**Оглавление**

Введение...............................................................................................................3

1. Способов видеть много — все зависит от целей..........................................4

2. Рептилии. Общие сведения.............................................................................8

3. Органы инфракрасного зрения змей.............................................................12

4. «Тепловидящие» змеи....................................................................................17

5. Змеи поражают добычу вслепую...................................................................20

Заключение..........................................................................................................22

Список литературы.............................................................................................24

**Введение**

Вы уверены, что окружающий мир выглядит именно так, каким он предстает нашему взгляду? А вот животные видят его совсем иначе.

Роговица и хруста­лик у человека и высших животных устроены одинако­во. Схоже и устрой­ство сетчатки. Она содержит чувстви­тельные к свету колбочки и палочки. Колбочки отвечают за цветовое зрение, палочки — за зрение в темноте.

Глаз — удивительный орган человечес­кого организма, живой оптический прибор. Благодаря ему мы видим днем и ночью, различаем цвета и объ­ем изображения. Глаз устроен как фо­токамера. Его роговица и хрусталик, как объектив, преломляют и фокусируют свет. Выстилающая глазное дно сетчатка выступает в роли чувствительной фотопленки. Она состоит из особых свето­вос­при­ни­ма­ющих элементов — колбочек и палочек.

А как устроены глаза наших «братьев мень­ших»? У животных, которые охотятся ночью, в сетчатке больше палочек. У тех представителей фауны, которые ночью предпочитают спать, в сетчатке одни колбочки. Самые зоркие в приро­де — дневные животные и птицы. Это и понятно: без острого зрения они просто не выживут. Но и у ведущих ночной образ жизни животных есть свои преимущества: даже при минимальном ос­вещении они замечают малейшие, почти неуло­вимые движения.

В целом люди видят четче и лучше большин­ства животных. Дело в том, что в глазу человека имеется так называемое желтое пятно. Оно рас­положено в центре сетчатки на оптической оси глаза и содержит только колбочки. На них попа­дают лучи света, которые меньше всего искажа­ются, проходя через роговицу и хрусталик.

«Желтое пятно» — специфическая особенность зрительного аппарата человека, все остальные виды его лишены. Именно из-за отсутствия это­го важного приспособления собаки и кошки ви­дят хуже нас.

**1. Способов видеть много — все зависит от целей**

**Каждый вид в результате эволюции развил свои зрительные способности** настолько, на­сколько это требуется для его среды обитания и образа жизни. Если понимать это, можно ска­зать, что у всех живых организмов зрение по-своему «идеальное».

Человек под водой видит плохо, а у рыбы гла­за устроены так, что она, не меняя позиции, раз­личает предметы, которые для нас остаются «за бортом» зрения. У донных рыб, например кам­балы и сома, глаза расположены в верхней час­ти головы, чтобы видеть врагов и добычу, кото­рые обычно появляются сверху. Кстати, глаза рыбы могут поворачиваться в разные стороны независимо друг от друга. Зорче других видят под водой хищные рыбы, а также обитатели глу­бин, питающиеся мельчайшими существами — планктоном и донными организмами.

Зрение животных приспособлено к привыч­ной среде. Кроты, например, подслеповаты — они видят только вблизи. Но другое зрение в полной темноте их подземных нор и не нужно. Мухи и другие насекомые плохо различают очертания предметов, зато за одну секунду способны зафик­сировать большое число отдель­ных «картинок». Около 200 по сравнению с 18 у человека! Поэ­тому мимолетное движение, ко­торое мы воспринимаем как ед­ва уловимое, для мухи «раскла­дывается» на множество еди­ничных образов — словно кадры на кинопленке. Благодаря этому свойству насекомые момен­тально ориентируются, когда им нужно ловить на лету свою жертву или спасаться от врагов (включая людей с газетой в руке).

**Глаза насекомых — одно из самых удивитель­ных творений природы.** Они хорошо развиты и занимают большую часть поверхности головы насекомого. Состоят из двух типов — простых и сложных. Простых глаз обычно три, и располо­жены они на лбу в виде треугольника. Они раз­личают свет и темноту, а когда насекомое летит, следят за линией горизонта.

Сложные глаза состоят из множества малень­ких глазков (фасеток), имеющих вид выпуклых шестигранников. Каждый такой глаз оснащен своеобразной простейшей линзой. Сложные глаза дают мозаичное изображение — в каждую фасетку «вмещается» лишь фрагмент попавшего в поле зрения объекта.

Интересно, что у многих насекомых в слож­ных глазах отдельные фасетки увеличены. А их место рас­по­ло­же­ния зависит от образа жизни насекомого. Если его больше «интересует», что происходит над ним, самые большие фасетки находятся в верхней части сложного глаза, а ес­ли под ним — в нижней. Ученые не раз пытались понять, что именно видят насекомые. Действи­тельно ли окружающий мир предстает перед их взором в виде волшебной мозаики? Однознач­ного ответа на этот вопрос пока нет.

Особенно много опытов проводилось с пчела­ми. В ходе экспериментов выяснилось, что зре­ние этим насекомым нужно для ориентации в пространстве, распознавания врагов и общения с другими пчелами. В темноте пчелы не видят (и не летают). Зато они очень хорошо различают некоторые цвета: желтый, синий, голубовато-зеленый, фиолетовый и еще специфический «пчелиный». Послед­ний — это результат «смеше­ния» ультра­фи­о­ле­то­во­го, синего и желтого. В целом остротой своего зрения пчелы вполне мо­гут конкурировать с людьми.

Ну а как же обходятся существа, у которых очень слабое зрение или те, кто вовсе им обде­лен? Как они ориентируются в пространстве? Некоторые тоже «видят» — только не глазами. У простейших беспозвоночных и медуз, состоя­щих на 99 процентов из воды, имеются чувстви­тельные к свету клетки, отлично заменяющие им привычные зрительные органы.

Зрение представителей фауны, населяющих нашу планету, хранит еще много удивительных тайн, и они ждут своих исследователей. Но ясно одно: все разнообразие глаз в живой природе — результат долгой эволюции каждого вида и тес­ным образом связано с его образом жизни и сре­дой обитания.

*Люди*

Мы четко видим предметы вблизи и различаем тончайшие оттенки цветов. В центре сетчатки расположены колбочки «желтого пятна», отвечающие за остроту зрения и восприятие цвета. Обзор — 115—200 градусов.

На сетчатке нашего глаза изображение фиксируется в пе­ревернутом виде. Но наш мозг корректирует картинку и преобра­зует ее в «правиль­ную»

*Кошки*

Широко посаженные кошачьи глаза дают обзор в 240 градусов. Сетчатка глаза в ос­новном снабжена палочками, колбочки собраны в центре ре­тины (области острого зрения). Ночное зрение лучше дневного. В темноте кошка видит в 10 раз лучше нас. Ее зрачки расширяются, а находящийся под сетчаткой отражающий слой обостряет зрение. А цвета кошка различает плохо — всего несколько оттенков.

*Собаки*

Долгое время считалось, что собака видит мир черно-белым. Однако псовые всё же различают цвета. Просто эта информация не слишком значима для них.

Зрение у псовых на 20-40% хуже, чем у человека. Объект, который мы различаем на расстоянии 20 метров, для собаки «исчезает», если он отдален больше чем на 5 метров. Зато ночное зрение отличное — в три-четыре раза лучше, чем у нас. Собака — ночной охотник: она далеко видит во тьме. В темноте собака сторожевой породы способна разглядеть движущийся объект на расстоянии 800-900 метров. Обзор — 250—270 градусов.

*Птицы*

Пернатые — рекордсмены по остроте зрения Они хорошо разли­чают цвета. У большинст­ва хищных птиц острота зрения в несколько раз выше, чем у человека. Яс­требы и орлы замечают движущуюся добычу с высоты двух километров. От внимания парящего на высоте 200 метров ястреба не ускользает ни одна деталь. Его глаза «увеличивают» центральную часть изображения в 2,5 раза. У человеческого глаза нет такого «увеличителя»: чем выше мы находимся, тем хуже видим то, что внизу.

*Змеи*

У змеи нет век. Ее глаз покрыт прозрачной оболочкой, которую при линьке заменяет новая. Взгляд змея фокусирует, меняя форму хрусталика.

Большинство змей различают цвета, но контуры изображения расплываются. Змея главным образом реагирует на дви­жущийся объект, да и то, если он рядом. Стоит жертве пошевельнуться, и рептилия обнаруживает ее. Если вы замрете, змея вас не увидит. Но может атаковать. Расположенные возле глаз змеи рецепторы улавливают тепло, исходящее от живого существа.

*Рыбы*

Глаз у рыбы — с шарооб­разным хрусталиком, ко­торый не меняет форму. Чтобы сфокусировать взгляд, рыба приближает или удаляет хрусталик от сетчатки глаза с помо­щью особых мышц.

В прозрачной воде рыба видит в среднем на 10-12 метров, а четко — на расстоянии 1,5 метра. Зато угол зрения необы­чайно велик. Рыбы фиксируют предметы в зоне 150 градусов по вертикали и 170 градусов по горизонтали. Они различают цвета и воспринимают инфракрасное излучение.

*Пчелы*

«Пчелы дневного видения»: на что глядеть ночью в улье?

Глаз пчелы улавли­вает ультрафиоле­товое излучение. Другую пчелу она видит в лиловом цвете и будто через «сжавшую» изобра­жение оптику.

Глаз пчелы состоит из 3 простых и 2 сложных фасеточных глазков. Сложные во время полета различают движущие­ся предметы и очертания неподвижных. Простые — определяют степень интенсивности света. Ночного зрения у пчел нет»: на что глядеть ночью в улье?

**2. Рептилии. Общие сведения**

У рептилий плохая репутация и мало друзей среди людей. Существует множество недоразумений, связанных с их телом и образом жизни и сохранившихся до наших дней. Действительно, само слово “рептилия” означает “животное, которое пресмыкается” и словно напоминает о распространенном представлении о них, в особенности, о змеях как об отвратительных созданиях. Несмотря на сложившийся стереотип, не все змеи ядовиты и многие рептилии играют существенную роль в регулировании численности насекомых и грызунов.

Большинство рептилий – хищники, обладающие хорошо развитой сенсорной системой, помогающей находить добычу и избегать опасности. У них отменное зрение, а змеи, кроме того, имеют специфическую способность фокусировать свой взгляд, изменяя форму хрусталика. Рептилии, ведущие ночной образ жизни, как, например, гекконы, видят все черно-белым, но большинство других имеет хорошее цветное зрение.

Слух для большинства рептилий не имеет особой важности, и внутренние структуры уха обычно слабо развиты. У большинства отсутствует и наружное ухо, исключая барабанную перепонку, или “тимпанум”, которая воспринимает колебания, передаваемые по воздуху; от барабанной перепонки они передаются через косточки внутреннего уха к мозгу. Змеи наружного уха не имеют и могут воспринимать только те колебания, которые передаются по земле.

Рептилий характеризуют как холоднокровных животных, но это не вполне точно. Температура их тела в основном определяется окружающей средой, но во многих случаях они могут ее регулировать и при необходимости поддерживать на более высоком уровне. Некоторые виды способны генерировать и удерживать тепло внутри собственных тканей тела. Холодная кровь имеет некоторые преимущества по сравнению с теплой. Млекопитающим необходимо поддерживать температуру тела на постоянном уровне в очень узких пределах. Для этого им постоянно требуется пища. Рептилии, наоборот, очень хорошо переносят понижение температуры тела; ее жизненный интервал у них намного шире, чем у птиц и млекопитающих. Поэтому они способны заселять такие места, которые для млекопитающих не пригодны, например, пустыни.

Однажды наевшись, они могут переваривать пищу в состоянии покоя. У некоторых самых крупных видов между приемами пищи может проходить несколько месяцев. Крупные млекопитающие не выжили бы при таком режиме питания.

По-видимому, из рептилий только у ящериц хорошо развито зрение, так как многие из них охотятся на быстро передвигающуюся добычу. Водные рептилии в большей степени полагаются на такие органы чувств, как обоняние и слух, когда выслеживают добычу, находят себе супруга или определяют приближение врага. Зрение у них выполняет подсобную роль и действует только на близком расстоянии, зрительные образы расплывчаты, отсутствует способность долго фокусироваться на неподвижных предметах. У большинства змей зрение довольно слабое, способное обычно регистрировать только движущиеся объекты, находящиеся поблизости. Реакция оцепенения у лягушек, когда к ним приближается, например, уж, является хорошим защитным механизмом, так как змея не догадается о присутствии лягушки, пока та не сделает резкого движения. Если же такое произойдет, то зрительные рефлексы позволят змее быстро расправиться с ней. Только древесные змеи, которые обвиваются вокруг веток и хватают птиц и насекомых на лету, имеют хорошее бинокулярное зрение.

У змей система органов чувств иная, чем у других имеющих слух рептилий. По-видимому, они не слышат совсем, так что звуки дудочки заклинателя змей для них недоступны, они входят в состояние транса от движений этой дудочки из стороны в сторону. Они не имеют наружного уха и барабанной перепонки, но, возможно, способны улавливать некоторые очень низкочастотные вибрации, используя в качестве органов чувств легкие. В основном змеи обнаруживают добычу или приближающегося хищника по колебаниям земли или другой поверхности, на которой они находятся. Тело змеи, целиком находящееся в контакте с землей, действует как один большой детектор колебаний.

Некоторые виды змей, в том числе гремучие и ямкоголовые, обнаруживают добычу по инфракрасному излучению ее тела. Под глазами у них имеются чувствительные клетки, определяющие малейшие изменения температуры вплоть до долей градуса и, таким образом, ориентирующие змей на местонахождение жертвы. Некоторые удавы также имеют чувствительные органы (на губах вдоль ротового отверстия), способные фиксировать изменения температуры, но они менее чувствительны, чем у гремучих и ямкоголовых змей.

Для змей очень важны чувства вкуса и обоняния. Дрожащий раздвоенный змеиный язык, который некоторые люди считают «змеиным жалом», в действительности собирает быстро исчезающие в воздухе следы различных веществ и переносит их к чувствительным углублениям на внутренней поверхности рта. На небе находится специальное устройство (орган Якобсона), которое связано с мозгом ответвлением обонятельного нерва. Постоянное выпускание и втягивание язычка является эффективным методом отбора проб воздуха на важные химические компоненты. При втягивании язык оказывается рядом с органом Якобсона, и его нервные окончания определяют эти вещества. У других рептилий большую роль играет чувство обоняния, и та часть мозга, которая отвечает за эту функцию, развита очень хорошо. Органы вкуса обычно развиты меньше. Как и у змей, орган Якобсона, используется для обнаружения в воздухе (у некоторых видов – с помощью языка) частичек, несущих ощущение запаха.

Многие рептилии живут в очень сухих местах, так что сохранение воды в теле для них очень важно. Ящерицы и змеи сохраняют воду лучше всех, но вовсе не благодаря чешуйчатой коже. Через кожу они теряют почти столько же влаги, сколько птицы и млекопитающие.

В то время как у млекопитающих высокая частота дыхания приводит к большому испарению с поверхности легких, у рептилий частота дыхания намного меньше и, соответственно, через ткани легких потеря воды минимальная. Многие виды рептилий снабжены железами, способными очищать кровь и ткани тела от солей, выделяя их в форме кристаллов, снижая этим потребность отделения больших объемов мочи. Другие нежелательные соли в крови превращаются в мочевую кислоту, которая может удаляться из организма с минимальным количеством воды.

Яйца рептилий содержат все необходимое для развивающегося зародыша. Это запас пищи в виде крупного желтка, воды, которая содержится в белке, и многослойная защитная оболочка, которая не пропускает опасных бактерий, но пропускает воздух для дыхания.

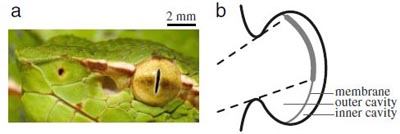
Внутренняя оболочка (амнион), непосредственно окружающая эмбрион, аналогична такой же оболочке у птиц и млекопитающих. Аллантоисом называется более мощная мембрана, действующая как легкие и орган выделения. Она обеспечивает проникновение кислорода и выход отработанных веществ. Хорион – оболочка, окружающая все содержимое яйца. Наружная скорлупа у ящериц и змей кожистая, но у черепах и крокодилов она более твердая и кальцинированная, как яичная скорлупа у птиц.

**4. Органы инфракрасного зрения змей**

Инфракрасное зрение змей требует нелокальной обработки изображений

Органы, позволяющие змеям «видеть» тепловое излучение, дают крайне расплывчатое изображение. Тем не менее у змеи в мозгу формируется четкая тепловая картина окружающего мира. Немецкие исследователи выяснили, как такое может быть.

Некоторые виды змей обладают уникальной способностью улавливать тепловое излучение, позволяющей им разглядывать" окружающий мир в абсолютной темноте. Правда, они «видят» тепловое излучение не глазами, а специальными чувствительными к теплу органами.



Строение такого органа очень просто. Рядом с каждым глазом располагается отверстие диаметром около миллиметра, которое ведет в небольшую полость примерно такого же размера. На стенках полости расположена мембрана, содержащая матрицу из клеток-терморецепторов размером примерно 40 на 40 клеток. В отличие от палочек и колбочек сетчатки глаза, эти клетки реагируют не на «яркость света» тепловых лучей, а на локальную температуру мембраны.

Этот орган работает как камера-обскура, прототип фотоаппаратов. Мелкое теплокровное животное на холодном фоне испускает во все стороны «тепловые лучи» — далекое инфракрасное излучение с длиной волны примерно 10 микрон. Проходя через дырочку, эти лучи локально нагревают мембрану и создают «тепловое изображение». Благодаря высочайшей чувствительности клеток-рецепторов (детектируется разница температур в тысячные доли градуса Цельсия!) и неплохому угловому разрешению, змея может заметить мышь в абсолютной темноте с довольно большого расстояния.

С точки зрения физики как раз хорошее угловое разрешение и представляет собой загадку. Природа оптимизировала этот орган так, чтобы лучше «видеть» даже слабые источники тепла, то есть попросту увеличила размер входного отверстия — апертуры. Но чем больше апертура, тем более размытое получается изображение (речь идет, подчеркнем, про самое обычное отверстие, безо всяких линз). В ситуации со змеями, где апертура и глубина камеры примерно равны, изображение оказывается настолько размытым, что из него ничего, кроме «где-то поблизости есть теплокровное животное», извлечь нельзя. Тем не менее опыты со змеями показывают, что они могут определять направление на точечный источник тепла с точностью около 5 градусов! Как же змеям удается достичь столь высокого пространственного разрешения при таком ужасном качестве «инфракрасной оптики»?

Изучению именно этого вопроса была посвящена недавняя статья немецких физиков A. B. Sichert, P. Friedel, J. Leo van Hemmen, Physical Review Letters, 97, 068105 (9 August 2006).

Раз реальное «тепловое изображение», говорят авторы, сильно размыто, а «пространственная картина», возникающая у животного в мозгу, довольно четкая, значит существует некий промежуточный нейроаппарат на пути от рецепторов к мозгу, который как бы настраивает резкость изображения. Этот аппарат не должен быть слишком сложным, иначе змея очень долго «обдумывала» бы каждое полученное изображение и реагировала бы на стимулы с запаздыванием. Более того, по мнению авторов этот аппарат вряд ли использует многоступенчатые итеративные отображения, а является, скорее, каким-то быстрым одношаговым преобразователем, работающим по навсегда зашитой в нервную систему программе.

В своей работе исследователи доказали, что такая процедура возможна и вполне реальна. Они провели математическое моделирование того, как возникает «тепловое изображение», и разработали оптимальный алгоритм многократного улучшения его четкости, окрестив его «виртуальной линзой».

Несмотря на громкое название, использованный ими подход, конечно, не является чем-то принципиально новым, а всего лишь разновидность деконволюции — восстановления изображения, испорченного неидеальностью детектора. Это процедура, обратная смазыванию картинки, и она широко применяется при компьютерной обработке изображений.

В проведенном анализе, правда, был важный нюанс: закон деконволюции не требовалось угадывать, его можно было вычислить исходя из геометрии чувствительной полости. Иными словами, было заранее известно, какое конкретно изображение даст точечный источник света в любом направлении. Благодаря этому совершенно размытое изображение можно было восстановить с очень хорошей точностью (обычные графические редакторы со стандартным законом деконволюции с этой задачей бы и близко не справились). Авторы предложили также конкретную нейрофизиологическую реализацию этого преобразования.

Сказала ли эта работа какое-то новое слово в теории обработки изображений — вопрос спорный. Однако она, несомненно, привела к неожиданным выводам касательно нейрофизиологии «инфракрасного зрения» у змей. Действительно, локальный механизм «обычного» зрения (каждый зрительный нейрон снимает информацию со своей маленькой области на сетчатке) кажется столь естественным, что трудно представить что-то сильно иное. А ведь если змеи действительно используют описанную процедуру деконволюции, то каждый нейрон, дающий свой вклад в цельную картину окружающего мира в мозгу, получает данные вовсе не из точки, а из целого кольца рецепторов, проходящего по всей мембране. Можно только удивляться, как природа умудрилась сконструировать такое «нелокальное зрение», компенсирующее дефекты инфракрасной оптики нетривиальными математическими преобразованиями сигнала.

Инфракрасные детекторы, конечно, трудно отличить от терморецепторов , рассмотренных выше. Тепловой детектор клопов Triatoma мог бы быть рассмотрен и в этом разделе. Тем не менее, некоторые терморецепторы настолько специализировались в детектировании удаленных источников тепла и определении направления на них, что стоит рассмотреть их отдельно. Наиболее известны из них лицевые и губные ямки некоторых змей. Первые указания на то, что у семейства ложноногих змей Boidae (удавы, питоны и т.д.) и подсемейства ямкоголовых змеи Crotalinae (гремучие змеи, в т.ч. настоящие гремучники Crotalus и бушмейстер (или сурукуку) Lachesis) имеются инфракрасные сенсоры, были получены из анализа их поведения при поиске жертв и определении направления атаки. Инфракрасное детектирование используется также для обороны или бегства, которое вызывается появлением излучающего тепло хищника. Впоследствии электрофизиологическая исследования тройничного нерва , иннервирующего губные ямки ложноногих змей и лицевые ямки ямкоголовых змей (между глазами и ноздрями) , подтвердили, что эти углубления действительно содержат инфракрасные рецепторы. Инфракрасное излучение представляет собой адекватный стимул для этих рецепторов, хотя ответ может генерироваться и при омывании ямки теплой водой.

Гистологические исследования показали, что ямки содержат не специализированные рецепторные клетки, а немиелинизированные окончания тройничного нерва , образующие широкое не перекрывающееся ветвление.

В ямках и ложноногих, и ямкоголовых змей поверхность дна ямки реагирует на инфракрасное излучение, причем реакция зависит от расположения источника излучения по отношению к краю ямки.

Активация рецепторов и у ложноногих, и у ямкоголовых змей требует изменения потока инфракрасного излучения. Это может достигаться либо в результате движения излучающего тепло объекта в "поле зрения" относительно более холодного окружения, либо при сканирующем движении головы змеи.

Чувствительность достаточна для обнаружения потока излучения от руки человека, перемещающейся в "поле зрения" на расстоянии 40 - 50 см, из чего следует, что пороговый стимул составляет менее 8 х 10-5 Вт/см2. Исходя из этого, повышение температуры, детектируемое рецепторами, составляет порядка 0,005оС (т.е. примерно на порядок лучше, чем способность человека к детектированию изменений температуры).

**5. "Тепловидящие" змеи**

Проведенные в 30-х годах XX векаучеными эксперименты с гремучими и родственными им ямкоголовыми змеями (кроталидами) показали, что змеи действительно могут как бы видеть тепло, испускаемое пламенем. Рептилии оказались способными обнаруживать на большом расстоянии едва уловимое тепло, испускаемое нагретыми предметами, или, иначе говоря, они были способны чувствовать инфракрасное излучение, длинные волны которого невидимы для человека. Способность ямкоголовых змей чувствовать тепло настолько велика, что они могут на значительном расстоянии уловить тепло, излучаемое крысой. Датчики тепла находятся у змей в небольших ямках на морде, откуда и их название - ямкоголовые. В каждой небольшой, расположенное между глазами и ноздрями, направленной вперед ямке имеется крошечное, как булавочный укол, отверстие. На дне этих отверстий расположена мембрана, сходная строением с сетчаткой глаза, содержащая мельчайшие терморецепторы в количества 500-1500 на квадратный миллиметр. Терморецепторы 7000 нервных окончаний соединены с ветвью тройничного нерва, расположенной на голове и морде. Поскольку зоны чувствительности обеих ямок перекрываются, ямкоголовая змея может воспринимать тепло стереоскопически. Стереоскопическое восприятие тепла позволяет змее, улавливая инфракрасные волны, не только находить добычу, но и оценивать расстояние до нее. Фантастическая тепловая чувствительность сочетается у ямкоголовых змей с быстрой реакцией, позволяющей змеям моментально, менее чем за 35 миллисекунд, реагировать на тепловой сигнал. Не удивительно, что обладающие такой реакцией змеи очень опасны.

Способность улавливать инфракрасное излучение дает ямкоголовым змеям значительные возможности. Они могут охотиться ночью и преследовать основную свою добычу - грызунов в их подземных норах. Хотя у этих змей имеется высокоразвитое обоняние, которое они также используют для поиска добычи, их смертоносный бросок направляется теплочувствительными ямками и дополнительными терморецепторами, расположенными внутри пасти.

Хотя инфракрасное чутье у других групп змей изучено хуже, известно, что удавы и питоны также имеют термочувствительные органы. Вместо ямок эти змеи имеют более 13 пар терморецепторов, расположенных вокруг губ.

В глубинах океана царит мрак. Туда не доходит свет солнца, и там мерцает только свет, испускаемый глубоководными обитателями моря. Как светлячки на суше, эти создания снабжены органами, генерирующими свет.

Обладающий огромной пастью черный малакост (Маlасоsteus niger) живет в полной темноте на глубинах от 915 до 1830 м и является хищником. Как же он может охотиться в полной темноте?

Малакост способен видеть так называемый дальний красный свет. Световые волны в красной части так называемого видимого спектра имеют наибольшую длину волны, около 0,73-0,8 микрометра. Хотя этот свет невидим для человеческого глаза, его видят некоторые рыбы, в том числе черный малакост.

По бокам глаз малакоста находится пара биолюминесцентных органов, испускающих сине-зеленый свет. Большинство других биолюминесцирующих созданий в этом царстве тьмы также испускают голубоватый свет и имеют глаза, чувствительные к волнам голубой области видимого спектра.

Вторая пара биолюминесцентных органов черного малакоста расположена ниже его глаз и дает дальний красный свет, который невидим остальным, живущим в глубинах океана. Эти органы дают черному малакосту преимущество перед соперниками, так как испускаемый им свет помогает ему увидеть добычу и позволяет поддерживать связь с другими особями своего вида, не выдавая своего присутствия.

Но каким же образом черный малакост видит дальний красный свет? Согласно поговорке "Ты есть то, что ты ешь", он действительно получает эту возможность, поедая крошечных веслоногих рачков - копепод, которые, в свою очередь, питаются бактериями, поглощающими дальний красный свет. В 1998 году группой ученых из Великобритании, в состав которой входили доктор Джулиан Партридж и доктор Рон Дуглас, было обнаружено, что сетчатка глаз черного малакоста содержит модифицированный вариант бактериального хлорофилла - фотопигмента, способного улавливать лучи дальнего красного света.

Благодаря дальнему красному свету некоторые рыбы могут видеть в воде, которая нам показалась бы черной. Кровожадная пиранья в мутных водах Амазонки, например, воспринимает воду как темно-красную, цвет более проницаемый, чем черный. Вода выглядит красной из-за частиц растительности красного цвета, которые поглощают лучи видимого спектра. Только лучи дальнего красного света проходят сквозь мутную воду, и их может видеть пиранья. Инфракрасные лучи позволяют ей видеть добычу, даже если она охотится в полной темноте.Так же как у пираньи, у карасей в их естественных местах обитания пресная вода часто бывает мутной, переполненной растительностью. И они адаптируются к этому, имея способность различать дальний красный свет. Действительно, их визуальный ряд (уровень) превышает таковой пираньи, так как они могут видеть не только в дальнем красном, но и в настоящем инфракрасном свете. Так что ваша любимая домашняя золотая рыбка может разглядеть гораздо больше, чем вы думаете, включая "невидимые" инфракрасные лучи, испускаемые обычными бытовыми электронными приспособлениями, такими, как телевизионный пульт и пучок лучей охранной сигнальной системы.

**5. Змеи поражают добычу вслепую**

Известно, что многие виды змей даже будучи лишенными зрения способны поражать свои жертвы со сверхъестественной точностью.

Рудиментарность их тепловых сенсоров не дает оснований утверждать, что одна только способность воспринимать тепловое излучение жертв может объяснить эти удивительные способности. Исследование ученых из Мюнхенского технического университета показывает, что, вероятно, все дело в наличии у змей уникальной «технологии» обработки визуальной информации, сообщает Newscientist.

Многие змеи обладают чувствительными детекторами инфракрасных лучей, что помогает им ориентироваться в пространстве. В лабораторных условиях змеям заклеивали глаза пластырем, и оказалось, что они способны поразить крысу мгновенным ударом ядовитых зубов в область шеи жертвы или за ушами. Такая точность не может объясняться только способностью змеи видеть тепловое пятно. Очевидно, все дело в способности змей каким-то образом обрабатывать инфракрасное изображение и «чистить» его от помех.

Ученые разработали модель, в которой учитываются и фильтруются как тепловые «шумы», исходящие от движущейся добычи, так и любые ошибки, связанные с функционированием самой мембраны-детектора. В модели сигнал от каждого из 2 тысяч тепловых рецепторов вызывает возбуждение своего нейрона, но интенсивность этого возбуждения зависит от входа на каждую из остальных нервных клеток. Интегрируя в модели сигналы от взаимодействующих рецепторов, ученым удалось получить очень четкие тепловые изображения даже при высоком уровне посторонних шумов. Но даже сравнительно малые погрешности, связанные с работой мембран-детекторов, могут полностью разрушить изображение. Для минимизации таких погрешностей толщина мембраны не должна превышать 15 микрометров. И оказалось, что мембраны ямкоголовых змей имеют именно такую толщину, рассказывает cnews.ru.

Таким образом, ученым удалось доказать удивительную способность змей обрабатывать даже изображения, весьма далекие от совершенства. Теперь дело за подтверждением модели исследованиями реальных змей.

**Заключение**

Известно, что многие виды змей (в частности из группы ямкоголовых), даже будучи лишенными зрения, способны поражать свои жертвы со сверхъестественной «точностью». Рудиментарность их тепловых сенсоров не дает оснований утверждать, что одна только способность воспринимать тепловое излучение жертв может объяснить эти удивительные способности. Исследование ученых из Мюнхенского технического университета показывает, что, возможно, все дело в наличии у змей уникальной «технологии» обработки визуальной информации, сообщает Newscientist.

Известно, что многие змеи обладают чувствительными детекторами инфракрасных лучей, которые помогают им ориентироваться в пространстве и обнаруживать добычу. В лабораторных условиях змей временно лишали зрения, заклеивая их глаза пластырем, и оказалось, что они способны поразить крысу мгновенным ударом ядовитых зубов, направленным в область шеи жертвы, за ушами - там, где крыса не способна дать отпор при помощи своих острых резцов. Такая точность не может объясняться лишь способностью змеи видеть расплывчатое тепловое пятно.

По бокам передней части головы у ямкоголовых змей имеются углубления (которые и дали название этой группе), в которых расположены чувствительные к теплу мембраны. Как же «фокусируется» тепловая мембрана? Предполагалось, что этот орган работает по принципу камеры-обскуры. Однако для реализации этого принципа диаметр отверстий слишком велик, и в результате можно получить только очень расплывчатое изображение, не способное обеспечить уникальную точность змеиного броска. Очевидно, все дело в способности змей каким-то образом обрабатывать инфракрасное изображение и «чистить» его от помех.

Ученые разработали модель, в которой учитываются и фильтруются как тепловые «шумы», исходящие от движущейся добычи, так и любые ошибки, связанные с функционированием самой мембраны-детектора. В модели сигнал от каждого из 2 тысяч тепловых рецепторов вызывает возбуждение своего нейрона, но интенсивность этого возбуждения зависит от входа на каждую из остальных нервных клеток. Интегрируя в модели сигналы от взаимодействующих рецепторов, ученым удалось получить очень четкие тепловые изображения даже при высоком уровне посторонних шумов. Но даже сравнительно малые погрешности, связанные с работой мембран-детекторов, могут полностью разрушить изображение. Для минимизации таких погрешностей толщина мембраны не должна превышать 15 микрометров. И оказалось, что мембраны ямкоголовых змей имеют именно такую толщину.

Таким образом, ученым удалось доказать удивительную способность змей обрабатывать даже изображения, весьма далекие от совершенства. Осталось только подтвердить модель исследованиями реальных, а не «виртуальных», змей.

**Список литературы**

1. Анфимова М.И. Змеи в природе. – М, 2005. – 355 с.
2. Васильев К.Ю. Зрение рептилий. – М, 2007. – 190 с.
3. Яцков П.П. Змеиная порода. – Спб, 2006. - 166 с.