

Итог подводится в сумме по всем заданиям.

1. Зачем светятся морские животные, в чём преимущества и недостатки свечения?

Способность испускать свет свойственна огромному числу живых организмов как растительного, так и животного мира. На сегодняшний день известно более 800 светящихся видов. Особенно многочисленны и разнообразны светящиеся животные — обитатели моря.

Это одноклеточные (например, ночесветки, часто вызывающие свечение моря), кишечнополостные (многие медузы, гидроиды, сифонофоры, морские перья), ряд гребневиков, черви, многие ракообразные, моллюски (особенно развито свечение у глубоководных кальмаров), иглокожие, оболочники. Органы свечения есть также у многих рыб, особенно глубоководных. Среди морских обитателей нет светящихся форм только среди млекопитающих.

Все светящиеся организмы можно разделить на 2 группы в зависимости от источника их свечения: те, которые светятся за счёт симбиотических бактерий и самостоятельно светящиеся организмы. Так, например, с помощью бактерий светятся кальмары, рыбы, каракатицы, ночесветки.

Свечение вызвано биологическим приспособлением организмов к среде обитания, развившимся в процессе длительной эволюции. Оно может использоваться в разных целях.

1) Освещение.

Собственное свечение достаточно для ориентации в окружающей среде многих глубоководных животных. На больших глубинах моря оно является единственным источником света. Светящиеся рыбы и раки живут на такой глубине, куда солнечный свет не проникает. В темноте трудно различать, что делается вокруг, выслеживать добычу и вовремя ускользнуть от врага. Способность свечения облегчает им жизнь.

Например, рыба чёрный малакостеус освещает ближнее пространство красным светом, который не видят остальные обитатели глубин, в том числе и жертвы.

Описаны также случаи, когда животные светятся для того, чтобы дать свет своим фотосинтезирующим симбионтам.

2) Защита.

Свечение является действенным средством защиты. Неожиданной яркой световой вспышкой можно напугать врага или отвлечь его внимание. Многие светящиеся животные, например медузы, гребневики, некоторые раки вспыхивают в ответ на внешние механические и другие раздражения. Чаще всего такой свет отпугивает или сбивает с толку хищников или отпугивает быстро движущихся крупных животных, способных повредить желеобразный светящийся организм (медузу, древовидную колонию полипов, гребневика) при случайном столкновении с ним.

Некоторые светящиеся рыбы держатся стаями, мешая хищнику увидеть и поймать отдельное животное.

Другой формой защиты животных является выбрасывание в случае опасности наружу светящейся слизи или «облака». Так существуют рыбы, которые в минуты опасности испускают облако светящегося вещества и удирают, пока ошеломлённый хищник созерцает колышущуюся иллюминацию.

Некоторые разновидности маленьких светящихся рачков в минуту опасности выбрасывают струи светящегося вещества, возникающее при этом светящееся облачко скрывает их от врага. Похожим образом маскируются глубоководные креветки и кальмары. А некоторые многощетинковые черви оставляют в зубах хищника ярко светящийся задний конец, который со временем могут отрастить вновь.

Также используется маскировка организма путём свечения его брюшной плоскости, так как на светлом фоне поверхности воды организм становится трудно заметным (рыбы *Leognathus equulus*).

3) Приманка.

Известно, что некоторых животных влечёт к свету. Поэтому и светятся медузы, оболочники, мелкие ракообразные и неподвижные мягкие кораллы, морские перья, создавая сгущение планктона вокруг себя. А активные хищники стараются превзойти друг друга в оригинальности конструкции светящихся приманок. Например, рыба-удильщик, наделённая длинным, как шнур, щупальцем «с фонариком» на конце, используют светящиеся органы для привлечения добычи. Рыба Незопелус поместила светящийся орган внутри рта: рыбешки заплывают на свет и хищнику остаётся их лишь проглотить. Ещё лучше в этом отношении приспособились глубоководные головоногие моллюски: их изменчивый, переливчатый свет привлекает одних, устрашает других.

4) Способ коммуникации.

Свечение у некоторых животных служит средством нахождения и привлечения одного пола к другому. Например, маленький кальмар-светлячок ватазения в Японском море во время размножения встречается у поверхности массами, ярко светясь от толчков друг о друга.

Не менее важна роль биолюминесценции в поддержании связей между представителями одного вида. Несколько видов мелких рыб, относящихся к семейству светящихся анчоусов, образуют огромные смешанные стаи, но безошибочно распознают в них представителей своего вида благодаря различию в расположении и ритме свечения огненных точек на поверхности их тела. В этом случае свет великолепно заменяет яркую окраску покровов.

5) Побочный эффект.

У многих одноклеточных организмов биологическая роль свечения не ясна; полагают, что оно — побочный продукт окислительного обмена.

Есть версия, что некоторые животные используют свечение, чтобы избавиться от излишков энергии, потому что если бы энергия выделялась в виде тепла, то они могли бы перегреться.

Иногда свечение вызвано тем, что внутри животного светятся съеденные светящиеся организмы.

При подготовке ответа на этот вопрос использованы материалы сайтов:  
<http://nauka.relis.ru>  
<http://www.equator.ru>  
<http://chudesaby.by.ru>  
<http://slovari.yandex.ru>

**2.** У многих животных корм молодых особей или личинок отличается от корма взрослых. Приведите как можно больше подобных примеров и объясните, с чем может быть связана эта разница в каждом случае. Приносит ли такое различие в питании пользу животным?

В питании взрослых и молодых особей (личинок) одного вида животных зачастую наблюдаются заметные различия. Это может быть обусловлено следующими причинами.

Проживание взрослых и молодых особей в различных средах обитания. Например, головастики на поздних стадиях метаморфоза не питаются мухами и комарами (которыми питаются взрослые лягушки), ибо обитают в воде и летающие насекомые им просто недоступны.

Различное устройство ротового аппарата не позволяет личинкам и взрослым особям питаться одним кормом. Так, гусеницы бабочек с грызущим ротовым аппаратом, как правило, питаются зелёными частями растений, тогда как взрослые насекомые тех же видов, обладающие сосущим ротовым аппаратом — нектароядные.

Часто молодые особи рождаются довольно беспомощными, неспособными находить корм самостоятельно, и нуждаются в легкоусвояемом корме с полноценным для их развития составом. Ярким примером могут служить детёныши млекопитающих, питающихся до определённого возраста исключительно молоком матери.

Как экстремальный может быть рассмотрен случай, когда молодая или взрослая особь вообще не питается. Примером могут служить личинки икротечущих рыб, существующие за счет желточного мешка, и не потребляющие дополнительного корма, а также, взрослые подёнки: продолжительность жизни этих насекомых ограничивается 1–2 сутками, главная их цель — размножение.

Такие различия в питании, независимо от факторов, их обуславливающих, несомненно приносят пользу животным. Они позволяют избежать пищевой конкуренции между взрослыми и молодыми особями одного вида, а также в ряде случаев — дать молодым особям наиболее полноценное и подходящее для молодого организма питание.

**3.** В сказке «Аленький цветочек» говорится о том, что один купец как-то решил отправиться в путь за товарами и перед отъездом спросил у дочерей, каких им хотелось бы гостинцев. Младшая любимая дочь попросила аленький цветочек — это задание оказалось невероятно трудным! После долгих поисков цветочек был обнаружен в саду богатого иностранца, но редкость и запovedность цветка стали причиной опасных приключений. Правда ли, что в наших краях дикорастущие алые (ярко-красные, а не

розовые, бордовые и т. п.) цветы встречаются редко? А плоды? Чем это можно объяснить?

Как заметили многие школьники, цветов алого цвета в природе не так много, как, к примеру, белых. Это связано с тем, что насекомые видят мир иначе, чем человек. У них другое цветоощущение: многие из них видят ультрафиолетовый свет, о существовании которого мы знаем только из экспериментов, но большинство не различают обывденный для нас красный цвет. Для них (например, для пчёл) он все равно, что чёрный. Они не видят венчики таких цветов, следовательно, их не опыляют — а это самое главное, зачем растения стараются иметь яркие цветки. Именно поэтому красные цветки в средней полосе России редки. Кстати в тропиках, где многие цветки опыляются млекопитающими или птицами, доля красных цветков значительно выше.

Если говорить о плодах красного цвета, то ситуация складывается иная, ведь главная задача для них — защитить семена от воздействий внешней среды и распространить их на как можно большую территорию. Насекомые редко являются распространителями плодов, поэтому природе выгодно, что красный цвет они не видят, следовательно, меньше едят плоды. А вот звери, птицы, способные различать красный цвет, являются основными переносчиками семян. Съедая плоды, они переносят в своих желудках семена на большие расстояния, тем самым помогая растениям расселяться.

Среди ответов школьников часто встречалась мысль, что красный цвет — цвет опасности, он отпугивает животных. Но такая идея вряд ли применима в данной ситуации: нет смысла отпугивать потенциальных распространителей семян, также, как и опылителей от цветков. Возможно, красный цвет означает «Внимание!»

Также, школьники часто писали, что в наших краях цветов алой расцветки нет из-за того, что в прохладном климате или при недостатке солнечного тепла соответствующий краситель не образуется. Это ошибка, поскольку тогда бы не было и плодов такого цвета.

**4.** Согласно эволюционной теории Дарвина, человек произошёл от обезьяны. Но бросается в глаза, что современные обезьяны имеют волосяной покров, в отличие от человека. Придумайте, с чем связано такое «облысение» и почему все-таки у людей остались волосы на голове.

В настоящее время на этот вопрос у учёных нет окончательного ответа, но существует ряд гипотез и предположений о возможных причинах такого различия.

Приведём основные гипотезы.

1. Шерсть утратилась для уменьшения количества паразитов. Дело в том, что паразиты шерсти, например блохи, являются зачастую переносчиками различных заболеваний. Это стало важно при групповом образе жизни, так как в этом случае болезнь одной особи влечёт заболевание или смерть всей группы. Меньше шерсти — меньше паразитов — меньше болезней — больше шансов пройти естественный отбор. Возражением против этой

гипотезы является тот факт, что есть много животных, которые ведут групповой образ жизни, но при этом сохраняют шерсть.

2. Шерсть исчезла в результате естественного отбора, направленного на уменьшение запахов при переходе к жизни на земле. Здесь обитает гораздо больше хищников, которые при охоте ориентируются на запах, чем в кронах деревьев. Таким образом хорошо удерживающая запахи шерсть была человеком утрачена.

3. В чаще леса или густой траве шерсть, цепляясь за окружающую растительность, могла существенно мешать передвижению. Очевидно, что это тоже связано с переходом к наземному образу жизни.

4. Отсутствие шерсти обеспечивает возможность активного теплообмена с окружающей средой. Кожа пронизана огромным количеством потовых желёз. Пот, испаряясь с её поверхности, охлаждает тело человека в жаркий день. Некоторые учёные считают, что такое приобретение позволило нашим древним предкам находиться днём на открытых участках местности, где они преимущественно занимались поиском пищи. При этом они стали недоступны для крупных ночных хищников и избавились от конкурентов.

5. При переходе к прямохождению на большую часть поверхности тела перестали попадать прямые солнечные лучи, и необходимость в шерсти как в защите от перегрева и ультрафиолетовых лучей отпала. Согласно этой гипотезе, волосы сохранились у человека на голове, поскольку именно туда солнечные лучи попадали прямо.

6. По одной из версий в эволюции человека был этап, когда наши предки жили на берегах водоёмов: рек, озёр или мелководных лагун; вели полуводный образ жизни. Волосной покров на большей поверхности тела мог исчезнуть при таких условиях по ряду причин: например, для увеличения обтекаемости тела или для облегчения тела при выходе из воды на берег. Факт состоит в том, что многие современные водные млекопитающие имеют очень скудный волосной покров и развитую подкожную жировую прослойку, которая также свойственна человеку.

Что касается сохранения волос на голове, то основная идея, которую высказывали авторы большинства работ, заключалась в том, что именно голову важнее всего защитить от опасных воздействий: жары, холода, ударов. Кроме этого волосы на голове могли служить для того, чтобы за них цеплялись детеныши при их транспортировке родителями. Также волосы могли сохраниться как атрибут полового поведения — для привлечения особей противоположного пола, или как индикатор здоровья организма в целом.

В работах часто встречается объяснение потери волосного покрова из-за приобретения способности древними людьми делать себе одежду. Этот ответ является неверным, так как сразу возникает вопрос, зачем древним людям одежда, если у них есть шерсть? На изготовление одежды древние люди тратили так много усилий, что трудно представить себе возникновение этого процесса без жёсткой необходимости. К тому же известно, что «облысение» произошло задолго до того, как люди стали одеваться.

В ряде работ также указано, что волосной покров исчез в результате отбора при обращении человека с огнём — шерсть легко воспламеняется. Сама по себе идея неплохая. Но главный вопрос заключается в данном случае в другом — зачем человеку понадобился огонь? Если предположить, что наши предки грелись у костра, то такой ответ не может быть правильным, поскольку сохранить шерсть — проще и экономичнее. Если же речь шла о приготовлении пищи, то такое объяснение может считаться более разумным, хотя на самом деле «приручать» огонь человек стал ещё позже, чем делать одежду.

Некоторые отвечающие считали, что отсутствие шерсти на теле помогало нашим предкам вырываться из лап хищников. С одной стороны, действительно, из жизненного опыта можно заключить, что за длинные волосы схватить гораздо удобнее, чем за короткие. Но с другой стороны, когда речь у наших предков шла о сохранении собственной жизни, то оставить клочок шерсти в лапах хищника кажется более выгодным, чем оставить кусок кожи и мышц, тем более что главным принципом работы челюстей и лап хищника является не зажим жертвы, а зацепление за неё. Исходя из этого, такой ответ трактовался как неправильный.

Важно понять, что «облысение» человека совсем не обязательно объясняется одной причиной. Возможно, причин было несколько, и действовать они могли как вместе, так и по очереди.

**5. Многие растения на зиму сбрасывают листву. Предположите, каким образом растения — не имеющие ни глаз, ни тепловых рецепторов, чтобы узнать, что пришла зима — «понимают», что листве пора облетать.**

Поскольку в вопросе требовалось *предположить*, как растения могли бы узнавать, что пришла пора сбрасывать листья, положительные баллы в этом вопросе давались за любое разумное объяснение.

Вспомним, что в средней полосе со сменой времён года меняется и длина светового дня. Это один из главных факторов, который позволяет живым организмам «подстраивать» свою жизнедеятельность к времени года. Эта идея возникала во многих ответах школьников. Однако требовалось предположить, как именно растения могут определить, что длина светового дня уменьшается (это должно сигнализировать о приближении осени). Мы, конечно, не рассчитывали, что школьникам известен реальный механизм, который довольно сложен и основан на работе специальных пигментов, называемых фитохромами. Но всем хорошо известно, что одна из основных функций листьев непосредственно связана с количеством света. Поэтому логично было предположить, что растения чувствуют изменение длины светового дня, т. к. свет влияет на активность фотосинтеза. Например, изменение количества света может улавливаться за счёт хлорофилла или определяться по изменению количества синтезируемого сахара. Такие гипотезы составляли большинство в ответах участников и оценивались положительно.

Также многие школьники слышали о том, что существуют так называемые «биологические часы». Эти часы регулируют суточные ритмы рас-

тений, но влияют и на более длинные периоды их жизни. Как они работают — вопрос, не до конца исследованный. Но можно было придумать свои механизмы, которые позволяли бы растениям вести отсчёт времени. Например, эти «часы» могут «отсчитывать» деления клеток. Скажем, лист закладывается в виде зачатка в почке, весной разворачивается, растёт, а затем после определенного числа делений стареет и опадает. Механизмом «часов» может служить также накопление вредных или ненужных веществ в листьях — за лето их накапливается столько, что растение «понимает», что от листьев пора избавляться.

Помимо изменения длины светового дня, сигналом приближения осени может служить похолодание. Хотя растения не имеют специальных температурных рецепторов, они могут реагировать на изменение температуры на клеточном уровне. Ведь скорость всех химических процессов зависит от температуры, и химическая активность клеток с понижением температуры также снижается.

Температура воды в почве также понижается, плотность воды становится выше, всасывать её сложнее. Значит, снижается активность минерального обмена с почвой. Растения получают меньше минералов — это тоже может служить сигналом. Правда некоторые школьники писали, что растения реагируют на замерзание воды, но такое объяснение вряд ли можно считать разумным. Ведь обычно растения сбрасывают листья гораздо раньше, чем вода замерзает.

Наконец, совсем уж фантастическая, но не лишённая смысла, гипотеза: растения «догадываются» о приближении осени по реакции других организмов. Например, известно, что подавляющее большинство растений живёт в симбиозе с грибами, а некоторые и с бактериями. Эти симбионты способствуют обмену веществ с окружающей средой, и снижение их активности вследствие похолодания тоже может быть сигналом к листопаду.

**6.** *Существует множество водоёмов, которые регулярно подвергаются полному высыханию в тёплое время года. Тем не менее, эти водоёмы часто обильно заселены типично водными животными, даже рыбами. Назовите таких животных и предположите, какие приспособления могут помочь им пережить неблагоприятный сезон.*

Систематически пересыхающие водоёмы населены обычно большим количеством водных организмов. В засушливый сезон, когда водоём превращается в подобие пустыни, такие животные вынуждены идти на различные ухищрения, дабы в том или ином состоянии пережить сухой период, продолжить существование и размножиться. За миллионы лет эволюции организмы, приуроченные к таким водоёмам, приобрели ряд анатомических и биологических особенностей, позволяющих им пережить засуху.

Некоторые животные имеют счастливую возможность просто уйти, уползти, или улететь в другой водоём. Так поступают земноводные (тритоны, лягушки), водные жуки (плавунцы, водолюбы, вертячки) и клопы (гладыши, плавты, гребляки, водомерки). Некоторые рыбы также могут двигаться по суше, мигрируя в соседний водоём. Это, например, угри.

Многие рыбы могут закапываться в мягкий донный грунт, где влага сохраняется довольно долго, и находиться там в состоянии анабиоза до прихода воды. Некоторые виды (например, протоптеры), закопавшись, образуют вокруг себя слизистый кокон, который, отвердевая вместе с грязью, препятствует обезвоживанию и воздействию болезнетворных организмов. Для этих же целей слизью пользуются некоторые брюхоногие моллюски, которые образуют слизистую «пробку», закрывающую устье раковины. При этом в полости раковины может оставаться даже некоторый запас воды.

Одним из наиболее эффективных является способ выживания, к которому прибегают многие беспозвоночные и даже некоторые тропические рыбы (например, многие икромечущие карпозубые). Когда водоём уже почти высох, они нерестятся, после чего погибают. Икринки, заключённые в капсулы из засохшей слизи и грязи, могут оставаться жизнеспособными до полутора-двух лет.

Простейшие, а также, например, плоские черви планарии, образуют так называемые цисты. Это пузырьки с плотной оболочкой, внутри которых клетки могут переждать неблагоприятный период.

Возможно также, что к началу сухого сезона организм переходит от водной стадии жизни к наземной (скажем, из водной личинки вылупляется сухопутное или летающее насекомое). Она переживает засуху, а потом, когда водоём снова наполняется, откладывает в воду яйца, из которых снова выводятся водные личинки.

Идея о том, что есть виды, которые полностью вымирают при каждом пересыхании, а потом снова заселяют водоём, когда он заполняется водой, не является прямым ответом на поставленный вопрос, так как в вопросе требовалось назвать приспособления, которые могут помочь *пережить* неблагоприятный сезон.

**7.** *Известно, что сумчатые и плацентарные млекопитающие разошлись эволюционно очень давно. Однако некоторые виды очень похожи друг на друга — есть мышь и сумчатая мышь, летяга и сумчатая летяга, волк и сумчатый волк. Примеры можно множить. Как вы можете это объяснить?*

Здесь возможно несколько объяснений.

Сумчатые и плацентарные в масштабе эволюции всё-таки очень близки. У них много общих генов, которые будут изменяться сходным образом. Значит отбор мог идти на основе похожих вариантов изменчивости и приводить к похожим результатам.

Кроме того, сумчатые в Австралии должны были освоить среду обитания, в целом сходную со средой обитания плацентарных млекопитающих. В среде имелись в наличии примерно те же экологические ниши, что и в мире плацентарных. Поэтому, приспособляясь к сходным условиям, животные приобретали сходный вид.

И, наконец, третье объяснение, не биологическое. Названия, которые мы сейчас используем, австралийским животным дали колонисты, которые помнили животный мир своей страны, где царили плацентарные. Всё, что

хоть как-то напоминало мышь, в этих условиях обречено было назваться мышью.

**8.** *«Отчего эти птицы на север летят, если птицам положено только на юг?», — звучит вопрос в известной песне Высоцкого. Попробуйте объяснить, почему в конце лета и осенью в северном полушарии можно наблюдать пролёт птиц,двигающихся на север.*

Известны факты о существовании перелётов птиц на зимовку в более северные районы. Так белая чайка гнездится на северной окраине Евразии, а зимует севернее, там, где имеются участки открытого моря без льдов — но реально таких примеров очень мало.

Знание о миграциях вообще позволяет предполагать аналогичные причины смещений к северу. Например, горные виды зимой смещаются с гор в долины, в том числе — в северном направлении. Шире — можно говорить о том, что любые попытки оказаться в оптимальных для видов условиях могут приводить к их перемещениям к северу. В своих ответах школьники чаще всего предполагали, что птицы смещаются туда, где больше корма, и это разумное соображение оценивалось положительно.

Также в ходе миграции общее направление перелёта может быть «к югу», но на конкретном участке птицы могут лететь на север, чтобы обогнуть препятствие или пролететь над более удобными местами для ночлега. Также маршрут перелёта может пролегать вдоль береговой линии, которая в каком-то месте может быть изогнута, что заставляет птиц делать крюк.

Возможны также ошибки в определении птицами направления перелёта, особенно среди неопытной молодёжи.

Внимательное чтение вопроса подсказывает ещё один ответ на него: то, что мы видим, ещё не обязательно есть настоящая миграция — птицы могут совершать локальные перемещения (с ночёвки на пруду — на кормёжку на ближний луг или к месту сбора перед перелётом). К тому же известно, что миграции многих птиц происходят на очень большой высоте, часто — ночью, и поэтому то, что мы наблюдаем зрительно, с большой вероятностью не является частью миграции.

## **Критерии проверки.**

При оценке ответов на вопросы по биологии школьники могут получить положительные баллы за правильные ответы. За неправильный ответ баллы не снижаются.

Как правило, вопросы по биологии предполагают наличие нескольких (а часто — и довольно многих) правильных ответов. За каждый правильный ответ начисляется 1 или 2 балла, в зависимости от того, насколько сложен вопрос и насколько очевиден ответ.

Бывают вопросы, на которые нет однозначно правильного ответа. В этом случае положительные баллы начисляются за любую разумную гипотезу. Из вопросов этого года ярким примером такого рода является вопрос № 4 про «облысение» людей.

Если школьник не только перечисляет идеи, являющиеся, по его мнению, ответами на вопрос, а и разумно их аргументирует, это может повышать его оценку.

В тех вопросах, где просят привести примеры, — каждый правильный пример повышает оценку на 0,5–1 балл. Важно, что примеры должны точно соответствовать поставленному вопросу. Так, при ответе на вопрос про светящихся водных животных пример «светлячок» учитываться не будет.

Также считаются за один совсем однородные примеры. Скажем, если в вопросе просят привести примеры животных, у которых личинки и взрослые особи имеют разный корм, примеры «лягушка» и «жаба» будут считаться однородными.

Из сказанного видно, что за каждый вопрос можно получить несколько баллов, и даже довольно много (8–10). Верхнего предела оценки не существует. К сожалению, довольно часто ребята, придумав 1 ответ на вопрос, этим и ограничиваются, получая за ответ 1–2 балла.

Объём написанного текста не влияет на оценку. Важно не сколько написал автор работы, а сколько разумных мыслей он при этом высказал и сколько правильных примеров привёл. Также не повышают оценку рассуждения на посторонние, пусть и связанные с вопросом, темы.