

# **Класс круглоротые (Cyclostomata)**

Бадмаева Е.Н.

Класс Круглоротые - *Cyclostomata*

Подкласс Миноги - *Petromyzones*

Отряд Миногообразные  
- *Petromyzoniformes*

Подкласс Миксины - *Muxini*

Отряд Миксинообразные - *Muxiniformes*.

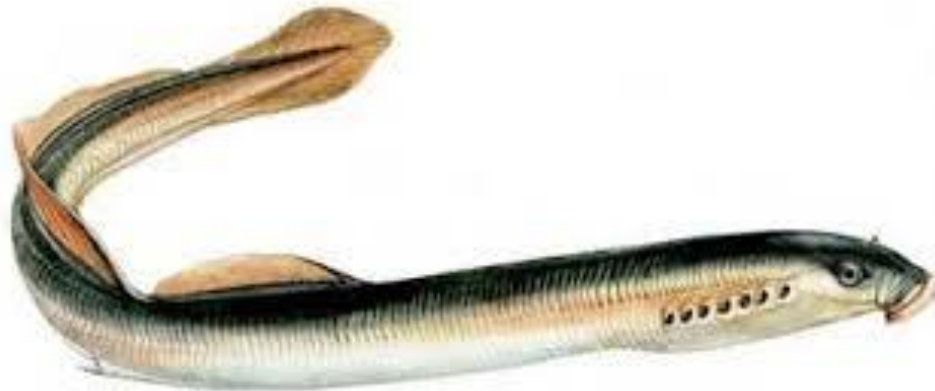
Круглоротые – это 38-45 ныне живущих видов.

## Подкласс Миноги

Подкласс миноги включает один отряд и одно семейство миноговые - *Petromyzonidae*, объединяющее 20-24 вида 7 родов.

Делятся на 3 группы:

- а) наиболее крупные виды (до 1 м длины) - морские или проходные миноги - большую часть времени проводят в море, в прибрежных водах, на нерест входят в реки (атлантическая морская минога - *Petromyzon marinus*, каспийская минога - *Caspiomyzon wagneri* и др.);
- б) речные проходные миноги населяют более опресненные прибрежные участки морей, нерестуя в реках (европейская речная минога - *Lampetra fluviatilis*, японская минога - *L. ayresii* и др.);
- в) в пресных водах Европы и Азии живут непроходные речные, озерные и ручьиные миноги - *Lampetra* и др. В Северной Америке - *p. k*



## Подкласс миксины

Подкласс миксины включает один отряд с двумя семействами:

1. миксиновых *Muxinidae* (наружные протоки жаберных мешков впадают в подкожный канал, который открывается наружу одним отверстием на боковой стороне в конце передней трети тела) и
2. бделлостомовых *Bdellostomidae* (каждый из 5-16 пар жаберных мешков открывается наружу самостоятельным отверстием).

В отряде 18 видов, относимых к 5 родам. Живут в морях; при солености ниже 29‰ перестают питаться, а при 25‰ и ниже

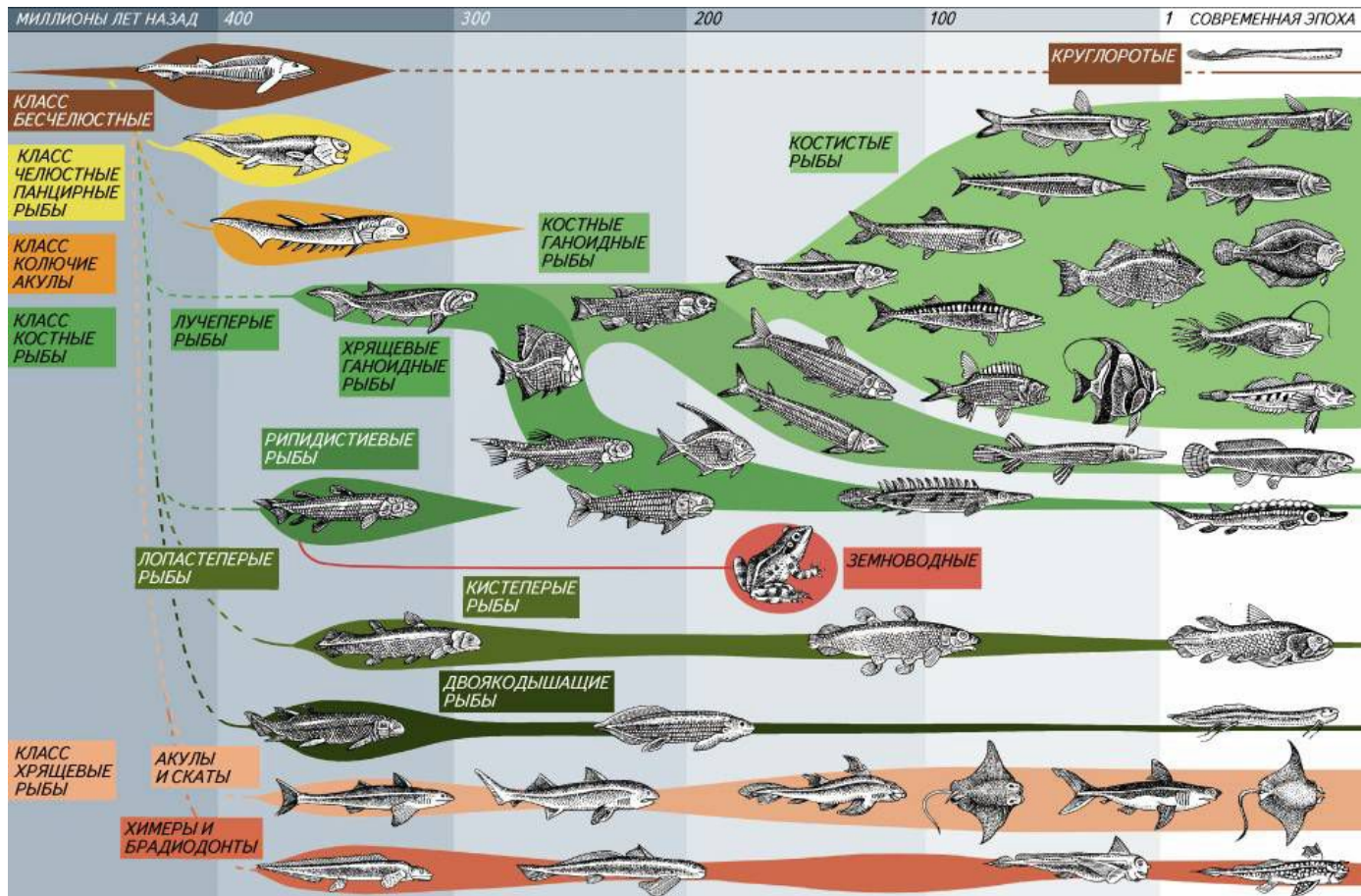
погибают. Держатся около дна на глубинах от нескольких метров

до 400-500 и более метров. Длина 10-60 см.



# Общая характеристика типа

**Филогения.** Палеонтология не располагает материалами о предках современных бесчерепных. Вероятно, предками хордовых были свободноплавающие, двусторонне-симметричные животные, палеозойской эры, которые, вероятно, дали две ветви – одна стала вести малоподвижный образ жизни и от нее произошли личиночно-хордовые и ланцетники, другая дала позвоночных животных.



## Особенности организации круглоротых

- **Форма тела** угреобразная или червеобразная. Небольшой хвостовой плавник протоцеркальный (равнолопастный). Парных плавников нет. У миног есть два (редко один) спинных плавника, а у самок перед нерестом развивается небольшой анальный плавник. У миксин спинные плавники не развиты.
- **Покровы.** Кожа мягкая, без следов наружного скелета. В эпидермисе многочисленны одноклеточные железы, выделяющие обильную слизь, покрывающую тело круглоротых. Слизь имеет защитное значение; у миксин она, вероятно, облегчает проникновение в тело жертвы.

# Класс МУХИНИ - МИКСИНЫ

систематика по: Nelson, 2006; Нельсон, 2009:

ТИП: **Chordata** - хордовые (RU) - хордові (UA) - chordates (EN)

ПОДТИП: **Craniata** - черепные (RU) - черепні (UA) - craniates (EN)

клада: **Agnatha** - бесчелюстные (RU) - безщелепні (UA) - jawless or agnathans (EN)

надкласс: **Muxinomorphi** - миксиноморфы (RU) - міксиноморфи (UA) - muxinomorphs (EN)

класс: **Muxini** - миксины (RU) - міксини (UA) - hagfishes (EN)

отряд (1): **Muxiniformes** - миксинообразные (RU) - міксиноподібні (UA) - hagfishes (EN)

КЛАССЫ	
.....	<b>Muxini</b> - миксины
.....	Petromyzontida - миноги
.....	Chondrichthyes - хрящевые рыбы
.....	Actinopterygii - лучепёрые рыбы
.....	Sarcopterygii - (лопастепёрые рыбы)



Фото: Л.К.Пшениннов



*Eptatretus cirrhatus*  
(фото с caifra FishBase.org)



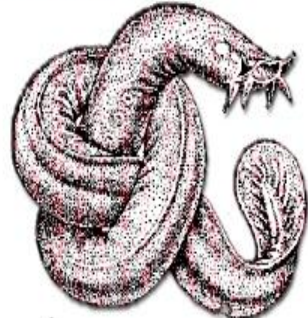
*Muxine sotoi* (фото: Vaske Jr., T. с caifra FishBase.org)

**Усики:**  
3-4 пары: 1-2 пары по бокам непарного носового отверстия, расположенного на переднем конце тела, и 2 пары вокруг рта

**Глаза:**  
дегенерировавшие, покрытые кожей или мышцами

**Тело:**  
червеобразное, голое, покрытое толстым слоем слизи. Нет спинного и парных плавников; хвостовой плавник закруглён, слит с анальным и простирается на часть спинной поверхности. У взрослых нет боковой линии и свободных невроматов

**Рот:**  
воронкообразный, безгубый, с мощными роговыми зубами на пластинках бурявящего языка и 1 зубом на "нёбе"



(Рис. по: Жизнь животных. Т.4. 1983)

Миксины могут завязывать тело в узел, чтобы освободить своё тело от слизи, избежать поимки или отравить кусок пищи

**Жаберные отверстия:**  
1 пара (25 видов: подсем. Muxininae) или 5-16 пар (51 вид: подсем. Eptatretinae)



тихоокеанская миксина *Eptatretus stouti*  
(Рис. по: P.Castro & M.E.Huber. Marine Biology, 4th edition, 2003)

**Поры слизевых желез:**  
около 70-200 в вентролатеральном ряду; содержат стрекательные клетки, выпускающие эластичные нити

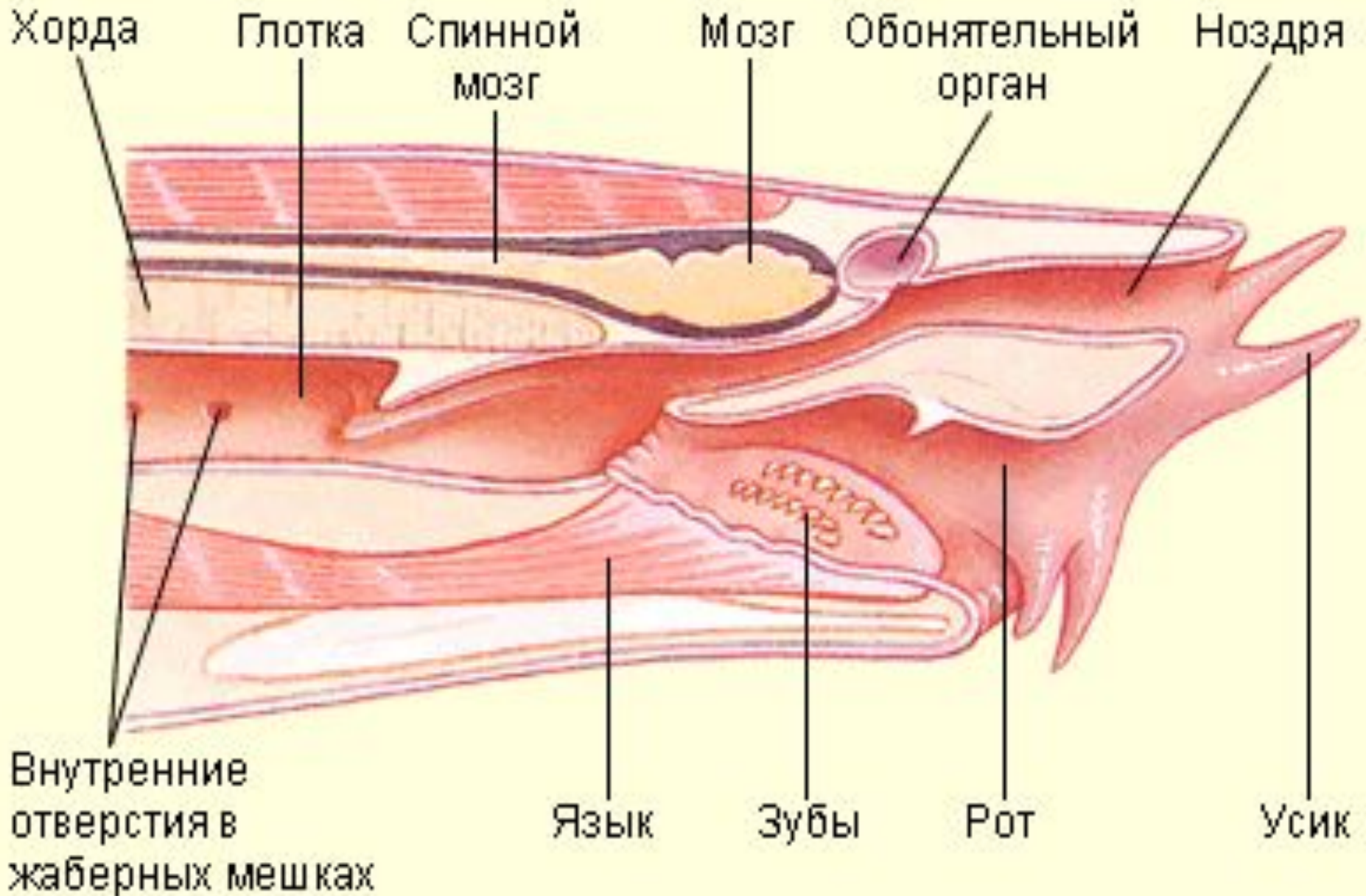
76 видов в 5(6) родах, 2 подсемействах и 1 семействе миксиновых Muxinidae. Морфологические данные поддерживают разделение миксин и миног на различные классы, однако, некоторые молекулярные исследования свидетельствуют в пользу объединения обеих этих групп в общую монофилетическую линию в объёме прежнего класса круглоротых Cyclostomata. Исключительно морские жители, обитающие в воде океанической солёности 32-34 ‰, и единственные среди черепных, у которых жидкости тела изоосмотичны морской воде. Донные виды, ведущие сумеречный образ жизни в умеренных и субтропических водах обоих полушарий. Некрофаги, питающиеся падалью и ослабленными животными. Раздельнополы (некоторые, возможно, гермафродиты), полицикличны, оплодотворение наружное, икра донная, желтковая, плодовитость до 30 яиц, развитие без метаморфоза. Размеры 18-127 см ПЛ.



**Миксины.** Слева направо: европейская миксина, тихоокеанский пиявкорот



# Внутреннее строение миксины



# Класс CEPHALASPIDOMORPHI - цефаласпидоморфы

систематика по: Nelson, 2006; Нельсон, 2009:

тип: **Chordata** - хордовые (RU) - хордові (UA) - chordates (EN)

подтип: **Craniata** - черепные (RU) - черепні (UA) - craniates (EN)

клада: **Agnatha** - бесчелюстные (RU) - безщелепні (UA) - jawless or agnathans (EN)

клада: **Vertebrata** - позвоночные (RU) - хребетні (UA) - vertebrates (EN)

надкласс: **Petromyzontomorphi** - петромизонтоморфы (RU) - петромізонтоморфи (UA) - petromyzontomorphs (EN)

класс: **Petromyzontida** - миноги (RU) - міноги (UA) - lampreys (EN)

отряд (1): **Petromyzontiformes** - многообразные (RU) - міногоподібні (UA) - lampreys (EN)

КЛАССЫ	
.....	Muxini - миксины
.....	<b>Petromyzontida</b> - миноги
.....	Chondrichthyes - хрящевые рыбы
.....	Actinopterygii - лучепёрые рыбы
.....	Sarcopterygii - (лопастепёрые рыбы)

**Рот:**  
воронкообразный без усиков, с губами в виде кожистой бахромы и многочисленными роговыми зубами на оральном диске и бурыващем языке. Систематика миног (по взрослым особям) основана, главным образом, на строении и расположении зубов на зубных пластинках ротовой воронки и языка: зубы могут быть заострёнными, закруглёнными или лопатовидными и иметь 1, 2 или 3 вершины



(Photo: M.Kottelat & J.Freyhof, 2007)

**Тело:**  
угреобразное, голое, покрытое слизью; нет заметных пор слизевых желез. Имеются 1 или 2 спинных плавника - отдельных, соприкасающихся или слившихся; нет парных плавников; хвостовой плавник у взрослых особей дифицеркальный (изоцеркальный), закруглённый или заострённый

**Носовое отверстие:**  
одно - непарное назо-пофизарное отверстие, расположенное между глазами

**Глаза:**  
у взрослых особей хорошо развиты и расположены латерально, дорсолатерально или дорсально; позади носового отверстия имеется, покрытый кожей, непарный недоразвитый пинеальный (теменной) глаз



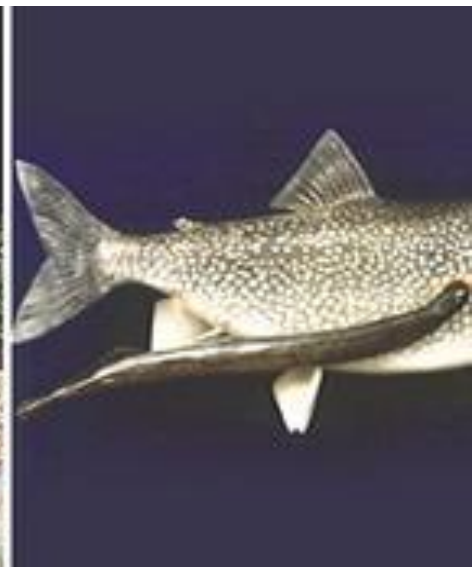
украинская минога *Eudontomyzon mariae*  
(Photo: G.Shandikov)

**Жабрные отверстия:**  
7 пар отверстий, расположенных в латеральном продольном ряду

Около 39 видов в 10 родах, 3 семействах (миноговые Petromyzontidae, геотриевые Geotriidae, мордациевые Mordaciidae) и 1 отряде. Пресноводные (около 30 видов) и анадромные виды, обитающие, главным образом, в холодных и умеренных водах обоих полушарий (в Северном - 35 видов). Взрослые особи питаются, как паразиты (около 17 видов), или не питаются вовсе. Раздельнополые, моноциклические, яйцекладущие с наружным оплодотворением; яйца с небольшим содержанием желтка, икра донная. Развитие с метаморфозом и продолжительной (от 2.5 до 8.5 и даже до 20 лет) стадией личинки - пескоройки. Размеры 12,9-120 см TL.



1. Ротовой аппарат миноги



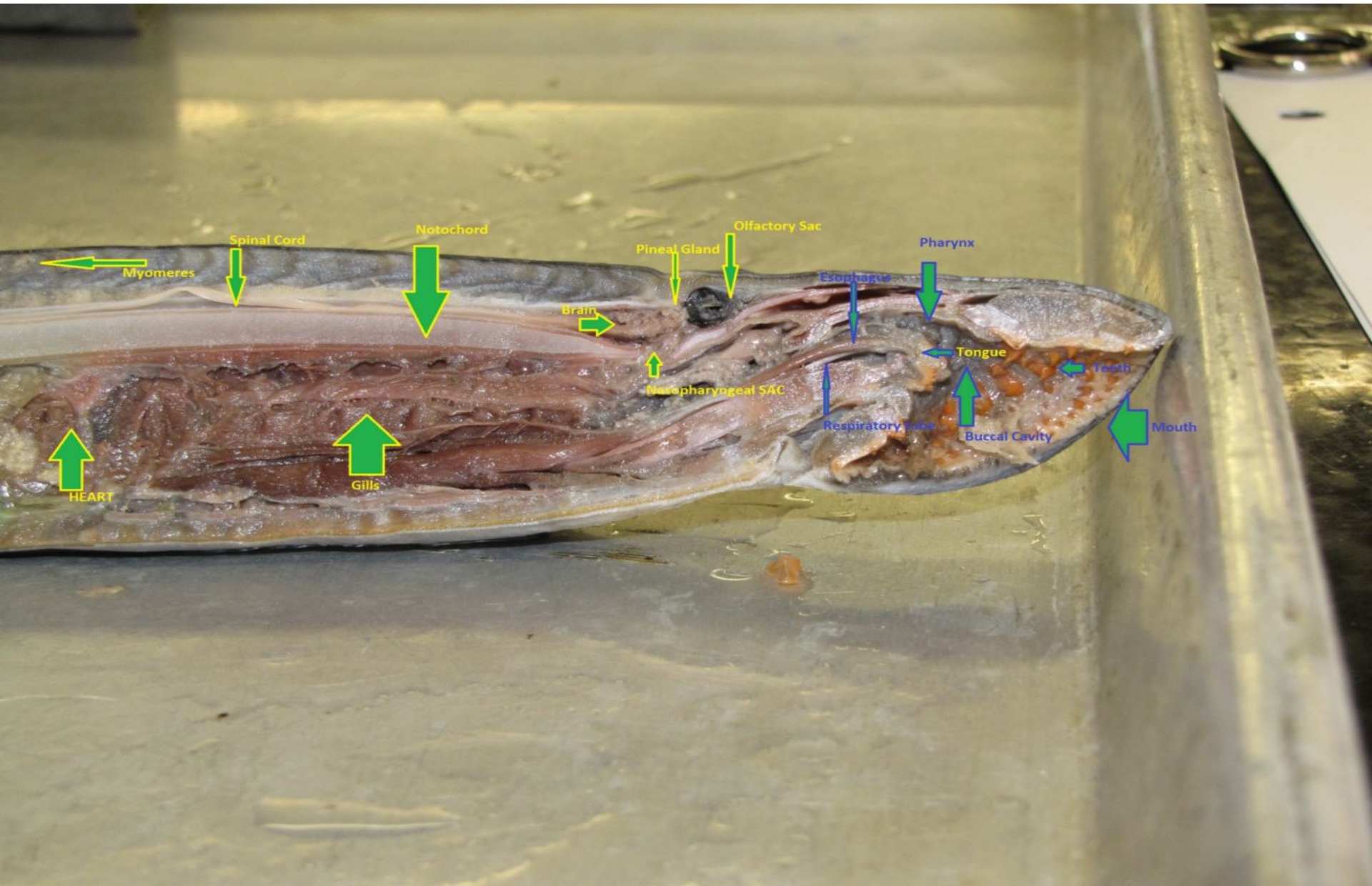
**Миноги.** Слева направо: европейская речная минога, австралийская минога, европейская ручьевая минога, крупная морская минога (паразитирует на рыбе)



# Внешнее строение миноги



# Внутреннее строение миноги



## Размножение и развитие

Нерест миноги происходит с весны до начала лета в зависимости от' региона обитания и температуры воды. Размножаются эти необычные рыбы там, где река глубокая, течение быстрое, а дно покрыто галечником.

Когда приходит время нереста, миноги собираются в стаи и начинают строительство гнезд. Они представляют собой углубления овальной формы. Строительство начинают мужские особи.

Самец присасывается к камням и, опираясь на хвостовую часть тела, поднимает гальку и перемещает ее на какое-то расстояние от гнезда.

Когда место расчищено, он присасывается к камню в передней части гнезда и, совершая змееобразные движения туловищем, разбрасывает камни и песок в стороны, делая углубление. Самка тоже участвует в процессе, она все время кружит над гнездом. Проплывая над самцом, она снижается и брюшком касается головы строителя, вроде как выражая свое одобрение действиям будущего папаша.



Когда самая трудная часть работы позади, на смену приходит самка, которая также резкими движениями тела разбрасывает песок и мелкие камни, тем самым углубляя будущее место для нереста. Гнездо готово, после этого самка присасывается к камню в передней части гнезда, а самец миноги присасывается к ней, при этом обвиваясь вокруг нее. Однако нерест чаще все же групповой, с одной самкой могут нерестоваться до шести самцов, а в одно гнездо откладывают икру более двух особей.

Выметывание икры и молоки у особей происходит одновременно. Нерест сильно выматывает рыб, и они после завершения процесса уходят в затемненные места с небольшим течением, прячутся под камнями и корягами, где в скором времени погибают.

**Невская минога откладывает от 4 до 40 тысяч икринок, большую часть которых зарывает под камни. В отличие от других рыб, у миног в развитии существует фаза личинки. Личинки появляются через три недели, они так сильно отличаются от родителей, что их выделили в отдельный вид, назвав пескоройками. На протяжении пяти лет они похожи на обычных рыб и лишь потом приобретают взрослый вид.**



Обитают пескоройки, как правило, на участках рек и ручьев с илистым дном и слабым течением. Большую часть времени, оправдывая свое название, они проводят, закопавшись в ил. Зарываются они стремительно, вниз головой, занимая вертикальную позицию, будто бы ввинчиваются в грунт при помощи змееобразных движений. Прежде чем стать взрослой миногой, пескоройка претерпевает множество метаморфоз. Пока идут эти перемены, пескоройки не употребляют пищу совсем. В самом начале пищевода у них образуется пробка, которая рассасывается, когда организм прошел все изменения.



# Интересные факты

На человека, даже крупные миноги, не нападают, хотя случаев ошибочных атак было достаточно. Так, в литературе встречается упоминание о том, что Юлий Цезарь пытался казнить одного раба, бросив его в пруд с крупными миногами. Но все атаки на человека заканчиваются сразу же, когда рыба (а минога, строго говоря, все-таки рыба) понимала, что ошиблась, и выбранная жертва не рыба.



Минога – рыба, известная человеку давно. Самая старая рыба, найденная в морских осадках в Северной Америке, датирована периодом карбона, т.е. около 360 млн. лет назад. Найденные останки древней миноги, так же как и современные виды, имела много зубов во рту, приспособленным для сосания и длинный жаберный аппарат.

Человек употребляет миног в пищу уже несколько тысячелетий. Эта рыба была хорошо знакома древним римлянам, которые считали ее деликатесом, как и угрей. В Европе миноги пользовались популярностью у средних и зажиточных горожан, которые предпочитали ее во время поста традиционным рыбным блюдам из-за большей жирности мяса.

Жирное мясо миног при длительном употреблении может навредить здоровью человека. Считается, что именно из-за чрезмерного поедания миног.





В настоящее время лидером по потреблению миног в пищу является Юго-Западная Европа, особенно Португалия, Франция и Испания. В Великобритании, напротив, миног используют в большинстве случаев в качестве наживки для ловли другой рыбы – окуня и голавля. Жители американского континента не используют миног в пищу, в основном из-за их внешнего вида.

### Питательная ценность

**Вода:** 76г, **белки:** 17,5г, **общее содержание жира/липидов:** до 40г, **углеводы:** 0,0 г, **зола:** 0,8г. **Средняя калорийность:** 132Ккал/100гр.

Ядовитость кожной слизи препятствовала массовому потреблению миноги в России до 19-го века. Знакомая почти всей северной Европе закуска была здесь совершенно неизвестна.

А в южных регионах России минога, как еда была и вовсе неведома до недавнего времени, сто лет назад в некоторых губерниях из неё делали... свечи, высушивая целиком и протопив через тело фитиль (содержание жира – по 50% от веса!).

### Кулинарное использование

Жарят, маринуют в уксусе с пряностями, слизь обязательно смыть, т.к. ядовита.



### Минога запеченая

1,2-1,5 кг средней миноги (3-4 шт), 3 ст.л сухого белого вина, 0,5 кг крупной соли.

На гарнир: лимон, пару веточек петрушки, лист салата.

Миногу почистить, отрезать голову и выпотрошить, не разрезая брюха. Во вместительную миску или в небольшой таз, налейте воды, сложите миногу и засыпьте солью из расчета 2-3 ст.л на килограмм. Выдержите миног в соли 15-20 минут, промойте от слизи и пены и снова засыпьте солью. Повторите процедуру еще пару раз, пока большая часть слизи не будет удалена.

Промытых миног выложите рядами на сухой противень или в форму достаточного размера и поставьте в предварительно разогретую до 180-200 градусов духовку. Не беспокойтесь, не пригорят — минога достаточно жирная рыба, собственного жира ей вполне хватит.

Запекать 30-35 минут. Подавать горячими, предварительно полив остатками сока, разведенного 3 ст.л сухого белого вина. Оформите блюдо салатом, петрушкой и ломтиком лимона.

### Минога маринованная

1 кг средней миноги (3-4 шт), Маринад, из расчета на 1 кг миног: Оливковое (растительное) масло, на котором минога жарилась, 2 средние луковицы, сок одного лимона и цедра с его половины, 1 столовая ложка уксуса (винного или яблочного), свежесмолотый (крупно!) черный перец, 2 лавровых листа, 3 бутона гвоздики, 1ч.л сахара, стакан воды.

Свежевыловленную (живую) миногу обезглавить. Жменей крупной соли снять кожную слизь. Затем выпотрошить и хорошо всю промыть. Слегка присолить и запанировать в муке. С каждой стороны слегка — 3-4 минуты — подрумянить на оливковом (растительном) масле. Затем переложить 'рыбу' на свежий воздух и охладить (зимой вынести на холодный балкон, летом — опустить в погреб). Остуженную порезать на 3-4 куска. Не слишком плотно сложить в банку.

Маринад приготовить из перечисленных продуктов и ещё горячим залить подготовленную миногу. Закройте крышкой и оставляете в холодильнике. Через день-два образуется легкое желе, через три дня приятного аппетита!



Миного в желе из черной смородины.





## Вопросы охраны

Отсутствие врагов у миноги в американских великих озерах привело к бесконтрольному их распространению и увеличению численности.

В начале 20 в. в Великих озерах паразитирующие миноги нанесли серьезный вред промысловой форели, что привело к принятию ряда мер по контролю численности миног в Северной Америке.



## **Класс Круглоротые. Высокий уровень.**

- 1. Чем питаются взрослые миноги и миксины?**
- 2. Как устроена ротовая воронка, зубы, язык?**
- 3. Что такое "спиральный клапан", для чего он служит?**
- 4. Как устроена печень у круглоротых, какова её функция?**
- 5. Почему у взрослых миног исчезает желчный проток?**
- 6. Почему круглоротые называются внутрижаберными?**
- 7. Какие известны особенности организации личинки и её образа жизни? Как долго происходит развитие личинки?**
- 8. Покажите филогенетические связи класса круглоротые с первичными бесчерепными**