

РОТОНОГИЕ

РАКИ-БОГОМОЛЫ

Ангелы смерти морского дна



Общее описание

Раки-богомолы (или Ротоногие) – одни из самых удивительных животных на Земле.

Они относятся к классу **Высших раков** – в этот класс также входят: крабы, креветки, бокоплав, водяные ослики, кумовые раки, криль и многие другие.

Родственники
раков-богомолов

Чем же они так примечательны?

- **Самые сложные** глаза среди животных, известных науке.
- Оригинальный способ атаки жертвы – **удар специальными конечностями** – благодаря этому они получили свое название (напоминает способ охоты насекомого-богомол).
- Очень древние – появились ок. 400 млн лет назад.



Бокоплав



Креветка



Водяной ослик



Насекомое богомол



Краб



Кумовый
рак



Криль



Рак-богомол

Как они выглядят?

- Тело покрыто внешним скелетом из хитина (как и у всех ракообразных).
- Передвигаются на ходильных ногах (три пары). При этом могут плавать на небольшие расстояния при помощи брюшных ног, а также лопастевидных уропод и тельсона. При «ходьбе» могут использовать и ударные ноги.
- На брюшных ногах находятся жабры, которыми рак дышит.
- С помощью ногочелюстей хватают оглушенную или убитую жертву и передают к челюстям и рту.
- Ударные ноги используются для охоты (подробнее далее).
- Лопастки антенн могут использоваться для плавания, но основная их функция – общение.



Так рак-богомол плавает



Как они выглядят?

- Тело покрыто внешним скелетом из хитина (как и у всех ракообразных).
- Передвигаются на ходильных ногах (три пары). При этом могут плавать на небольшие расстояния при помощи брюшных ног, а также лопастевидных уропод и тельсона. При «ходьбе» могут использовать и ударные ноги.
- На брюшных ногах находятся жабры, которыми рак дышит.
- С помощью ногочелюстей хватают оглушенную или убитую жертву и передают к челюстям и рту.
- Ударные ноги используются для охоты (подробнее далее).
- Лопастни антенн могут использоваться для плавания, но основная их функция – общение.



Так рак-богомол плавает



Где и как они живут?

Ротоногие обитают в неглубоких прибрежных районах тропических и субтропических морей, на каменистых и мягких грунтах и коралловых рифах. Важные хищники во многих мелководных местообитаниях.

Обычно прячутся в щелях между камнями и кораллами, в вырытых в мягком грунте норах. Агрессивны, обычно одиночные. Хищники, внезапно атакуют своих жертв из засады, некоторые могут преследовать добычу (не свойственно другим ракообразным).



Рак-богомол и коралловый риф



Распространение раков-богомолов



Норка в мягком песчаном грунте



Рак-богомол и песок с камнями

Какие они бывают?

Большинство этих раков имеет размер от 2 до 10 см, хотя представители крупных видов могут дорастать до 40 см.

Продолжительность жизни более 20 лет. Около 400 видов.



Lysiosquillina maculata до 40 см



Odontodactylus scyllarus от 3 до 18 см



Gonodactylus smithii до 9 см



Squilla mantis до 18,5 см



Parasquilla ferussaci

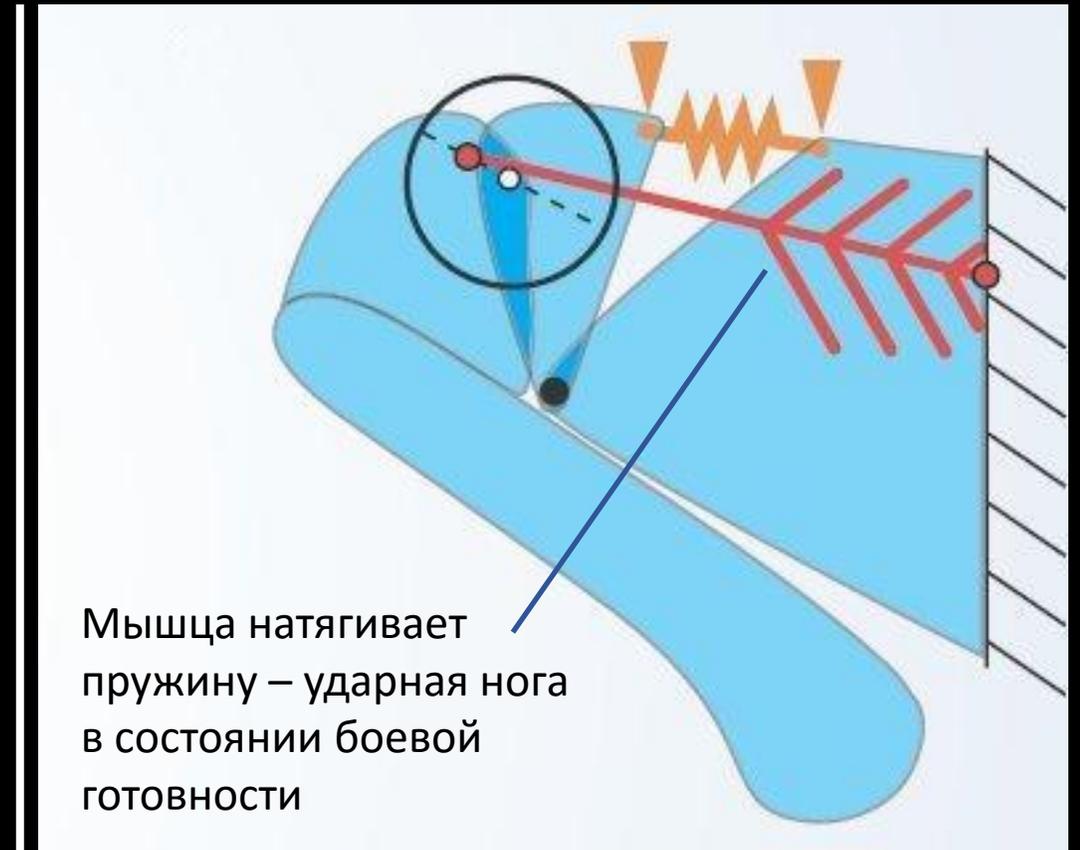
Как и чем они ловят добычу? Как это работает?

Раки-богомолы бьют быстрее всех в мире. Это происходит быстрее, чем за 3 тысячных секунды. Скорость – до 80 км/ч. Их удар сравним с выстрелом патрона 22-го калибра (патрон для охоты на мелкую дичь – белок, куниц и др.).

Для того, чтобы достичь такой скорости, недостаточно просто резко сжать мышцы.

На ударных ногах раков-богомолов есть специальные седловидные ямки, которые работают как пружины. Они взводятся действием мышц, а затем резко распрямляются при ударе. При этом части (сегменты) ноги проворачиваются как на шарнирах и утолщение на конце бьет с размаха по цели.

По типу ударной ноги выделяют сокрушителей («smashers») и копьemetателей («speargers»).



Нажмите на картинку, чтобы увидеть другую стадию.

Как и чем они ловят добычу? Как это работает?

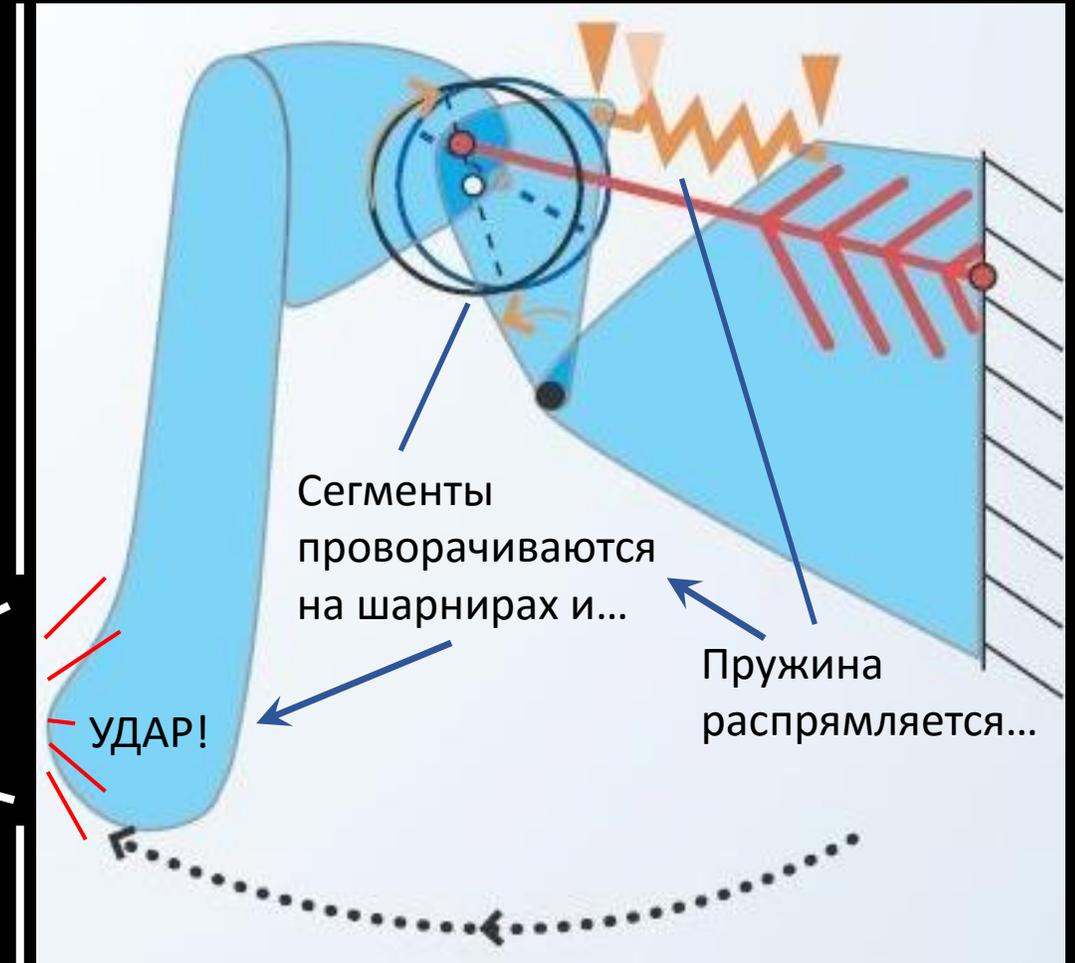
Седловидная ямка - пружина

Раки-богомолы бьют **быстрее всех** в мире. Это происходит быстрее, чем за 3 тысячных секунды. Скорость – до 80 км/ч. Их удар сравним с **выстрелом** патрона 22-го калибра (патрон для охоты на мелкую дичь – белок, куниц и др.).

Для того, чтобы достичь такой скорости, **недостаточно** просто резко сжать мышцы.

На ударных ногах раков-богомолов есть специальные **седловидные ямки**, которые работают как **пружины**. Они взводятся действием **мышц**, а затем резко **распрямляются** при ударе. При этом части (сегменты) ноги проворачиваются как на **шарнирах** и утолщение на конце **бьет** с размаха по цели.

По типу ударной ноги выделяют **сокрушителей** («smashers») и **копьеметателей** («speakers»).



Нажмите на картинку, чтобы увидеть другую стадию.

Как и чем они ловят добычу?

Smashers («сокрушители») - последний острый сегмент с утолщенным основанием, которым они ломают и дробят твердые покровы таких животных, как крабы, двустворчатые и брюхоногие моллюски. Чаще всего живут в норах или скальных расщелинах, могут преследовать добычу.

Стенка тела рака в месте утолщения настолько прочная, что выдерживает все. Ученые исследуют покровы раков богомоллов для военной промышленности – разработки брони.

Раки-богомолы могут спокойно выдерживать удары своих сородичей – покровы тела покрыты специальными складками, рассеивающими силу удара.

Поза устрашения – так рак отгоняет сородичей-чужаков от своего убежища



Последний членик ноги утолщен



Рак прячется в щель между камнями



Как и чем они ловят добычу?

Smashers («сокрушители») - последний острый сегмент с утолщенным основанием, которым они ломают и дробят твердые покровы таких животных, как крабы, двустворчатые и брюхоногие моллюски. Чаще всего живут в норах или скальных расщелинах, могут преследовать добычу.

Стенка тела рака в месте утолщения настолько прочная, что выдерживает все. Ученые исследуют покровы раков богомоллов для военной промышленности – разработки брони.

Раки-богомолы могут спокойно выдерживать удары своих сородичей – покровы тела покрыты специальными складками, рассеивающими силу удара.

Поза устрашения – так рак отгоняет сородичей-чужаков от своего убежища



Последний членик ноги утолщен



Рак прячется в щель между камнями



Конечности и способы атаки добычи

Spreagers («копьеметатели») – последний членик острый, зубчатый, подобен лезвию и вкладывается в продольную борозду предпоследнего сегмента, как перочинный нож.

Обычно прячутся в норах, выкопанных ими в песке или иле. Засадчики, добычу не преследуют. Охотятся на более мягкотелых животных, таких как рыбы, креветки, черви и др. Хватательное движение такое же, как у наземного насекомого – богомола, однако вместе с этим ротоногие-копьеметатели часто вонзают острые шпы в тело жертвы.

Острые шпы на концах ударных ног вонзаются в плоть жертвы, не давая ей шанса сбежать

Рак выглядывает из вырытой им норы, поджидая жертву

Шпы на последнем членике ударной ноги



Так они охотятся



Краб только что лишился клешни

Добыча: креветки, крабы, прочие ракообразные, моллюски, рыбы и др.

Замедлено в 60 раз

Замедлено в 60 раз



Рак-богомол разбивает стеклянную пробирку с крабиком внутри

Нажмите на картинку, чтобы запустить видео.
Нажмите еще раз, чтобы остановить.

Так они охотятся



Для того, чтобы разбить такую раковину, человеку понадобится пара ударов молотком.

Сами они становятся добычей головоногих моллюсков – осьминогов, каракатиц, а также рыб.

Самые смелые раки-богомолы могут атаковать даже очень крупных животных. Для рывка они отталкиваются тельсоном ото дна и резко взмахивают всеми брюшными ногами.



А так охотятся на них



Нажмите на картинку, чтобы запустить видео.
Нажмите еще раз, чтобы остановить.

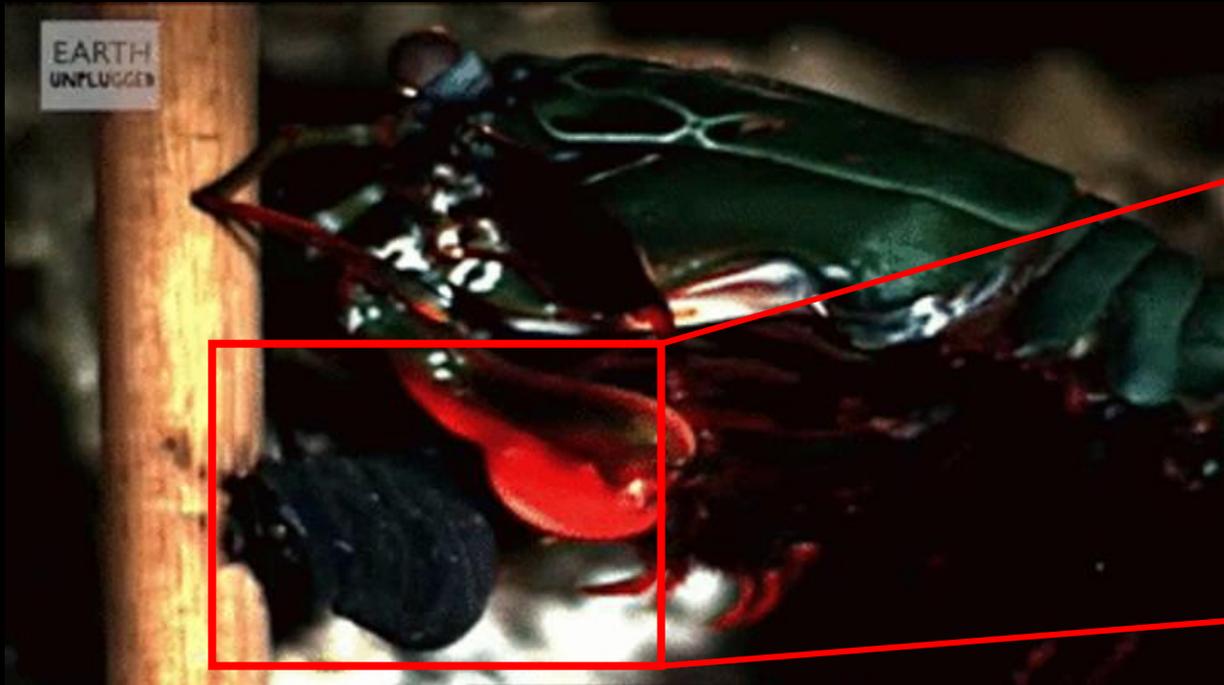
Сопутствующий урон и побочные эффекты

При ударе возникают кавитационные пузырьки пара – которые, разрываясь, разрушают покровы жертвы. Благодаря им же образуется мощная ударная волна, которая оглушает жертву даже если рак-богомол по ней не попал.

Кавитация - процесс парообразования и последующей конденсации пузырьков пара в потоке жидкости, сопровождающийся шумом и гидравлическими ударами, образование в жидкости полостей (кавитационных пузырьков, или каверн).



Кавитационные повреждения гребного винта



Кавитационные пузырьки и ударная волна

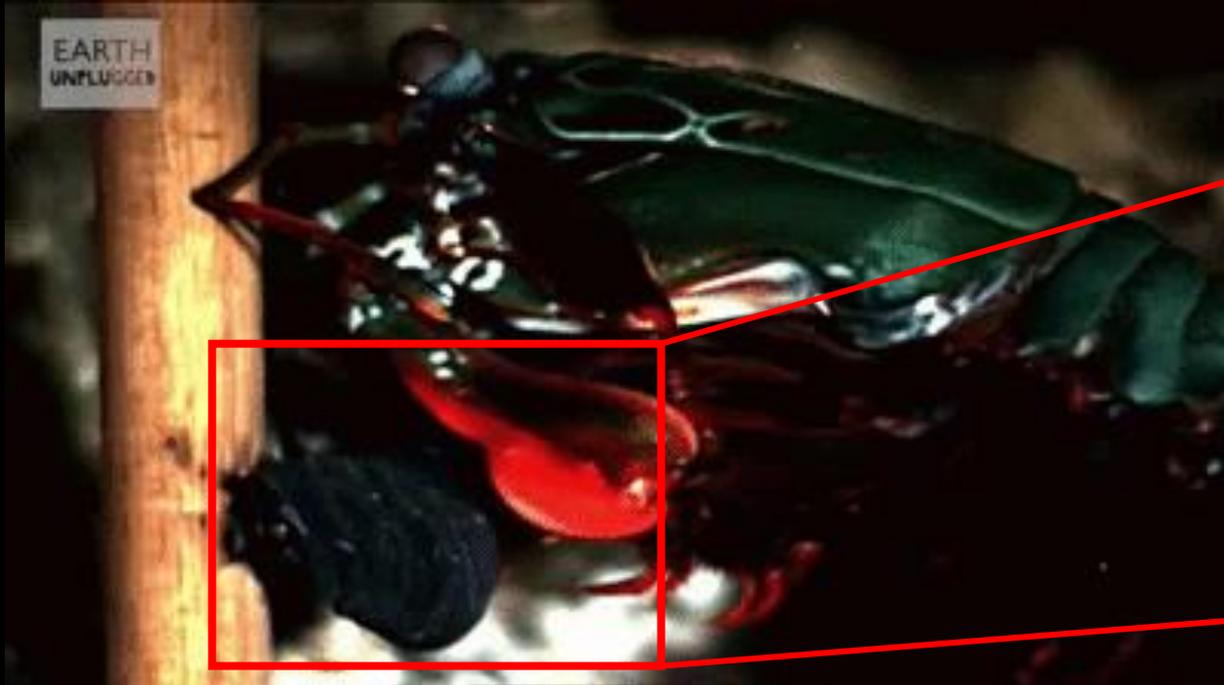
Сопутствующий урон и побочные эффекты

При ударе возникают кавитационные пузырьки пара – которые, разрываясь, разрушают покровы жертвы. Благодаря им же образуется мощная ударная волна, которая оглушает жертву даже если рак-богомол по ней не попал.

Кавитация - процесс парообразования и последующей конденсации пузырьков пара в потоке жидкости, сопровождающийся шумом и гидравлическими ударами, образование в жидкости полостей (кавитационных пузырьков, или каверн).



Кавитационные повреждения гребного винта



Кавитационные пузырьки и ударная волна

Глаза – общее устройство

Каждый глаз – на отдельном стебельке и может двигаться независимо и очень широко (до 70° по трем осям).

По три зоны в каждом глазу – два в форме полушарий большей площади – восприятие формы и движения, средняя полоска (midband) между ними – восприятие цвета и поляризованного света.

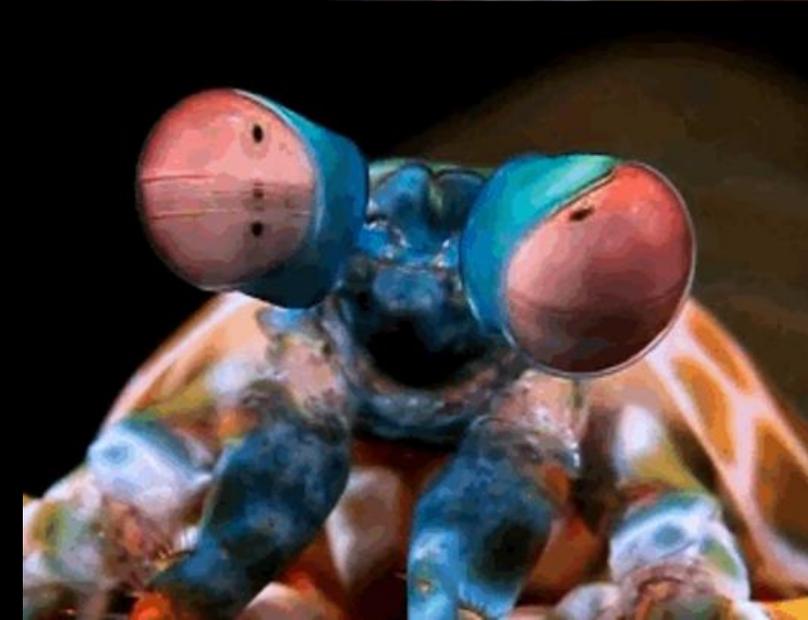
Тринокулярное зрение у каждого глаза (у человека бинокулярное зрение за счет двух глаз на одной стороне головы). Оно позволяет оценивать расстояние до объекта, причем каждым глазом по-отдельности.

В каждом глазу – около 10000 составных частей (фасеток) аппозиционного типа.

16 типов фоторецепторов (у человека 3) – 12 для распознавания цвета, 4 - для поляризованного света, а также 4 типа фильтров. Фасетки средней полоски организованы как бутерброд, где перемежаются рецепторы и фильтры разных типов.



Разные
типы глаз



Глаза – общее устройство

Каждый глаз – на отдельном стебельке и может двигаться независимо и очень широко (до 70° по трем осям).

По три зоны в каждом глазу – два в форме полушарий большей площади – восприятие формы и движения, средняя полоска (midband) между ними – восприятие цвета и поляризованного света.

Тринокулярное зрение у каждого глаза (у человека бинокулярное зрение за счет двух глаз на одной стороне головы). Оно позволяет оценивать расстояние до объекта, причем каждым глазом по-отдельности.

В каждом глазу – около 10000 составных частей (фасеток) аппозиционного типа.

16 типов фоторецепторов (у человека 3) – 12 для распознавания цвета, 4 - для поляризованного света, а также 4 типа фильтров. Фасетки средней полоски организованы как бутерброд, где перемежаются рецепторы и фильтры разных типов.



Разные
типы глаз



Для чего такие сложности?

Восприятие цветов раками-богомолами не сильно отличается от человеческого.

Но, благодаря большому количеству пигментов и рецепторов полученная визуальная информация обрабатывается прямо в глазах и в мозг отправляется уже сформированный образ объекта (у человека «сырые» визуальные данные отправляются напрямую в мозг, где уже формируется образ). Если бы зрение этих животных было устроено как у людей, им бы потребовался огромный мозг.

Во время брачных обрядов раки-богомолы часто флюоресцируют именно теми цветами (невидимыми для человека и хищников), которые способны видеть их глаза.

Поляризованный свет – для общения между полами, незаметного для хищников.

Раки видят такой свет и ультрафиолет – они замечают добычу с прозрачным телом или покровительственной (позволяющей слиться с окружающим миром) окраской среди кораллов.

А сколько пользы людям! (интересные факты)

Поляризованный свет отражается от раковых и здоровых клеток по-разному. На основе устройства глаз раков-богомолов ученые разрабатывают специальные камеры для диагностики пораженных раком тканей.

Особые структуры глаза раков, предназначенные для изменения поляризации света, делают это лучше всех технологий, разработанных человеком. На их основе ведется разработка нового формата оптических дисков, который превзойдет Blu-Ray.



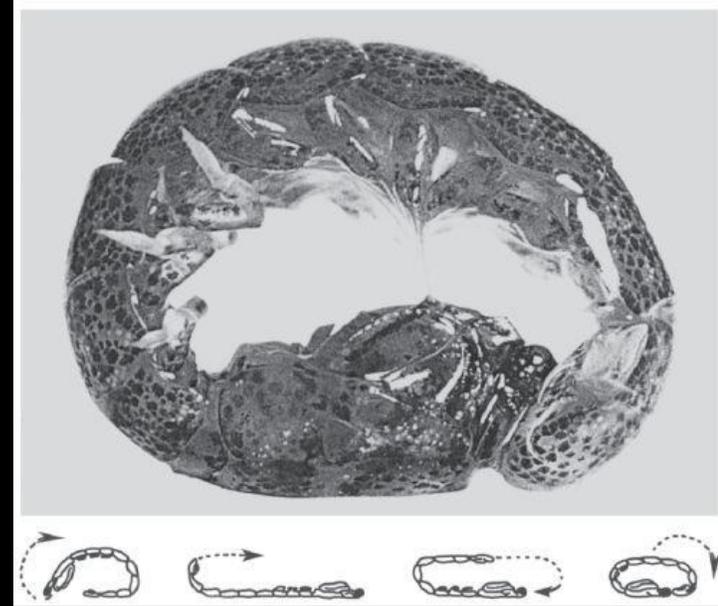
Особенности поведения



Раки-богомолы
выясняют
отношения

В период размножения самцы устраивают ритуальные поединки: один ложится на спину и задирает тельсон (хвост), второй бьет по тельсону своими ударными ногами.

Флюоресцентные и видимые в ультрафиолете пятна на теле для общения с сородичами и другими видами.



Так бы выглядела угрожающая поза «Уходи, это моя нора!», если бы мы видели ультрафиолет

Нажмите на картинку, чтобы запустить видео.

Узнают и общаются с соседями по территории при помощи визуальных знаков и даже химических веществ. Сложное социальное поведение – защита своей территории – особыми позами отгоняют конкурентов от своих нор.

Вид *Nannosquilla decemspinosa* обитает на мелких песчаных местах. Во время отлива эти раки не могут ходить по суше (их ноги могут поддерживать тело только в толще воды). Они добираются до моря, сворачиваясь в «колесо» и так кувыркаясь, преодолевая таким образом расстояния до 2 м.

Так катится *N. decemspinosa*

Отпугивающая поза



Размножение

Могут размножаться 20-30 раз за жизнь. В зависимости от вида, самцы и самки встречаются только для спаривания или могут вступать в долговременные (до 20 лет) отношения. У моногамных видов пары живут вместе, часто в одной норе и координируют свои действия.

Яйца самки могут откладывать в норки, а могут носить с собой под брюшком или в передних конечностях.

Ухаживать за кладкой могут оба родителя. Самки некоторых видов откладывают две кладки: за одной ухаживает она сама, за другой – самец. У других видов самец добывает еду для обоих партнеров в то время как самка следит за кладкой.



Яйцо

Самка держит икру передними конечностями



Личинки

Кулинария

Люди используют раков-богомолов в пищу, при этом вылов не слишком интенсивный и природные популяции не нарушены.

В странах Юго-Восточной Азии, Китае и Японии их сушат, жарят, варят, подают с различными соусами, используют в приготовлении суши и сашими. В Средиземноморском регионе, на Филиппинах и Гавайях используют в кулинарии, как обычных креветок.



Выловленные у берегов Вьетнама
раки-богомолы

Аквариумистика

Содержат в морских аквариумах

Самый популярный вид - *Odontodactylus scyllarus* (peacock mantis shrimp) – яркая расцветка: зеленое или оранжевое тело с оранжевыми ногами и разноцветными пятнами.

Красивый и необычный питомец, но есть проблемы:

Невозможно содержать с кем-либо еще – убьет и съест всех прочих обитателей аквариума.

Некоторые представители могут разбить стекло аквариума с одного удара, но стекло современных аквариумов устойчиво.

Могут разрушать твердые кораллы и живые камни (камень из моря с обрастателями) для того, чтобы сделать себе нору и атаковать мягкие кораллы и актинии.

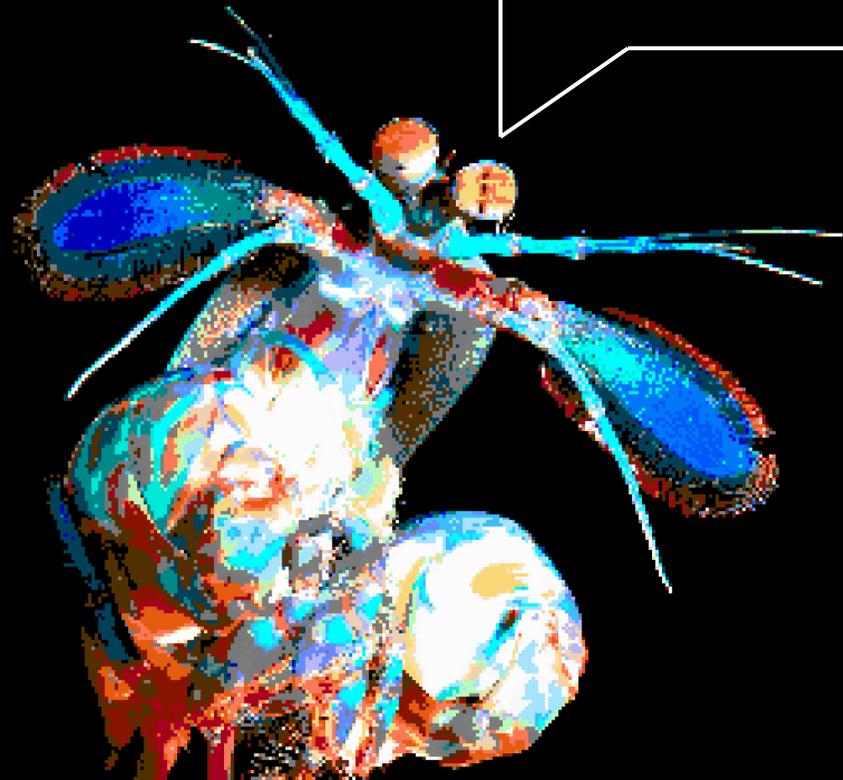
При неосторожном обращении могут наносить серьезные травмы.





На свете еще
множество невероятно
интересных созданий!

Спасибо за внимание, человек!



Сайт кафедры Зоологии Беспозвоночных МГУ:
<http://www.invert.bio.msu.ru>

В дар Музею Землеведения от студента кафедры зоологии
беспозвоночных биологического факультета МГУ

Котельникова Кирилл

Эта презентация и все материалы в ней предназначены и могут быть
использованы только для образовательных целей. Коммерческое
использование запрещено. Права на изображения принадлежат
соответствующим владельцам.