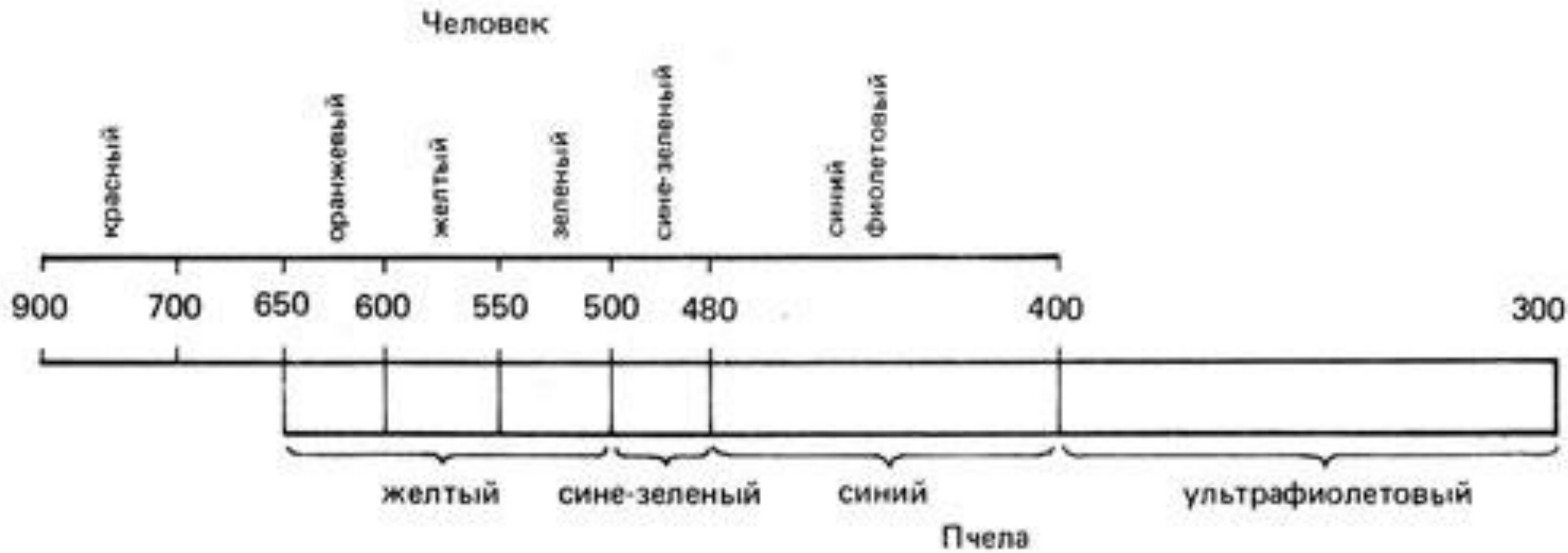


Лучистая энергия и ее экологическая роль в жизни животных



Свет в ограниченном диапазоне длин волн мы воспринимаем как различные цвета спектра. На диаграмме показано, что человек и пчела видят различные части спектра

Спектр солнечного света

Луч	Длина волны (мкм)
Ультрафиолетовые	0,06–0,39
Фиолетовые	0,39–0,45
Синие	0,45–0,48
Голубые	0,48–0,50
Зеленые	0,50–0,56
Желтые	0,56–0,58
Оранжевые	0,58–0,62
Красные	0,62–0,78
Инфракрасные	0,78–4 мм

Тепловое излучение - это постоянное излучение, обусловленное температурой нагретого тела, независимо от свойств его атомов.

Люминесцентное свечение происходит в определенных интервалах длин волн, причем эти длины волн заметно меняются от источника к источнику и являются характерными для соответствующего вещества.

Характеристикой для источника света может явиться, с одной стороны, энергия отдельного фотона (кванта света) - она определяется длиной волны - и, с другой, суммарная энергия, излученная в пространство, которая может быть измерена как интенсивность, или сила излучения.

Освещенность выражается в люксах. За один **ЛЮКС** принимается освещенность поверхности, на каждый квадратный метр которой приходится равномерно распределенный световой поток в 1 люмен.

Упрощенно, 1 люкс равен освещенности поверхности площадью в 1 м^2 при световом потоке, равном 1 люмену.

Общее значение лучистой энергии

Обмен веществ организма обязательно сопровождается поглощением, производством, превращениями и отдачей разных видов энергии, т. е. ее обменом со средой.

Восприятие видимого и ультрафиолетового излучений рецепторами животных обеспечивает их непосредственную ориентировку в среде и нахождение с помощью фотокинеза (неориентированное усиление движений животного при росте интенсивности облучения) и **фототаксиса** (ориентированное движение по направлению или от источника света) благоприятных условий.

Изменение светового режима является физиологической основой таких явлений, как нагул, спячка, линька покровов, размножение и сезонные миграции животных.

Различные виды животных способны выдерживать освещение определенного спектрального состава, длительности и силы



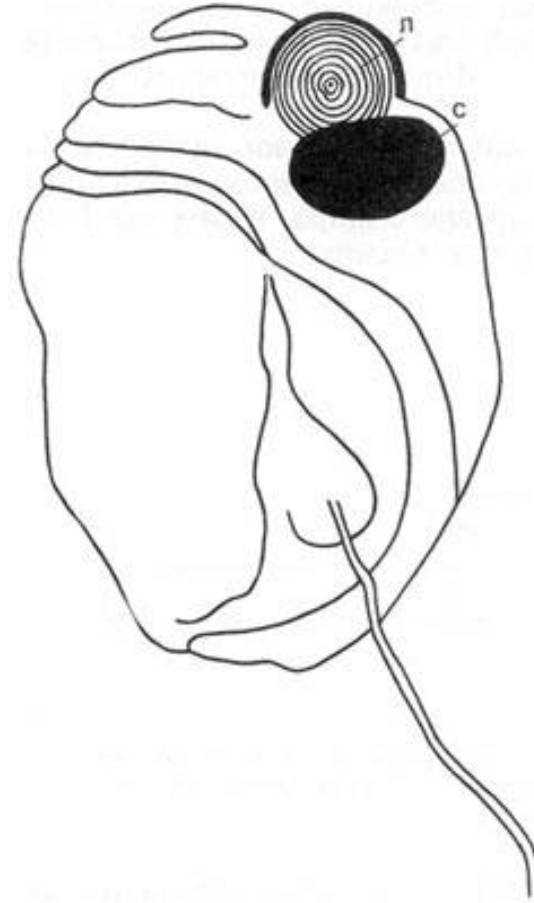
Для того чтобы реагировать на световые раздражители, в теле животных должны быть особые устройства, способные воспринимать свет во всех его направлениях, и при необходимости передавать далее и соответствующим образом перерабатывать.

За восприятие света в светочувствительных органах, то есть в глазах, наряду с простейшими световыми диафрагмами и светопреломляющими системами линз, дающими возможность воспринимать изображения, ответственны прежде всего зрительные вещества (**сенсibiliзаторы**), способные поглощать волны определенной длины.

Химико-физиологические процессы восприятия света глазом тесно связаны с приспособленностью светоулавливающих органов к преобладающей освещенности. В зависимости от яркости света зрачок глаза сужается или расширяется; этот зрачковый рефлекс способствует тем самым дополнительному регулированию зрительного процесса.

Типы органов зрения

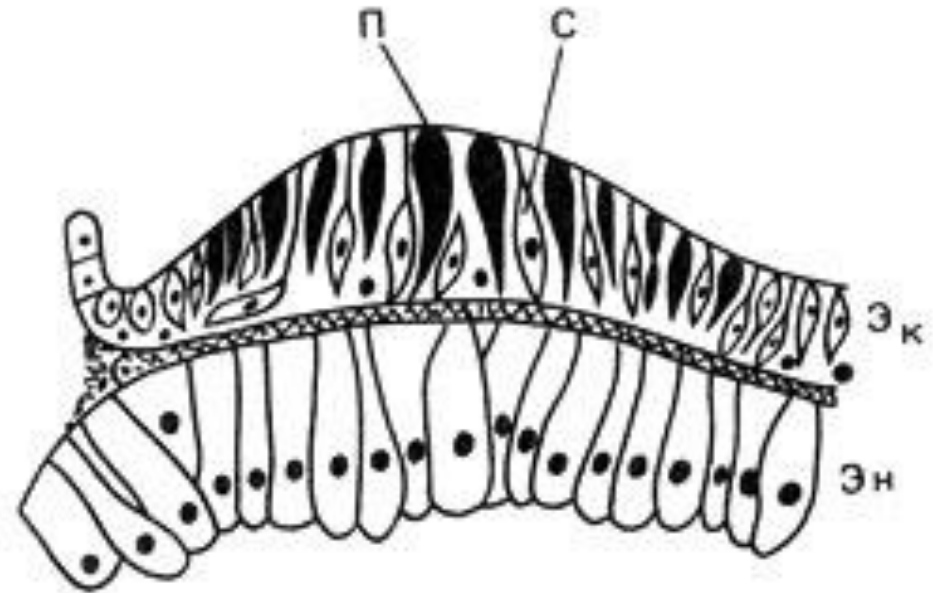
- Красные глазные пятна (**СТИГМЫ**). Перед ними могут располагаться светопреломляющие зернышки крахмала, выполняющие роль линз. Такие органы свойственны одноклеточным организмам-жгутиковым.



Схематический рисунок жгутиконосца *Pouchetia cornuta* с глазным пятном: Л - «линза», С - стигма

Типы органов зрения

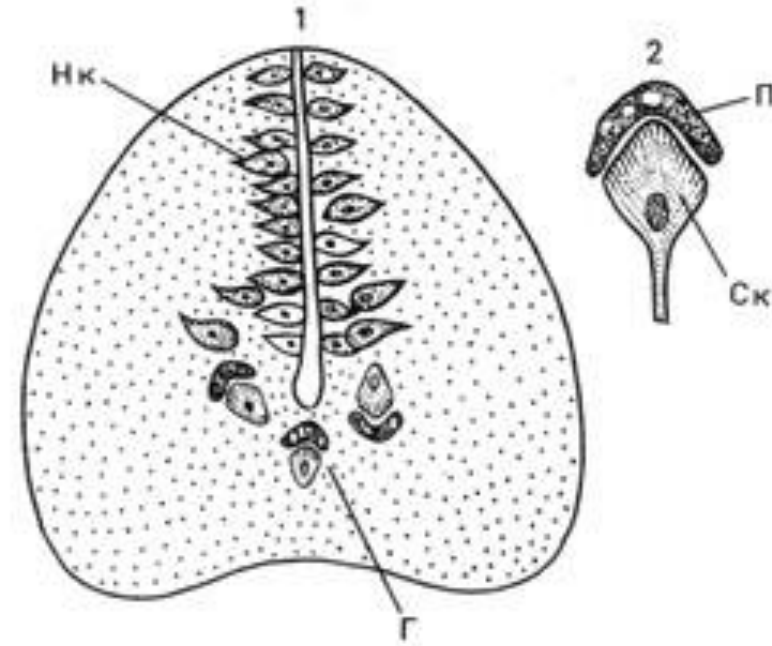
- **Уплощенные глазки**, у которых светочувствительные (зрительные) клетки обычно тесно расположены в одной плоскости и иногда прикрыты односторонней пигментной изоляцией. [Такие глаза](#) встречаются у медуз, некоторых видов червей и у морских звезд.



Уплощенные глазки медузы: П - пигментные клетки, С - светочувствительная клетка, Эк - эктодерма, Эн - энтодерма"

Типы органов зрения

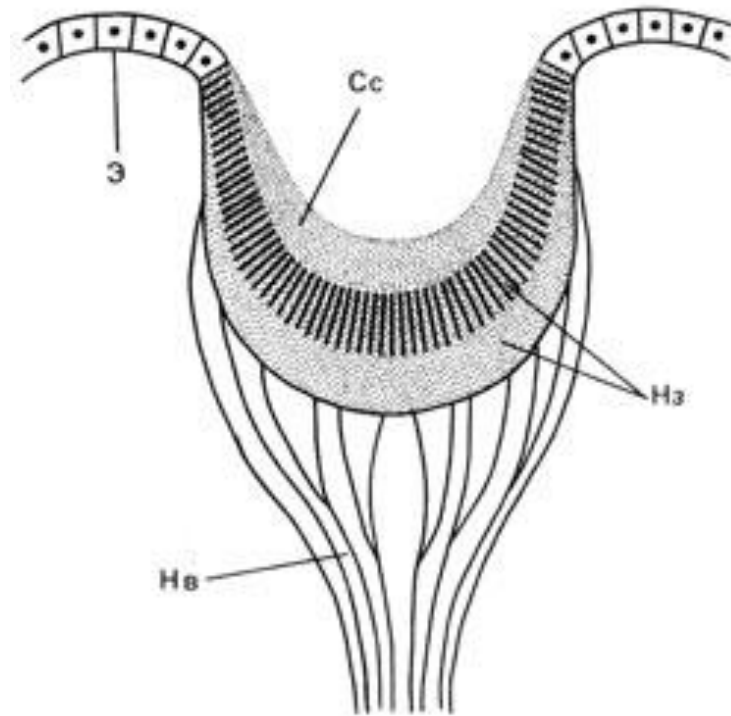
- Глазки в виде **пигментных бокалов**, зрительные клетки которых окружены одной или несколькими пигментными клетками в форме бокала. [Подобные органы зрения](#) характерны для ресничных червей и ланцетников.



Глазки в виде пигментных бокалов у ланцетника *Branchiostoma lanceolatum*: 1 - поперечный разрез спинного мозга; 2 - отдельный глазок в виде пигментного бокала; Ск - светочувствительная клетка; Нк - нервная клетка; П - пигментная клетка; Г - глазок (пигментный бокал)

Типы органов зрения

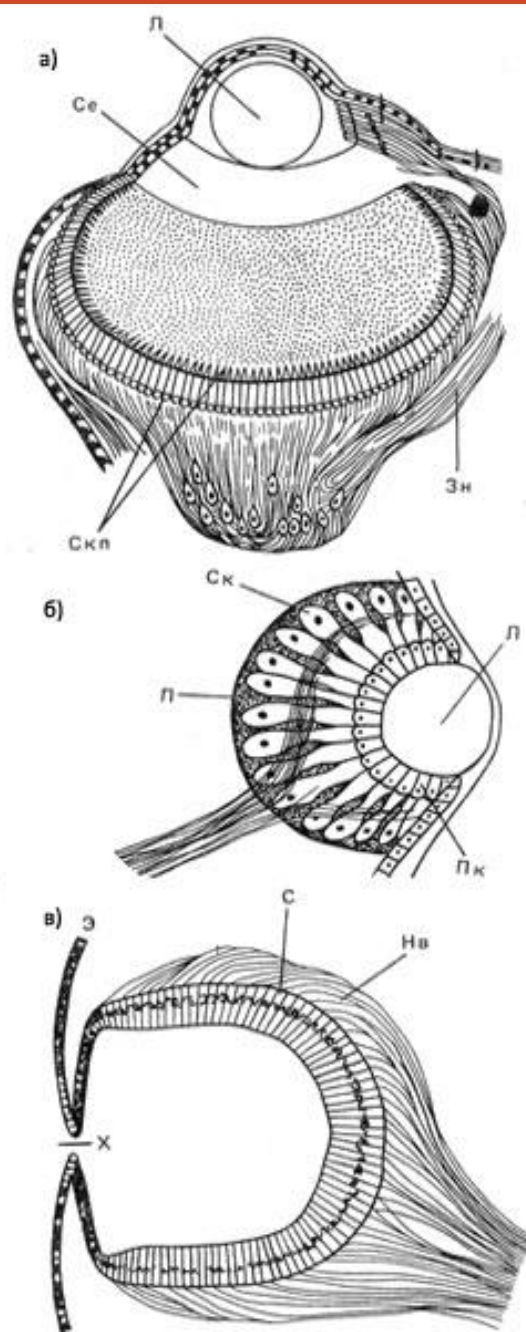
- **Ямковидные глаза** представляют собой дальнейшую ступень развития, так как у них наружный клеточный слой кожи (кожный эпителий) вместе с расположенными в нем зрительными и пигментными клетками чашеобразно вогнут. Это зрительное приспособление имеется у улиток.



Ямковидный глаз моллюска морское блюдечко (*Patella*): Э - эпидерма; Сс - секреторный слой; Нз - зрительные и промежуточные клетки; Нв - нервные волокна

Типы органов зрения

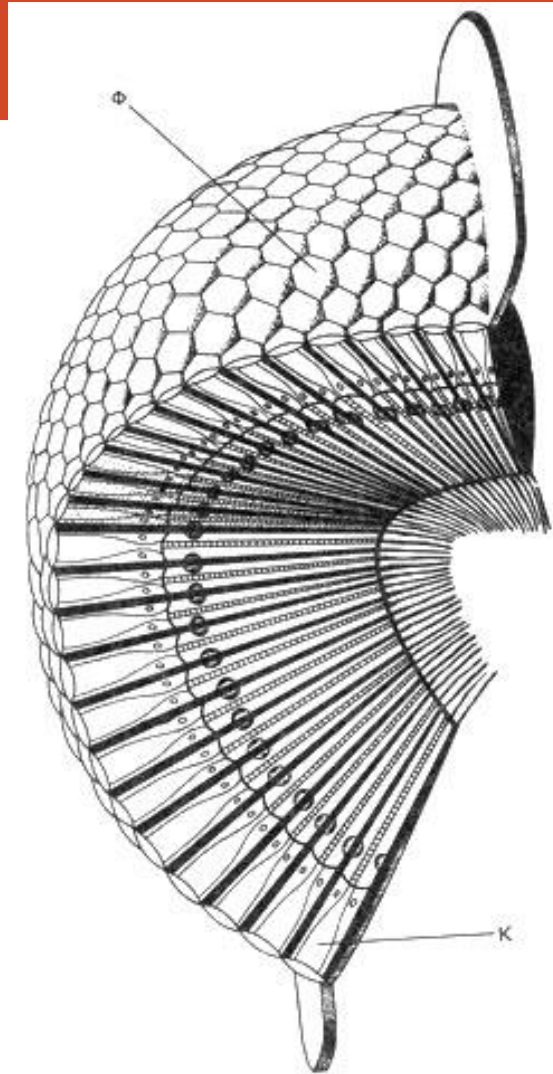
- **Пузырьковые глаза и линзовидные глаза**, присущие многощетинковым червям, моллюскам, членистоногим и другим животным вплоть до позвоночных. Такие глаза - одни из наиболее эффективных световоспринимающих органов, существующих у животных. Сетчатка этих обоих типов глаз содержит зрительные клетки: колбочки и палочки, обуславливающие остроту зрения, способность воспринимать цвета и видеть в сумерках.



- а) Линзовый глаз многощетинкового червя (*Vanadis*): Л - линза; Се - секрет; Зн - зрительный нерв; Скл - светочувствительные клетки с палочками.
- б) Линзовый глаз паука: Л - линза; Пк - прозрачные клетки; Ск - светочувствительные клетки; П - пигмент.
- в) Линзовый глаз головоногого моллюска: Х - хрусталик; Э - эпидермис; С - сетчатка; Нв - нервные волокна

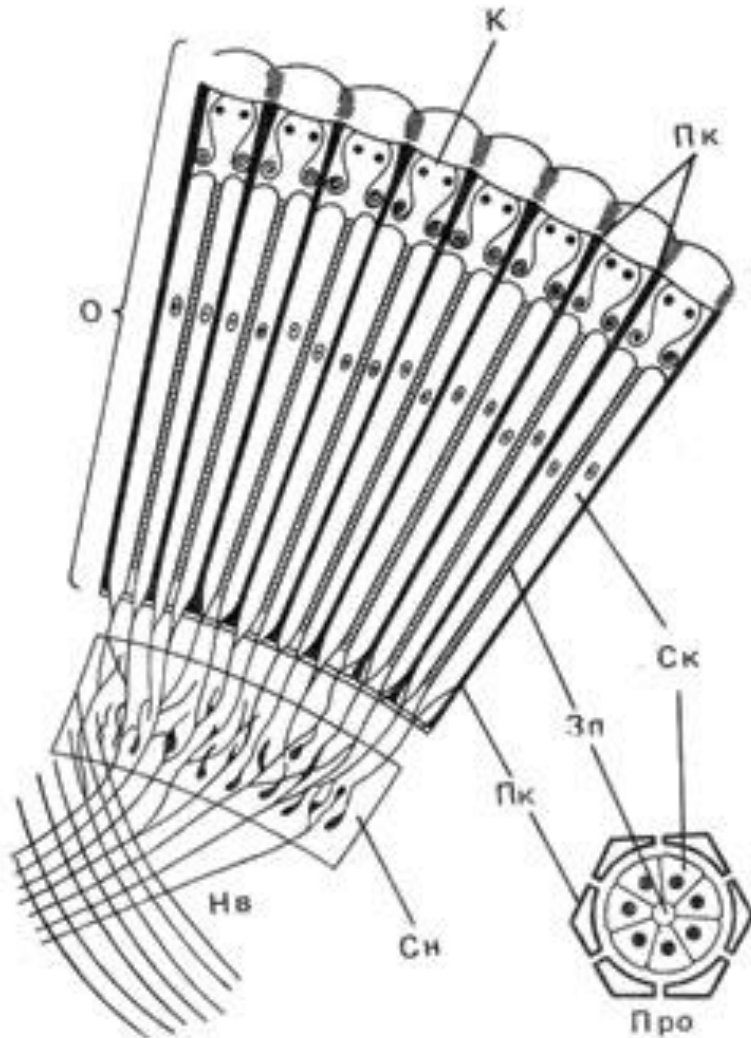
Типы органов зрения

- Сложные глаза, называемые также фасеточными. Они встречаются преимущественно у членистоногих и состоят из многочисленных, тесно соприкасающихся между собой отдельных глазков (омматидиев).



Фасеточный глаз бабочки (с клинообразным вырезом): Ф - фасетки; К - хрустальный конус

Единичные глазки (омматидии) сложного глаза



К - хрустальный конус; Нв -
нервные волокна; Сн - слой
нервных клеток; Пк -
пигментные клетки; Про -
поперечный разрез
омматидия; О - омматидии;
Зп - зрительные палочки; Ск -
светочувствительные клетки

различать два
типа сложных
глаз

```
graph TD; A[различать два типа сложных глаз] --> B[аппозитивные]; A --> C[суперпозитивные]
```

аппозитивные

суперпозитивные

У апозитивного глаза отдельные глазки оптически экранированы друг от друга, вследствие чего в каждом из них возникает сравнительно четкое, но не яркое изображение.

У суперпозитивного глаза между соседними омматидиями расположены прозрачные слои, так что в каждый отдельный глазок попадают и лучи света, преломленные соседними глазками; такой глаз, естественно, воспринимает больше света, чем апозитивный. Но при этом разрешающая способность глаза, то есть острота зрения, уменьшается.

Морфологические адаптации

Морфологическая адаптация к этому фактору окружающей среды известна особенно у тех видов животных, которые в ходе филогенеза заселили слабоосвещенные или лишенные света местообитания. Животные, постоянно подверженные воздействию солнечного излучения, имеют светозащитную пигментацию кожи, защищающую их от излишнего облучения.

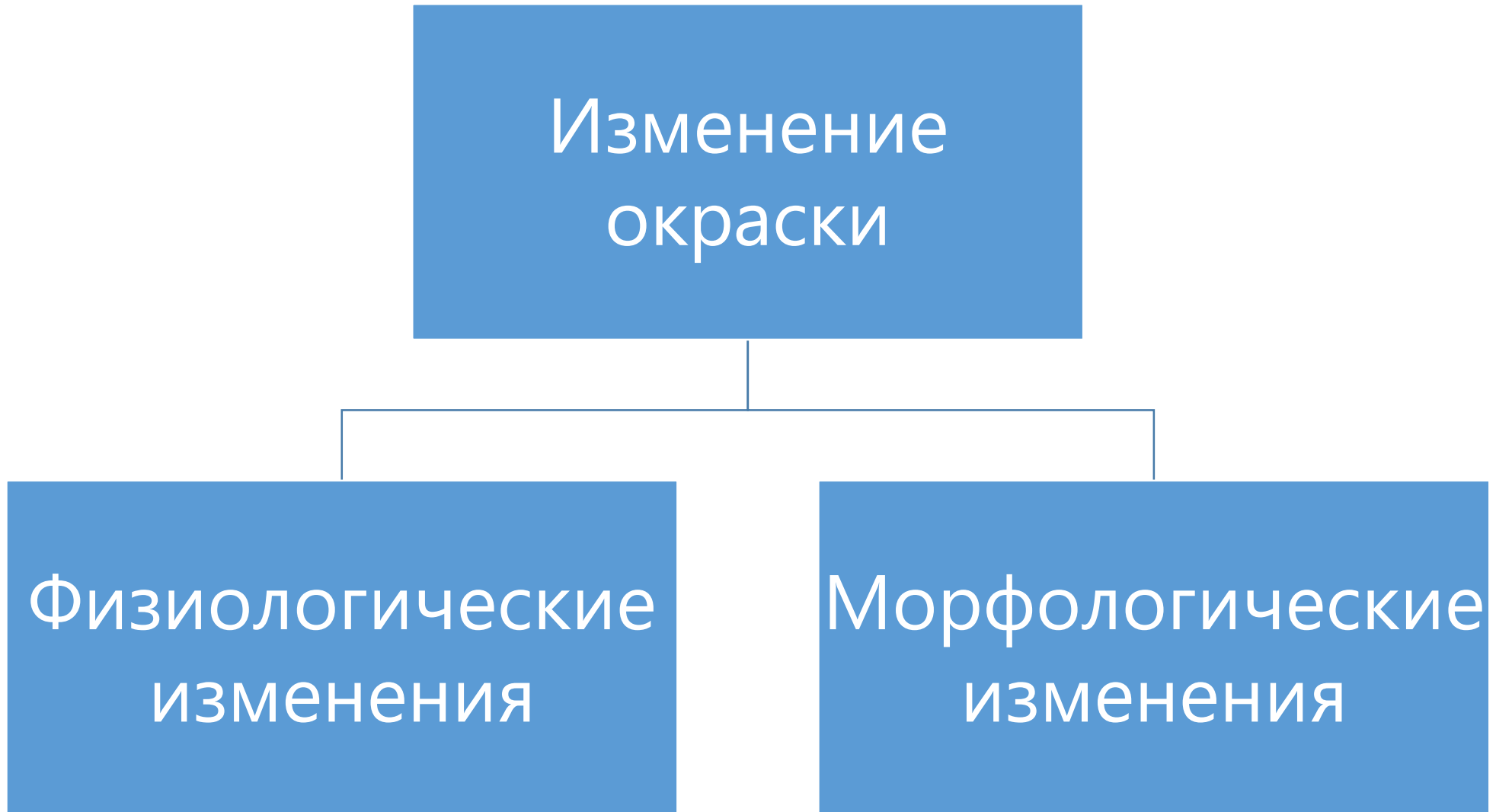
Морфологические адаптации

У многочисленных животных, обитающих в грунтовых водах, пещерах и в земле, или у личинок насекомых, живущих в древесине, а также у внутренних паразитов животных, как известно, кожный пигмент утрачен, а глаза полностью или частично атрофированы.

Морфологические адаптации

Животные подземных вод (**стигобионты**), как правило, совершенно слепы и отличаются белесым просвечивающим телом и ясно выраженной светобоязнью. К ним принадлежат прежде всего мелкие рачки, произошедшие, по всей вероятности, от обитавших на поверхности земли предков, у которых, очевидно, имелись глаза. Слепота и утрата красящего пигмента для них вторичны, они наступили впоследствии.

Изменение окраски дневных животных



Изменение окраски дневных животных

Световые раздражения - или, лучше сказать, определенные изменения освещения, - которые животные воспринимают кожными органами чувств или глазами, преобразуются в нервные возбуждения, прямым или косвенным путем влияющие на внешнюю окраску.

Физиологическое изменение окраски

При физиологическом изменении окраски под воздействием света пигменты (красящие вещества) заново не образуются, а происходит лишь переотложение крупинок пигмента, находившихся в коже животного.

Смысл такого изменения окраски состоит, с одной стороны, в том, что таким образом животное приобретает защитное приспособление против вредного излучения ультрафиолетовых лучей, улавливаемого пигментами, при этом одновременно происходит и терморегуляция. С другой стороны, окраска, подобная безжизненному фону морского дна, предохраняет животных от врагов или маскирует их, когда они подстерегают добычу.

Особый случай - внезапное, происходящее за доли секунды изменение расцветки каракатицы, что, очевидно, служит для устрашения нападающих на нее врагов.

Морфологическое изменение окраски

При морфологическом изменении окраски пигментирующие вещества не переотлагаются, а образуются заново. Длительность этого процесса, зависящего от света, очень велика.

Влияние света на окраску и узор крыльев многих бабочек открыл М. Мюллер. В зависимости от того, происходит ли их развитие во время короткого или во время длинного дня, то есть на короткое или на долгое время попадают они на дневной свет, из куколок выходят по-разному окрашенные бабочки с различным узором на крылышках. Это явление, называемое **сезонным диморфизмом**, уже приводило к ошибкам при определении некоторых бабочек.

Некоторые птицы, например тундряная куропатка, а также млекопитающие, такие, как заяц-беляк или горноста́й, меняют окраску (пера или меха) и становятся белыми к началу зимы.

СВЕТ И ПОВЕДЕНИЕ ЖИВОТНЫХ

Существенное влияние оказывает свет на поведение животных при ориентировании.

Когда животное направленно движется к световому раздражителю, оно реагирует подобно фотопозитиву. Если же оно удаляется от источника света, его поведение можно описать как негативную фотореакцию. Ориентирование с помощью света (**фотоактивное ориентирование**) можно наблюдать даже у сравнительно примитивных животных.

Угловая регулировка при реакции на свет - сохранение определенного установленного азимута движения, направленного к солнцу или другому источнику света, - наблюдалась у перепончатокрылых, а также у ручейников и чешуекрылых. Смысл подобной угловой ориентации в том, чтобы вновь отыскивать источники питания и жилище.

СВЕТ И ПОВЕДЕНИЕ ЖИВОТНЫХ

Избирательное поведение животных по отношению к свету выражается не только в позитивном или негативном направлении движения, но и в специфической активности или пассивности их действий. Наступление сумерек выманивает ночных бабочек, сов, летучих мышей и многочисленных мелких млекопитающих из их укрытий, а рассвет вновь возвращает этих животных в их укромные жилища.

Ночные животные уступают место животным дневным, активным лишь в светлое время суток (**фотопериоды**). Эти дневные и ночные животные подвержены влиянию солнечного света, управляющего их действиями и обуславливающего их образ жизни, и поведение во времени, диктующего им ритм сна и бодрствования.

Суточная периодичность хода вылупления в популяции ручейников рода *Potamophylax* в естественных условиях за пятидневный срок (I-V)

1. Вид *Potamophylax*

cingulatus. 2.

Вид *Potamophylax luctuosus*.

Черные отрезки на

горизонтальных осях графика

- темное время суток от

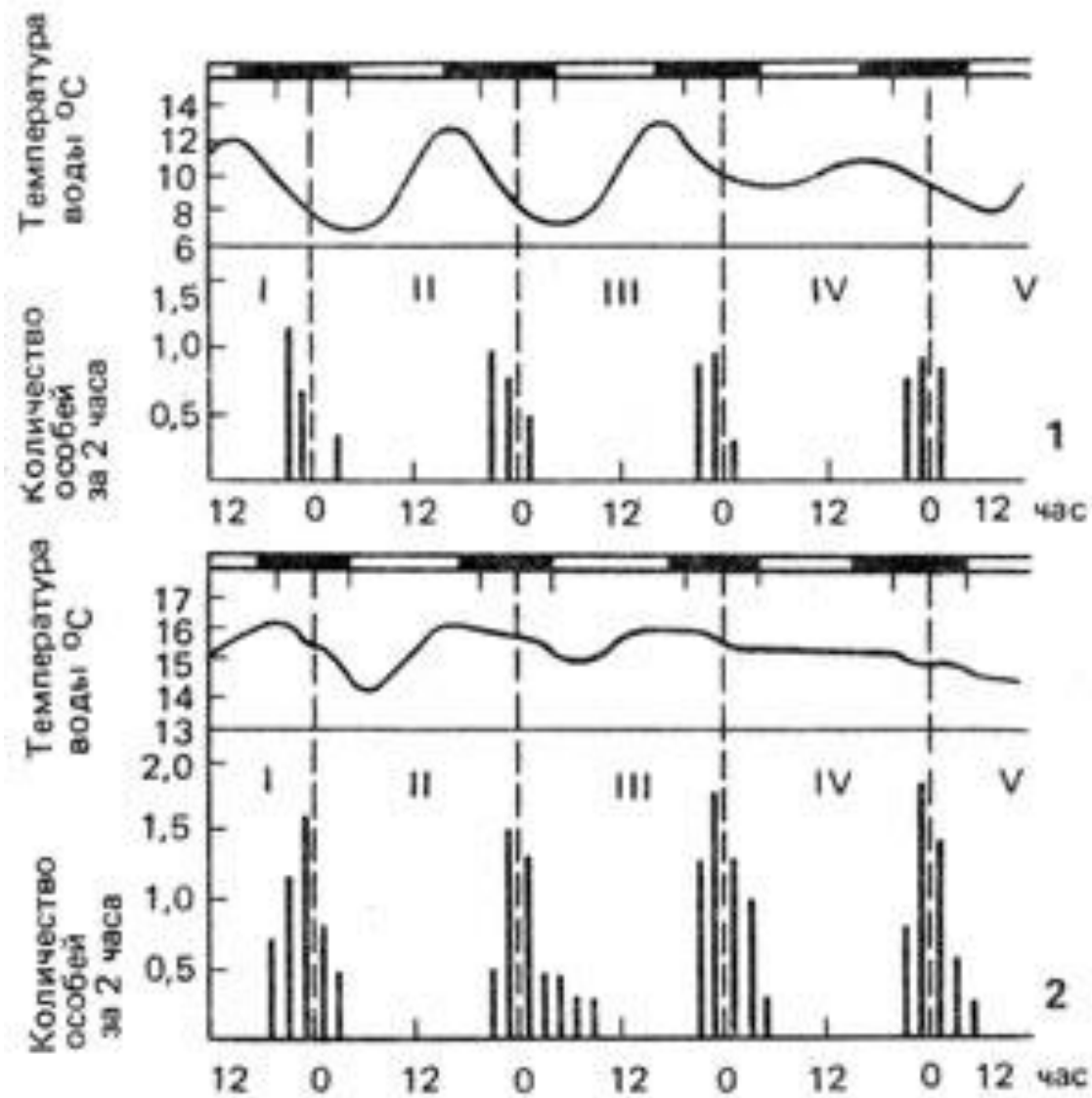
захода до восхода солнца.

Группы вертикальных

столбиков - активность

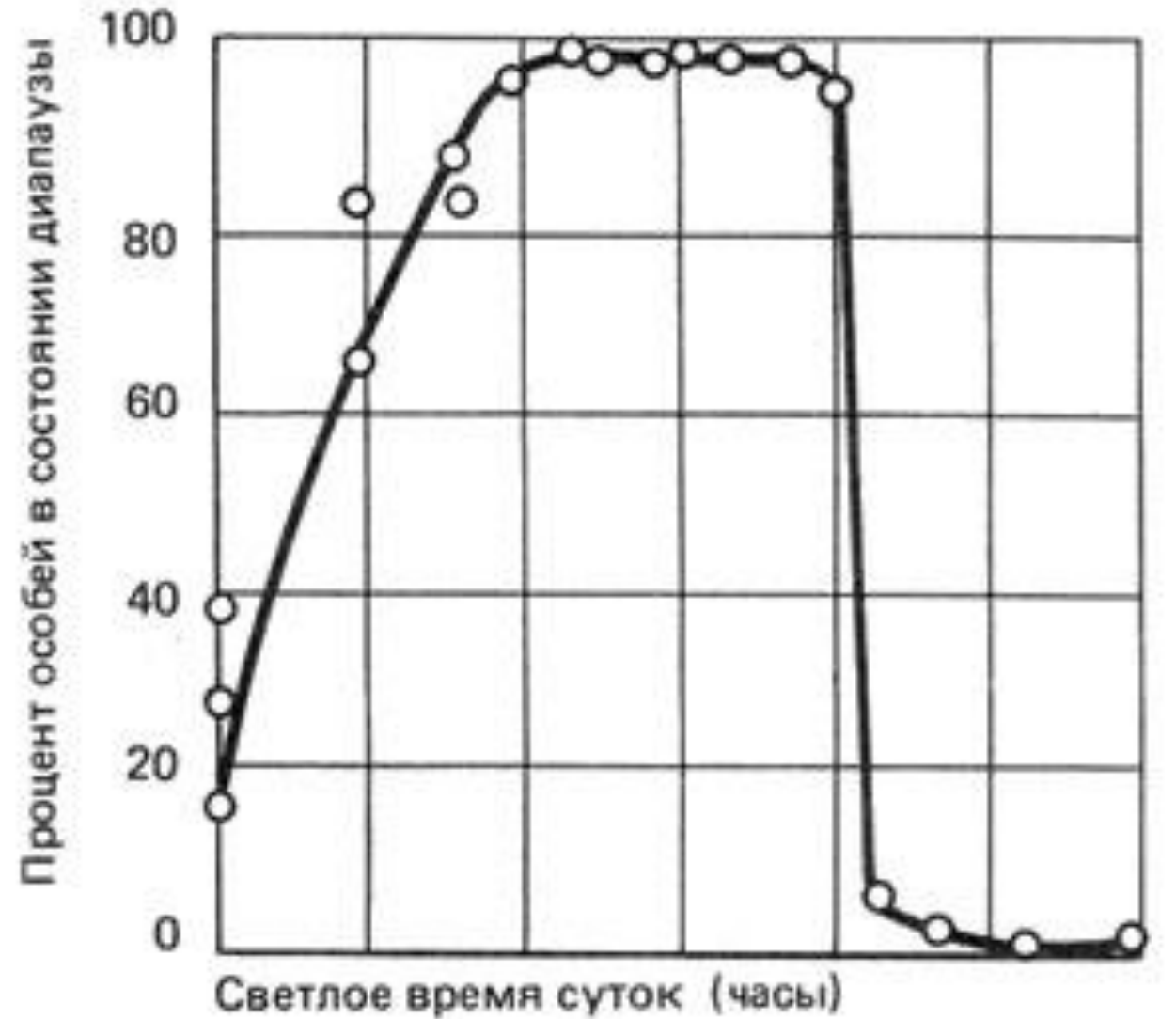
вылупления, ограниченная

ночным временем



СВЕТ И ПОВЕДЕНИЕ ЖИВОТНЫХ

Если гусеницы бабочки-стрельчатки (*Apatele rumicis*) находятся в условиях короткого дня со светлым временем, не превышающим 15 часов, все развивающиеся из них куколки переходят в стадию покоя, но, если удлинить светлое время до 16 часов (то есть до условий длинного дня), их куколки не вступают в стадию диапаузы.



Влияние фотопериода на наступление диапаузы у гусениц ночной бабочки щавелевой совки (*Apatele rumicis*)

СВЕТ И ПОВЕДЕНИЕ ЖИВОТНЫХ

Из наблюдений суточного и годового хода определенных биологических закономерностей поведения в естествознании развилась отдельная ветвь - **хронобиология**. Ее задача состоит в том, чтобы обнаруживать регулирующие факторы биологических ритмов.

СВЕТ И ПОВЕДЕНИЕ ЖИВОТНЫХ

Суточные и сезонные смены освещения определяют не только изменение активности, но и такие циклические биологические явления, как размножение, линька, миграция и т. д. Световой режим выступает здесь как ведущий сигнальный фактор.

В зависимости от освещенности и температуры меняются места охоты птиц. Живущие на лесных опушках пеночки, мухоловки и другие мелкие птицы днем охотятся в глубине леса, а утром и вечером — на открытых местах.

Световой режим влияет на географическое распределение некоторых животных. Непрерывное освещение в течение летних месяцев привлекает в высокие широты многочисленное и разнообразное население птиц и некоторых млекопитающих.

Обратное влияние наблюдается у ночных птиц и млекопитающих. На севере они редки, а на юге иногда преобладают над дневными.

Спасибо за
внимание!



(Щелкните стрелку в режиме слайд-шоу)

