюшко (abdomen)

**Голова:** акрон + 4 (5-6) сегментов

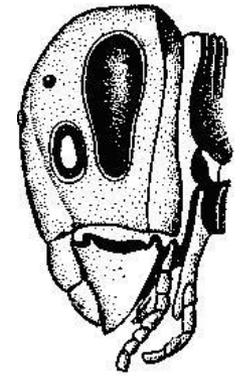
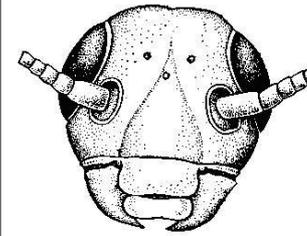
Типы постановки головы: прогнатический, гипогнатический, опистогнатический

Головная капсула. Отделы:

- Фронтально-клипеальный: лобно-фронтальный склерит (frons), наличник (clypeus), верхняя губа (labrum)
- Теменной: два теменных склерита (vertex), затылочный склерит (occiput)
- Затылок - вокруг затылочного отверстия
- Боковые отделы: щеки (genae)

Глаза (сложные, простые), усики

Ротовой аппарат



Голова перепончатокрылого

Жизнь животных, 1969



Фото Е.В.Борисовой ©

Типы постановки головы

## Ротовой аппарат

**Ортоптероидный** (грызущий): верхняя губа, мандибулы, максиллы, нижняя губа, гипофаринкс

**Лакающий** (пчелы): верхняя губа, мандибулы

- максиллы: удлинённая наружная жевательная лопасть (galea) - верх хоботка
- нижняя губа: удлинённый щупик (palpi) - низ хоботка, внутренние лопасти (glossae) - язычок

**Сосущий** (чешуекрылые): верхняя губа

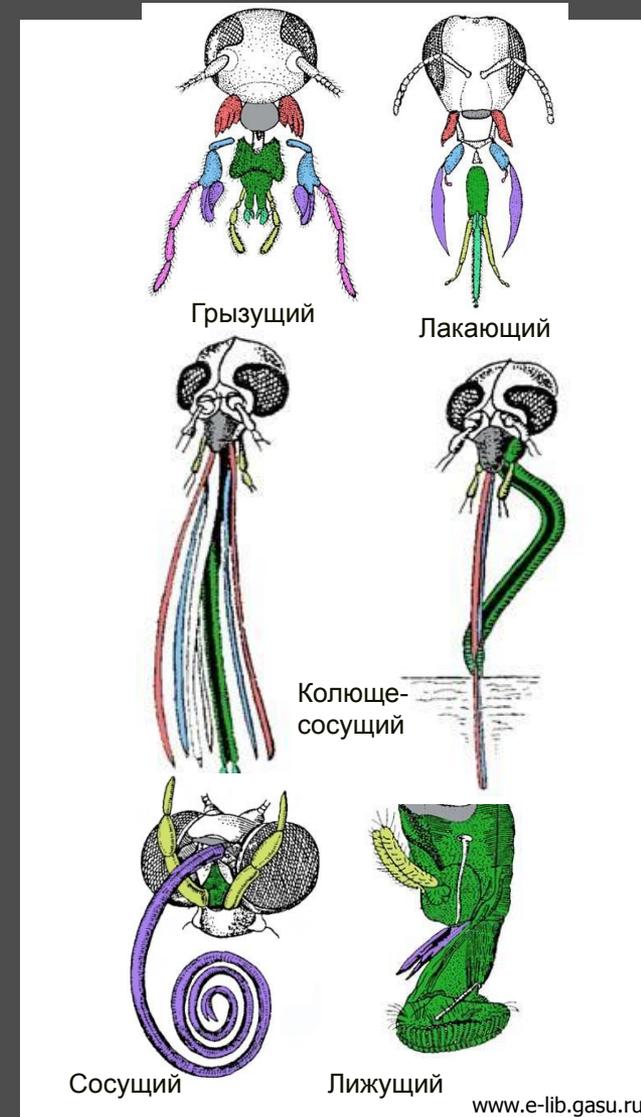
- максиллы: удлинённые жевательные лопасти (galea) = хоботок
- нижняя губа - площадка со щупиками

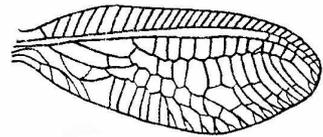
**Колюще-сосущий** (комары, клопы): верхняя губа

- мандибулы, максиллы – все в виде стилетов
- нижняя губа – футляр. Особенности строени у клопа

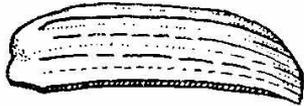
**Лижущий** (мухи): верхняя губа

- нижняя губа - развиты лабеллумы, верхняя губа

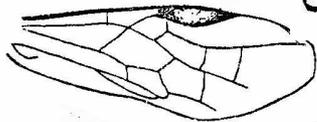




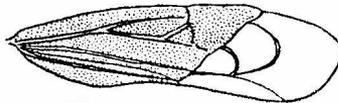
Сетчатое



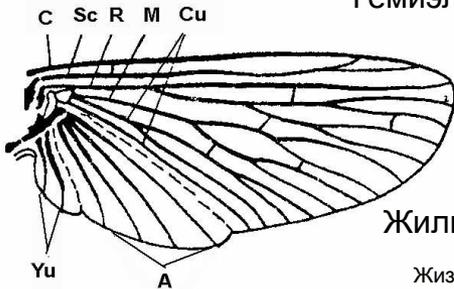
Элитра



Перепончатое



Гемизелитра



Жилкование крыла

Жизнь животных, 1969

## Грудной отдел

- 3 сегмента - локомоторные органы: ноги, крылья
- Крылья: на 2-3 сегменте, 2 пары (1 пара + жужжальца)
- Происхождение из паранотумов (складки покровов). Гипотезы
- Типы крыльев: сетчатые, перепончатые, элитры, гемизелитры
- Жилки (нервы, трахеи, гемолимфа): поперечные, продольные - костальная (C), субкостальная (Sc), радиальные (R), медиальные (M), кубитальные (Cu) анальные (A)
- Типы крылатых насекомых: бимоторные, передне- и заднемоторные
- Диптеризация полета – использование для полета только одной пары крыльев
- Костализация

## Брюшной отдел

- Сегментирован (до 11 сегментов)
- Строение: тергит, стернит, плеуральные мембраны
- Лишено настоящих конечностей
- Видоизмененные конечности: церки, грифельки, яйцеклады, жало, прыгательная вилочка



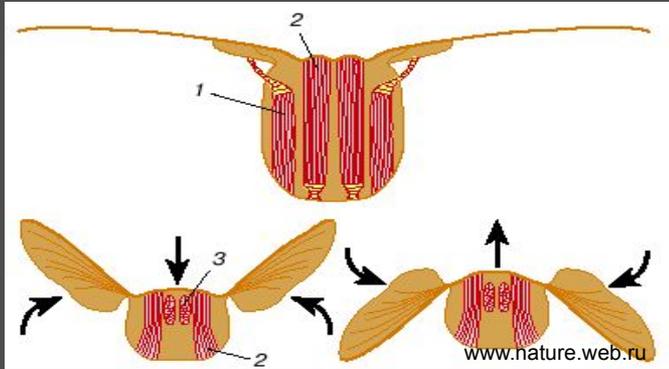
Придатки уховертка, рогохвост, таракан

## Покровы

- Кутикула, гиподерма, базальная мембрана
- Кутикула: эпикутикула и прокутикула (два слоя – экзокутикула, эндокутикула). Среда обитания и покров.
- Линьки, рост - только личинки
- Придатки покровов: структурные и скульптурные
- Окраска: химическая (пигментная), структурная (физическая)
- Значение окраски: влияние на внутренние процессы, воздействие на других животных
- Типы окраски: криптическая, предупреждающая, отпугивающая, мимикрия
- Производные гиподермы – железы: восковые, пахучие, ядовитые, лаковые



# Внутреннее строение насекомых



Полетный механизм стрекозы (вверху) в сравнении с мухой (внизу): 1 - мышцы-опускатели прямого действия, 2 - мышцы-подниматели, 3 - мышцы-опускатели непрямого действия

## Мышечная система

- Мышечные пучки (1,5-2 тысяч)
- Мышцы поперечнополосатые
- Скелетные (соматические):  
головные, грудные, крыловые (асинхронные), брюшные
- Висцеральные (внутреностные)

## Жировое тело

- рыхлая ткань с трахеями

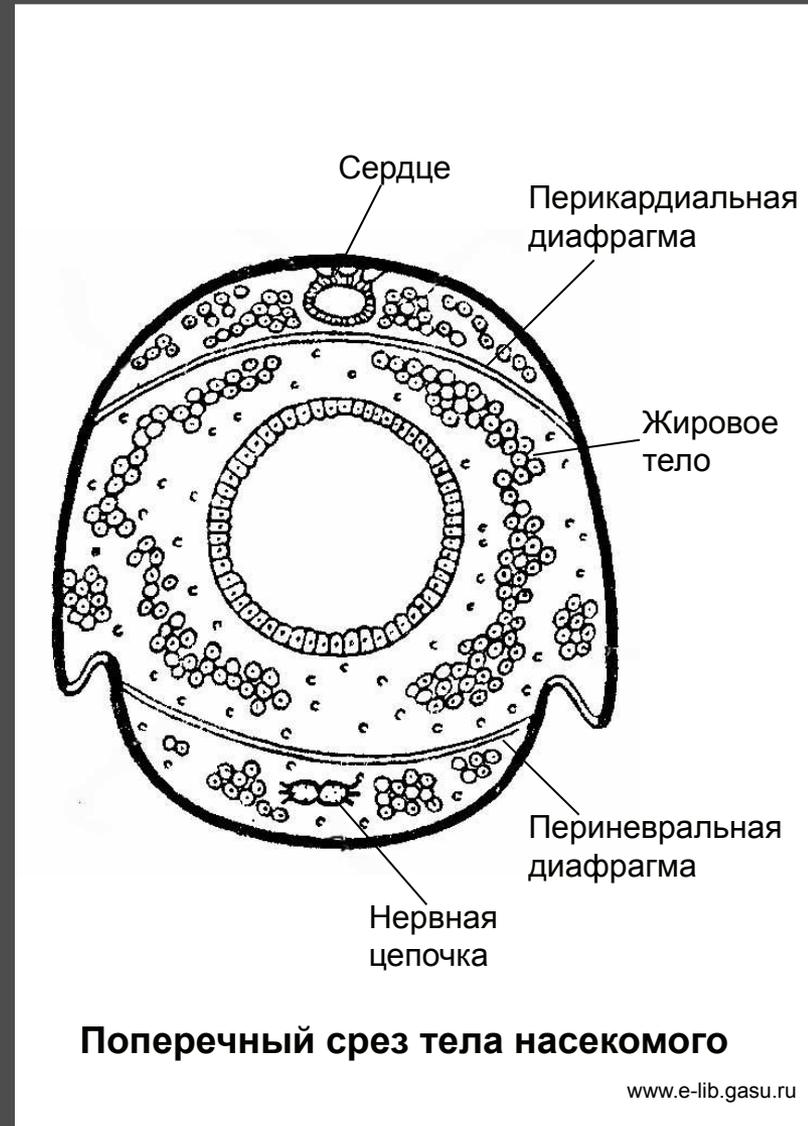
- Функции: накопление питательных веществ, поглощение продуктов обмена, источник метаболической воды
- Клетки жирового тела: трофоциты, уратные, мицетоциты, хромоциты

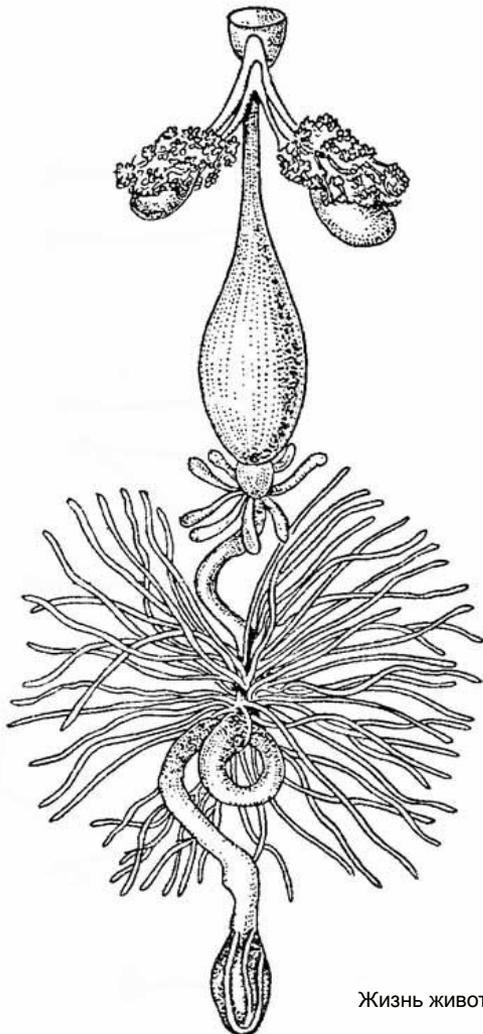


Рыхлая масса жирового тела личинки мухи

## Полость тела

- Полость тела – смешанная
- Диафрагмы, синусы:
- верхний (перикардиальный) – сердце
- нижний (перинеуральный) - брюшная нервная цепочка
- висцеральный - пищеварительная, выделительная, половая системы
- Дыхательная система - во всех синусах





Кишечник таракана

## Пищеварительная система

- Три отдела, разделены клапанами: кардиальный, пилорический
- Передняя кишка: глотка, пищевод, зоб, механический желудок
- Слюнные железы открываются в ротовую полость
  - Функции: пищеварение, содержит антикоагулянты, прядильные железы
- Средняя кишка:
- пилорические придатки
  - крипты - складки стенки кишки
  - перитрофическая мембрана эпителия
  - Секреция ферментов: голокринная, мерокринная
  - Функции: переваривание и всасывание пищи
- Задняя кишка – отдельные участки, ректальные железы
- Функции: формирование и удаление экскрементов, всасывание воды, переваривание (содержит симбионтов у некоторых личинок)

## Пищевая специализация

Группы пищевой специализации:

- Пантофаги
- Полифаги
- Олигофаги
- Монофаги

Тип питания - пищевой режим:

- Фитофаги
- Зоофаги
- Сапрофаги
- Копрофаги
- Некрофаги
- Гематофаги



## Выделительная система

Органы выделения:

- Мальпигиевы сосуды (2-150 сосудов)
  - эктодермального происхождения
  - одиночно, в пучках
  - однослойный эпителий, мышцы
  - продукт выделения - мочевая кислота
- Ректальные железы - реабсорбция воды
- Лабиальные железы (открываются в основании нижней губы) – остаток целома

Органы накопительной экскреции:

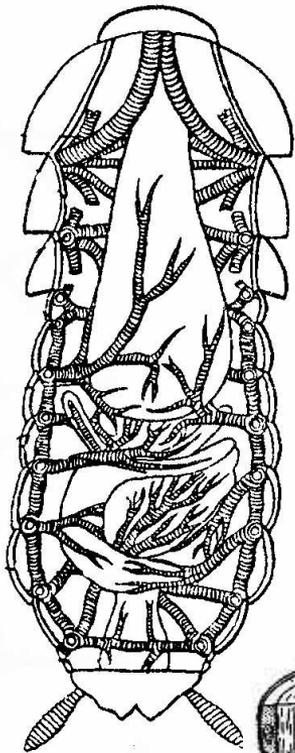
- Жировое тело (уратные клетки)
- Нефроциты
- Фагоцитарные органы



## Дыхательная система

Трахеи с тениями

- Типы расположения дыхалец ( до 10 пар): голопнейстический, гемипнейстический, апнейстический
- Воздухоносные пути: стигма - атриальная полость – трахея – трахейная сеть – трахеола – концевые веточки трахеолы
- Воздушные мешки
- Дыхание:
  - диффузное - постоянно открытые дыхальца
  - активное - расслабление и сжатие брюшка
- Дыхательные системы:
  - открытые – имеют стигмы
  - закрытые (апнейстические)– поступление газов через трахейные, ректальные, дыхальцевые жабры, покровы
- Трахейные жабры - пластинчатые, кустистые
- Функции трахей: проводники воздуха, внутренний скелет



Трахейная система таракана

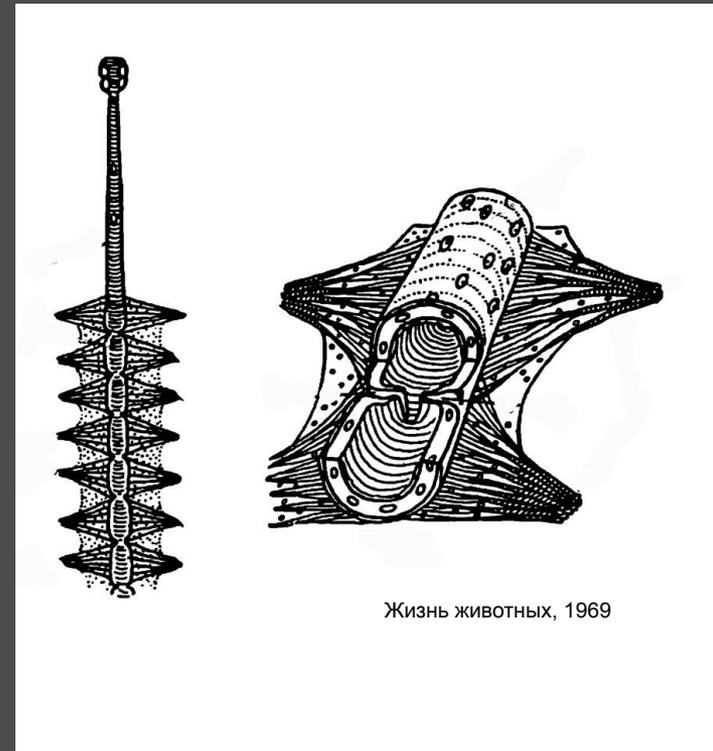


Трахейная стенка

Жизнь животных, 1969

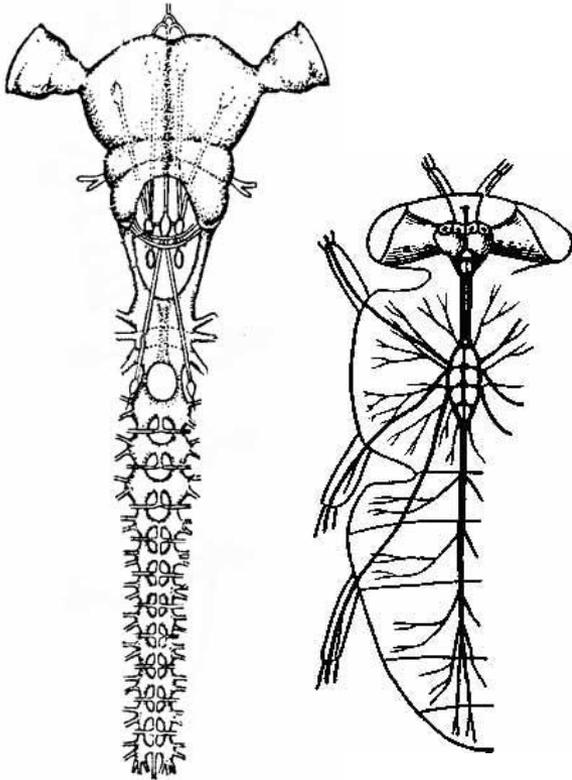
## Кровеносная система

- Система незамкнутая
  - Полость тела – гемоцель
  - Сердце: камеры, остии с клапанами
  - Аорта – открывается свободно
  - Кровоток крыльев: жилки. Кровоток конечностей. Правило Каруса
  - добавочные сердца
  - Пульсирующие ампулы, мембранозная сократительная перепонка
  - Гемолимфа – бесцветная, желтоватая
- Состав: гемоглобин, гемоциты, плазма
- Функции гемолимфы: транспорт питательных веществ, защитная, гидравлическая, метаболизм, дыхательная



## Нервная система

- Система - брюшная нервная цепочка:  
Центральная:
    - Головной мозгПротоцеребрум: зрительные доли, грибовидные тела – ассоциативные центры  
Дейтоцеребрум: обонятельные доли - усики  
Тритоцеребрум - верхняя губа, начало симпатической системы
  - Нервная цепочка: ганглии сконцентрированы по оси тела
  - Подглоточный ганглий - ротовые конечности
- Периферическая: нервы центральной и симпатической системы, нейроны
- Симпатическая - три отдела: стоматогастрический, брюшной, хвостовой
- Нейросекреторные клетки
  - Железы внутренней секреции: прилежащие тела, кардиальные тела, проторакальные железы



Центральная нервная система насекомых

Нервная система пчелы

Жизнь животных, 1969

## Органы чувств

Основа органов – сенсиллы (одиночные, в органах)

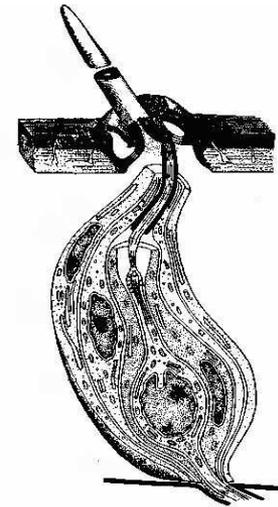
- Механорецепторы:

Сенсиллы - трихоидные, колоколовидные, хордотональные

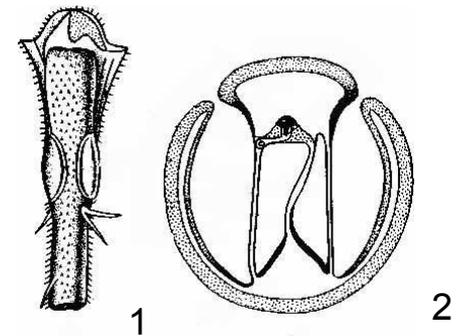
Органы - Джонстонов, тимпанальные

- Хеморецепторы:

- волоски
- пластинки
- ямки



Механорецепторная сенсилла



Тимпанальный орган кузнечика: голень передних ног (1) и срез голени (2)

[www.bio.1septemher.ru](http://www.bio.1septemher.ru)

## Органы чувств

### ■ Фоторецепторы:

Сложные глаза (oculi) – группа омматидиев

- дневных насекомых – аппозиционные
- ночных – суперпозиционные.

Аккомодация

Простые глаза (1-3 глаз) – иннервация от протоцеребрума

- латеральные глазки личинок насекомых с полным метаморфозом (стеммы) - иннервация от зрительных долей

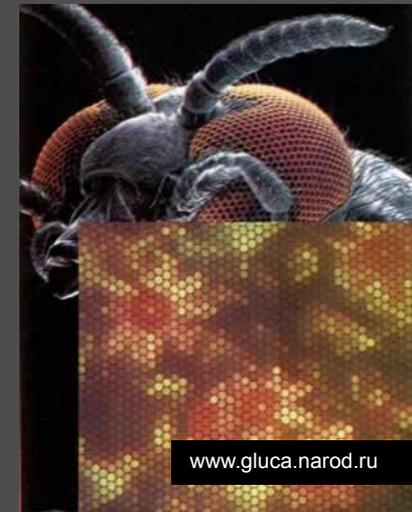
### ■ Рецепторы влажности

### ■ Терморецепторы

### ■ Органы равновесия



Терморецепторы на хоботке комара



«Фасеточное» зрение насекомых

# Лекция 20. Размножение и развитие насекомых.

- Строение половой системы
- Биология размножения
- Эмбриональное развитие
- Постэмбриональное развитие
- Происхождение метаморфоза

## Половая система

- Раздельнополые
- Половой диморфизм
- Половые железы – парные

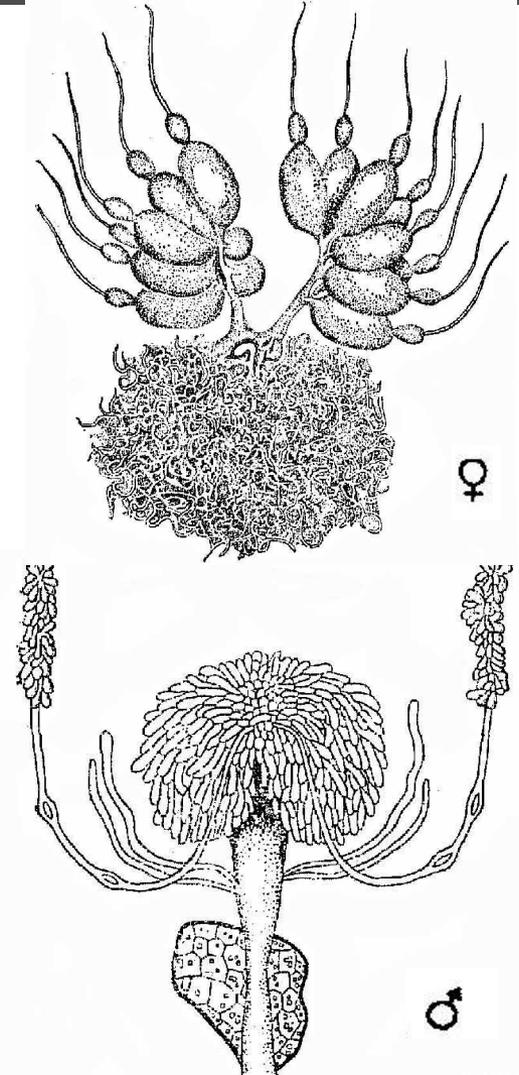
### Женская система

- Яичники: гермарий, яйцевые трубки (овариолы), ножка, каликс
- Яйцеводы, влагалище, семяприемник, совокупительная сумка, придаточные железы, яйцеклад

### Мужская система

- Семенники: гермарий, фолликулы (трубочки)
- Семяпроводы, семяизвергательный канал, дополнительные железы, совокупительный орган

Оплодотворение внутреннее, сперматофорное



Половые органы таракана

[www.cultinto.ru](http://www.cultinto.ru)

## Биология размножения

- Яйцекладущие, живородящие
- размножение обоеполое, партеногенез, чередование поколений (тли)
- Педогенез (двукрылые), полиэмбриония (наездники)

Жизненные циклы:

- без чередования поколений с обоеполым половым размножением
- с чередованием обоеполого и партеногенетического поколений

Индивидуальное развитие:

- эмбриональное развитие (в яйце)
- постэмбриональное (от личинки до имаго)



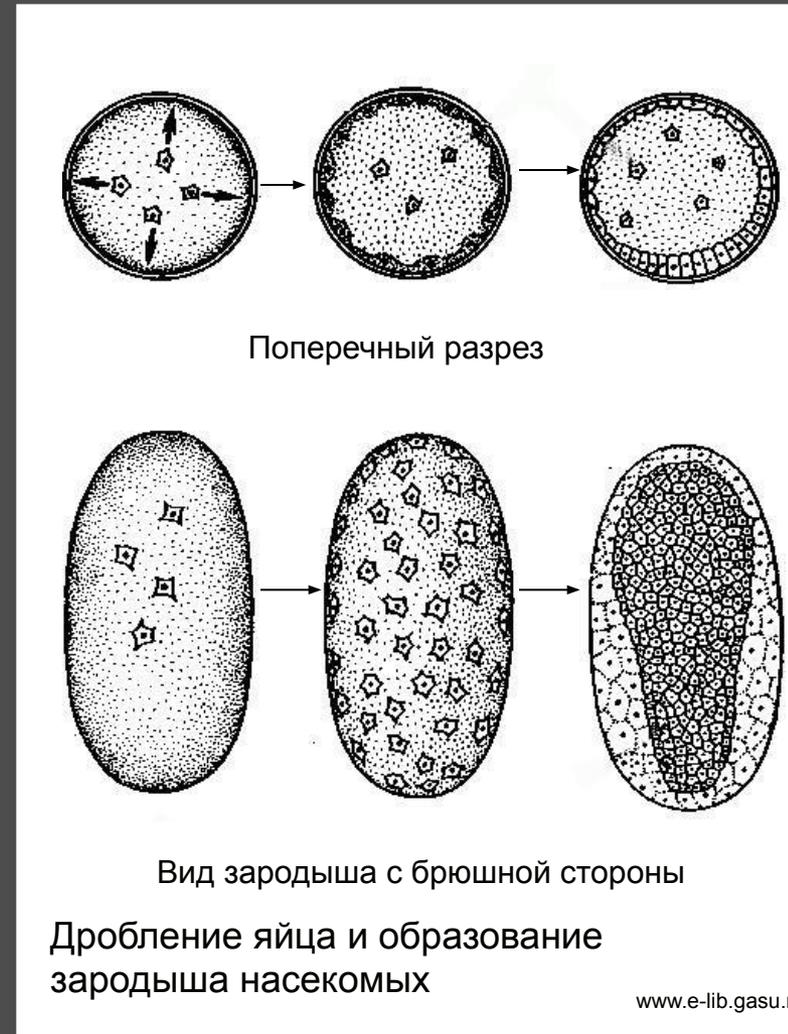
Фото Е.В.Борисовой ©

Партеногенетическое размножение тлей в течение лета

## Эмбриональное развитие насекомых

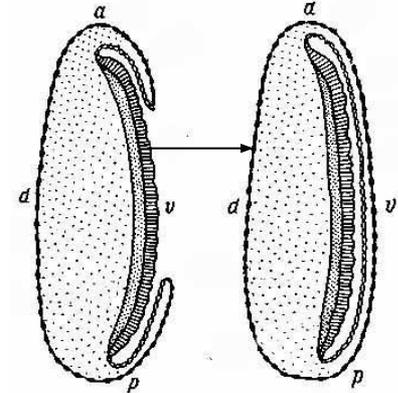
### Образование зародыша

- Яйца централецитальные, дробление поверхностное; гомолецитальные
- Яйцо: 2 оболочки (желточная, хорион), микропиле (одно или несколько)
- Деление ядра, цитоплазмы
  - Миграция энергид в периплазму
  - Образование зародышевой полоски
  - Закладка зародышевых листов:  
мезодерма - иммиграция, инвагинация клеток зародышевой полоски  
энтодерма - из клеток на концах мезодермы (из желточных клеток)

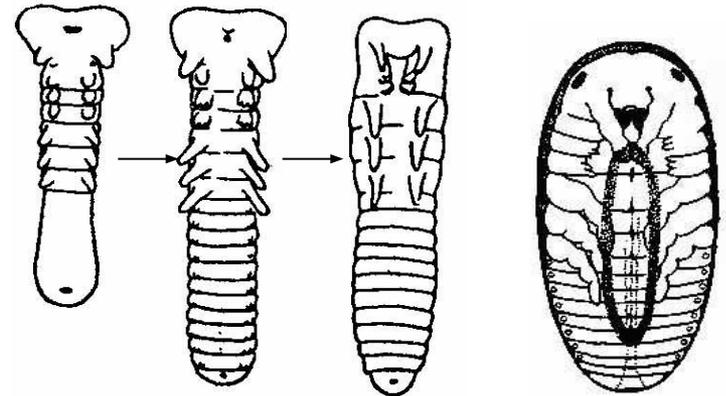


## Развитие зародыша

- **Бластокинез:**
  - разрастание зародыша по длине яйца
  - погружение зародыша в желток
- **Образование оболочек:** сероза, амнион, амниотическая полость
- **Сегментация зародыша и закладка конечностей, этапы:**
  - протоподный
  - полиподный
  - олигоподный
- **Закладка отделов:**
  - головной (интеркалярный сегмент + челюстные сегменты)
  - грудной (3 сегмента)
  - брюшной (11 сегментов)
- Дифференцировка внутренних органов
- Рост зародыша
- Разрушение зародышевых оболочек



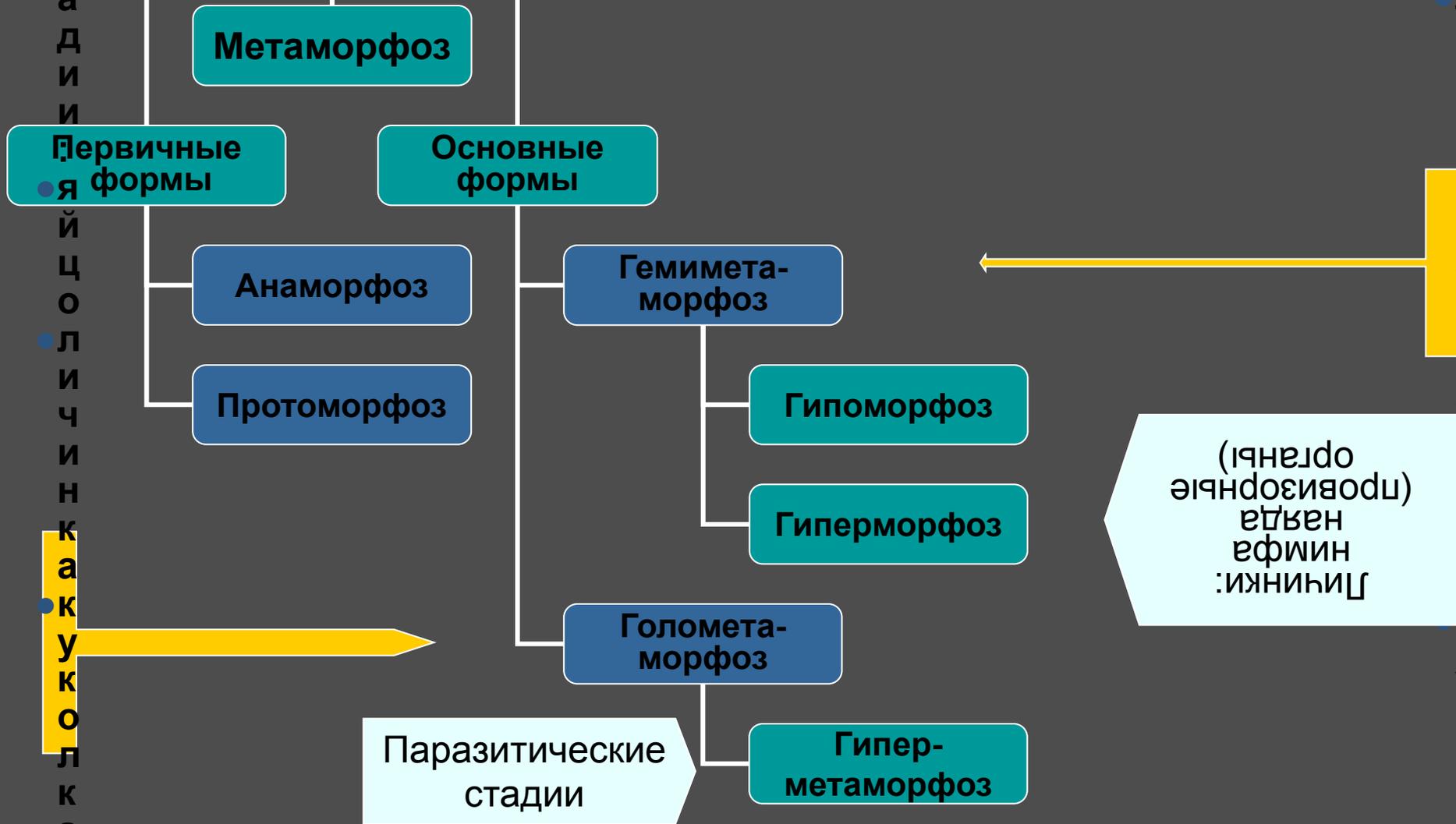
Образование зародышевых оболочек



Сегментация эмбриона      Формирование отделов и органов

[www.e-lib.gasu.ru](http://www.e-lib.gasu.ru)

# Постэмбриональное развитие насекомых



## Формы метаморфоза

Первичные:

- Анаморфоз
- Протоморфоз

Основные

- **Гемиметаболическое развитие**

Стадии: яйцо (ova), личинка (larva), взрослое (imago)

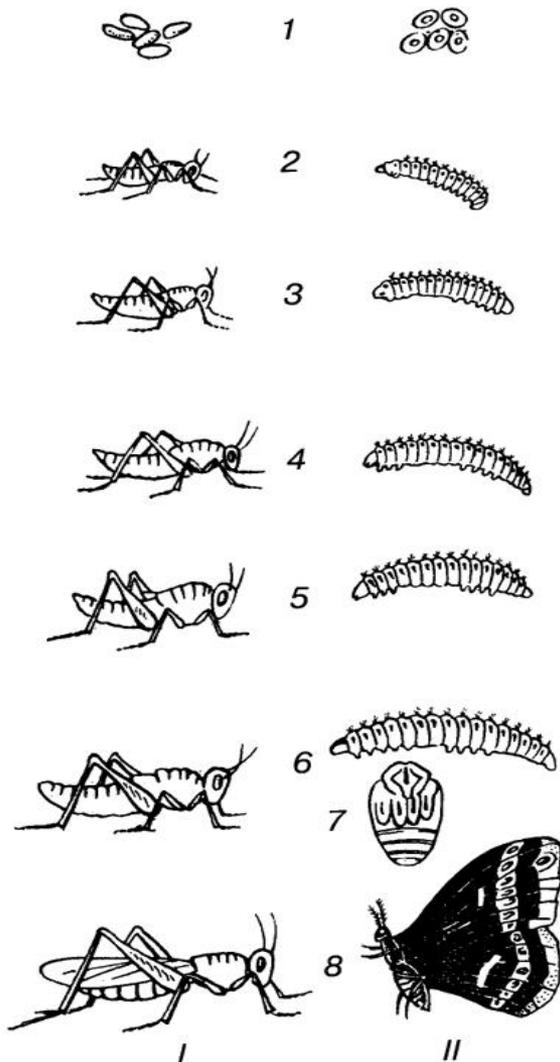
Личинка нимфа, наяда (провизорные органы)

Формы: гипоморфоз, гиперморфоз

- **Голометаболическое развитие**

Стадии: яйцо, личинка, куколка (пура), взрослое

Формы: гиперметаморфоз (паразитические стадии)



Голометаморфоз

[www.bibl.tikva.ru](http://www.bibl.tikva.ru)

# Классификации личинок

## Форма тела

Истинная (1-2)

Безножка (7,8)

Безголовка (6,8)

Гусеница (4)

Ложногусеница (3)

Протоподные (6)

Полиподные (3-4)

Олигоподные (1,2,5)

Аподные (7-8)

## Способы движения

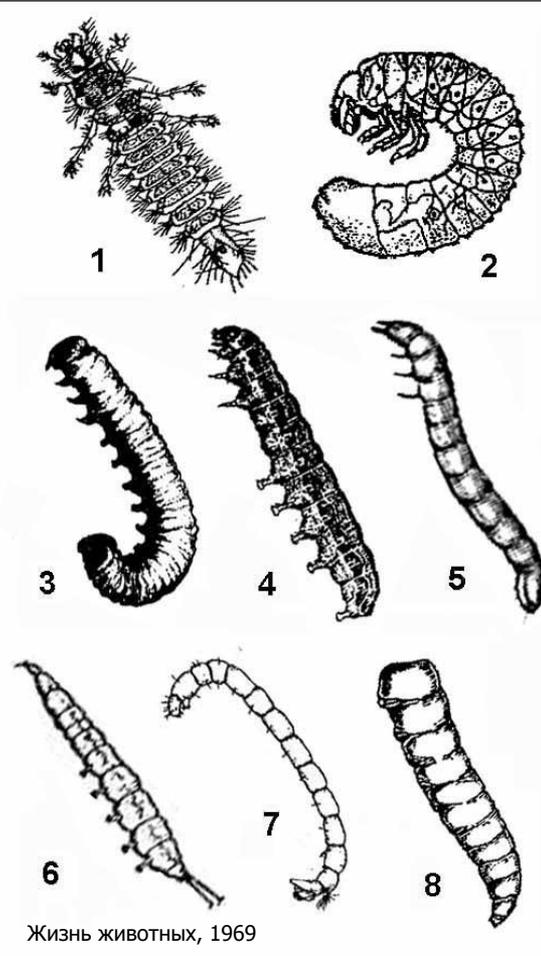
Камподиевидные (1)

Эруковидные (2)

Проволочниковые (5)

Червеобразные (3,4,6-8)

## Развитие конечностей

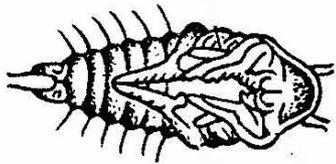


## Стадия куколки

### Процессы превращения

НОЗИЦЫ

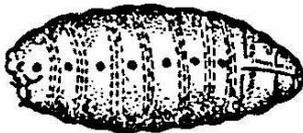
#### Типы куколок



Открытая



Покрытая



Скрытая  
(пупарий)

www.e-lib.gasu.ru

#### Гистолиз

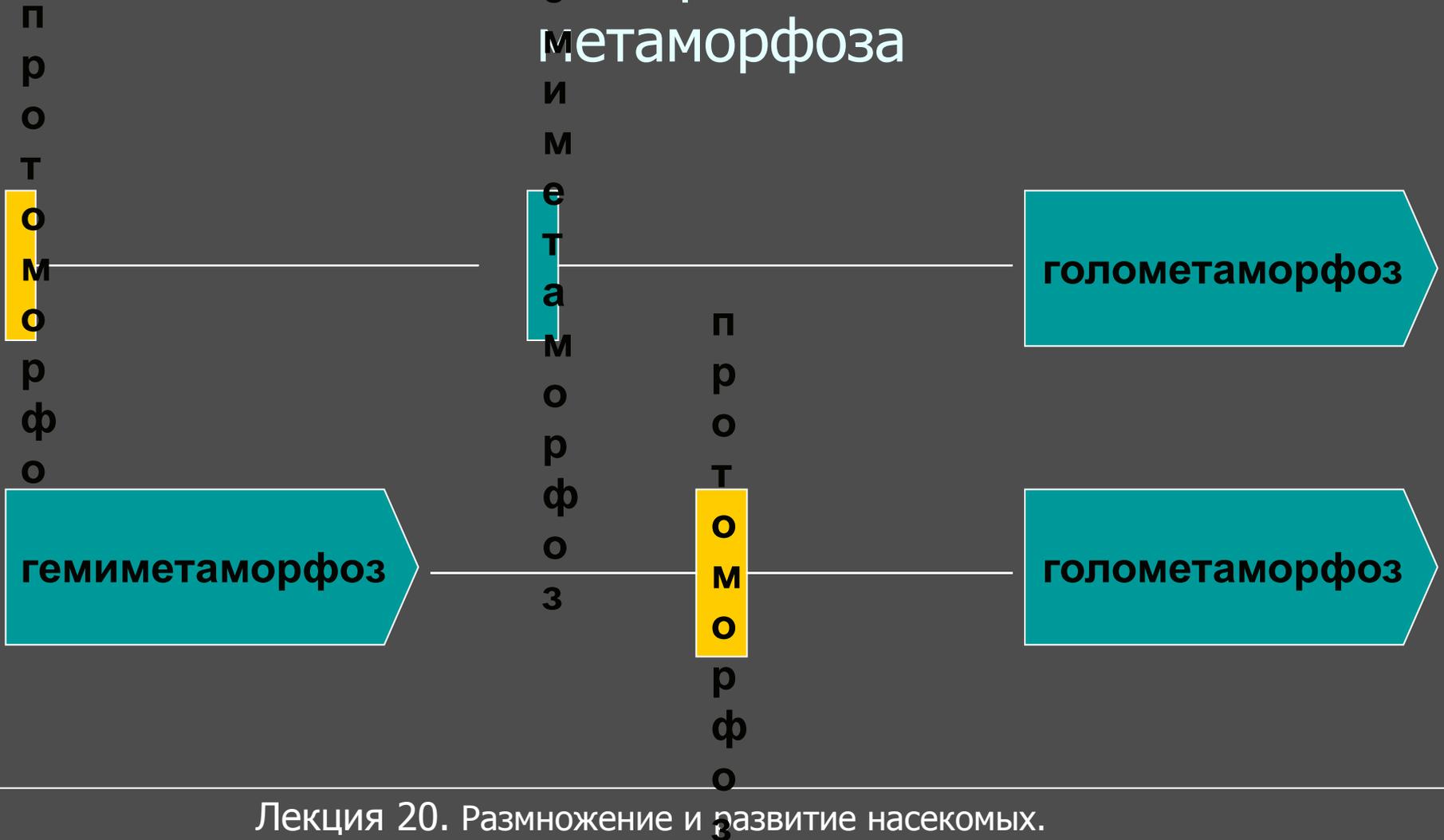
разрушение личиночных тканей

#### Гистогенез

формирование органов имаго

- **Образование органов из имагинальных дисков**
- **Олигомеризация нервной системы**

# Гипотезы происхождения метаморфоза



# Лекция 21. Классификации насекомых. Характеристика отрядов насекомых. Значение насекомых.

- Классификации насекомых
- Скрыточелюстные насекомые
- Открыточелюстные насекомые
- Древнекрылые насекомые
- Новокрылые насекомые
- Основные отряды новокрылых

# Классификация насекомых

## Системы классификаций

- Аристотель – по наличию крыльев
- Сваммердам, К.Линней, Ф.Брауер, А.В. Мартынов, Г.Я.Бей-Биенко, Г.Росс
- по способу превращения
- по структуре крыльев
- по мышечной системе крыльев
- происхождению крыльев
- наличию крыльев на взрослой стадии
- строению ротового аппарата

Шестиногие  
Hexapoda, Insecta

Скрыточелюстные  
Entognatha

Открыточелюстные  
Ectognatha

Бескрылые  
Apterygota

Крылатые  
Pterygota

# Классификации насекомых

## Современная система Клюге

Надкласс

**Шестиногие  
Hexapoda**

Класс

**Entognatha**

**Amyocerata**

Подкласс

**Зигэнтомовые  
Zygoentomata**

**Крылатые  
Pterygota**

По разным классификациям  
выделяют 27-34 отряда

# Скрыточелюстные насекомые

## Основные отряды

### Скрыточелюстные Entognata

#### Бессяжковые Protura



#### Ногохвостки Collembola



#### Двуххвостки Diplura



- Ротовой аппарат скрыт в головной капсуле
- На голове расположены усики, простые глаза, глаза могут отсутствовать
- На брюшке ногохвосток двигательные придатки (прыгательная вилочка)

## Первичнобескрылые насекомые

**Зигоэнтомовые Zygoentomata**

Щетинохвостки *Triplura*, *Thysanura*



- Первичнобескрылые
- Глаза простые, сложные
- Придатки брюшка - грифельки

# Основные отряды древнекрылых насекомых

- Крылья в покое распростерты

## Крылатые Pterygota

### Древнекрылые Palaeoptera

### Новокрылые Neoptera

#### Поденки Ephemeroptera

#### Стрекозы Odonata



- Две пары крыльев
- Ротовые органы недоразвиты
- На брюшке 2-3 хвостовые нити
- Личинки живут в воде

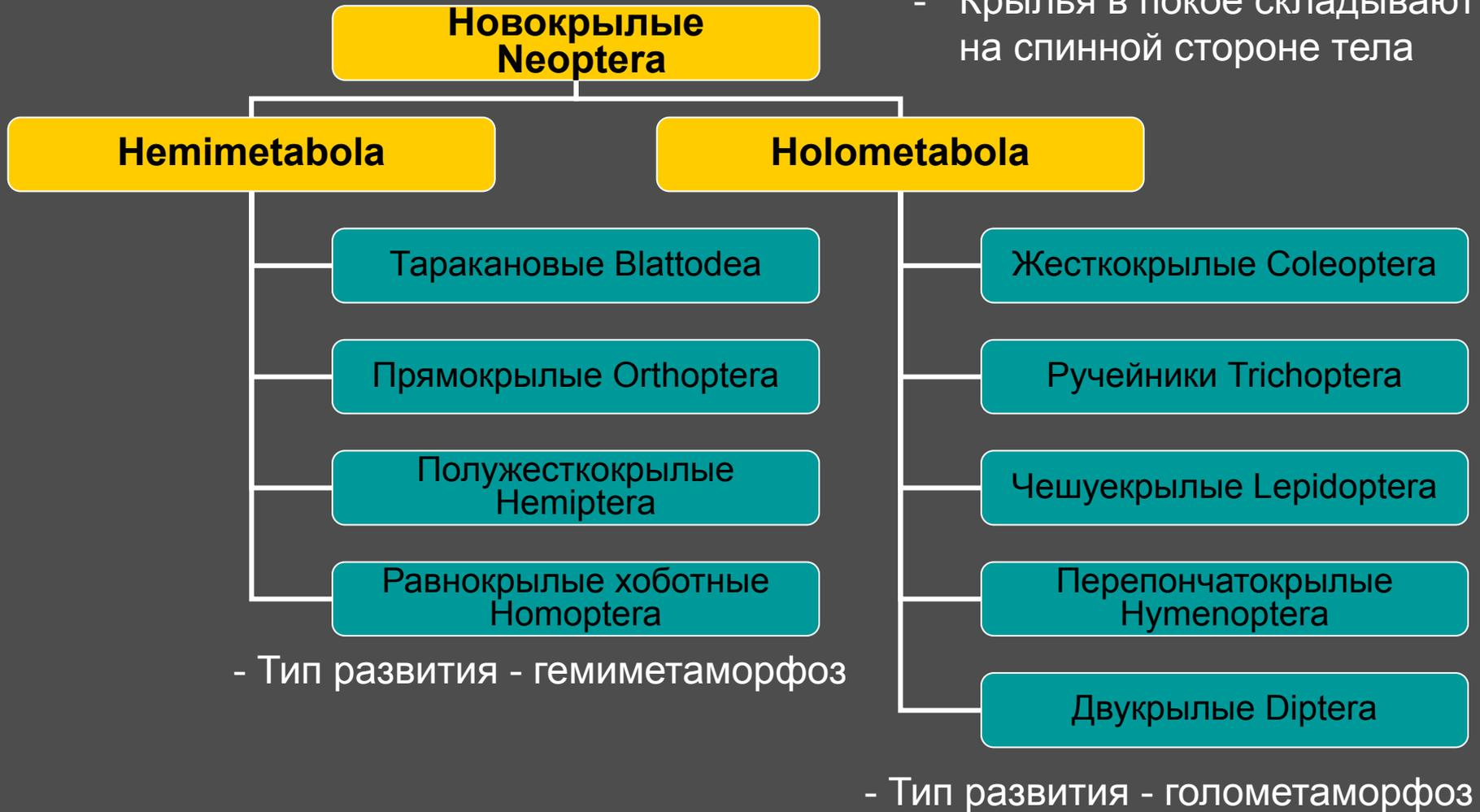


- Две пары сетчатых крыльев
- Ротовой аппарат грызущего типа
- Неполный метаморфоз
- Личинка - наяда



## Основные отряды новокрылых насекомых

- Крылья в покое складывают на спинной стороне тела



# Основные отряды новокрылых

## Отряд Таракановые Blattodea



www.insecta.edu



http://antclub.org

- Крылья перепончатые
- Ротовой аппарат - грызущий

## Отряд Прямокрылые Orthoptera



Фото Е.В.Борисовой ©



Фото Е.В.Борисовой ©

www.insecta.edu

- Передние крылья кожистые
- Задние – перепончатые
- Задние ноги прыгательные
- Ротовой аппарат - грызущий

Лекция 21. Классификации насекомых. Характеристика отрядов насекомых. Значение насекомых.

# Основные отряды новокрылых

## Полужесткокрылые Hemiptera



- Передние крылья – гемизелитры
- Задние крылья перепончатые
- Ротовые органы колюще-сосущие

## Равнокрылые хоботные Homoptera



- Крылья перепончатые
- Ротовые органы колюще-сосущие

# Основные отряды новокрылых

## Отряд Жесткокрылые Coleoptera



- Передние крылья – элитры
- Задние крылья - перепончатые
- Ротовой аппарат - грызущий

## Отряд Ручейники Trichoptera



- Крылья перепончатые, покрыты волосками
- Ротовой аппарат - недоразвит

# Основные отряды новокрылых

## Отряд Чешуекрылые Lepidoptera



- Крылья перепончатые, покрыты чешуйками
- Ротовой аппарат – хоботок, сосущий тип, грызущий (у примитивных)

## Отряд Перепончатокрылые Hymenoptera



- Крылья перепончатые
- Брюшко подвижно либо всем основанием причленяется к груди
- Ротовой аппарат грызущий, лакающий
- Придатки брюшка – жало, яйцеклад

# Основные отряды новокрылых

## Отряд Двукрылые Diptera



Фото Е.В.Борисовой ©



Фото Е.В.Борисовой ©

- Передние крылья перепончатые
- Задние – преобразованы в жужжальца

## Отряд Блохи Arhaniaptera



www.parasitology.edu

- Вторично бескрылые
- Задние ноги прыгающие
- Ротовые органы колющие
- Эктопаразиты теплокровных