

### Задание 1.

Обычно организмы, расселяющиеся по всему земному шару, могут делать это за счет того, что они способны существовать в различных условиях. Так например, сосна обыкновенная может расти на скалах, на песках, на болотах, приспосабливаясь к различным условиям среды. Однако орхидные – это группа, представители которой как правило узко специализированы, им требуются очень конкретные условия обитания. Как вы думаете, какие механизмы помогли им широко расселиться по земному шару?

**Решение.** (коэффициент 14)

Одно из основных приспособлений орхидных — это их способность к быстрой эволюции и видообразованию. Среди них происходит быстрая дивергенция за счет приспособления к условиям существования (**1 балл**). Главным образом это касается умения подстраиваться под имеющихся в наличии насекомых опылителей (**1 балл; +1 балл если уточнены особенности внешнего вида цветка/соцветия; +1 балл за каждую особенность, например, за низко расположенное соцветие, схожесть с половым партнером, расположение генеративных органов, особую привлекательность и т.д.; +1 балл, если написано об особенностях цветения, например, эфемероиды, долгий срок цветения у некоторых и т.д.**).

Возможность эволюционировать таким образом обеспечивается некоторыми биологическими особенностями Орхидных.

Орхидным свойственно производство огромного количества мелких семян. Это позволяет широко распространять семена, хотя бы некоторые из которых могут попасть в подходящие условия (**1 балл**).

Возможность производить много семян связана с тем, что в семенах орхидных почти не содержится запаса питательных веществ (**1 балл**). Прорастание семени на начальной стадии как правило обеспечивается взаимодействием с симбиотическими грибами, которые помогают молодому растению прорасти.

Орхидеи зависят от симбиотических грибов. Несмотря на то, что каждый вид орхидных предпочитает определенный вид гриба, грибы эти достаточно обычные и широко распространены по земному шару (**1 балл**).

Орхидные часто осваивают местообитания, которые растения других семейств занимают неохотно. Например, среди орхидных много эпифитов (использующих в качестве субстрата для роста другие растения). Эпифитные орхидные вырабатывают специфические приспособления к своему образу жизни, что также способствует образованию мелких видов, которые распространяются вместе с теми видами, на которых они живут. Также среди орхидных много паразитов. В этом случае ситуация аналогичная — вырабатыва-

ются специфические приспособления для сожительства с видом-хозяином, и вид-паразит распространяется следом за видом, на котором он паразитирует (1 балл).

Представители Орхидных обычно опыляются насекомыми и вырабатывают разнообразные приспособления, позволяющие приспособиться к опылению разными группами насекомых (1 балл за описание приспособлений и +1 балл за развернутое описание, как это связано именно с распространением). При этом в ряде случаев каждый вид приспособлен к опылению одним видом (например, растения рода *Оффрис*, которые используют стратегию имитации самки насекомого), а в других случаях виды наоборот имеют очень широкий круг опылителей (1 балл). В первом случае смена опылителя может оказаться связана с формированием нового вида орхидей, а во втором орхидеи могут распространяться, используя разных опылителей на разных территориях (1 балл).

### Задание 2.

Предположим, что ученые выловили в море животное, которое никогда ранее не встречалось в данной акватории. Предложите методы, которыми можно было бы определить, откуда и каким путем «пришло» это животное.

Постарайтесь по возможности подробно описать методы и те выводы, которые вы сможете сделать на их основе. Имейте в виду, что животные могут быть очень разного размера.

### Решение. (коэффициент 11)

Вопросы, на которые надо ответить, если мы нашли нехарактерное животное:

1. Животное должно быть максимально точно определено по морфологическим признакам. Желательно до подвида, если эта категория приложима к данному виду (1 балл).

2. Каков природный ареал данного вида и насколько близко он подходит к месту обнаружения животного (1 балл).

3. К какой экологической группе относится наше животное — планктон, бентос, нектон? Это определит их возможности к самостоятельному передвижению и зависимость от течений (1 балл).

4. Если животное принадлежит к нектону (передвигается самостоятельно), то надо изучить карту миграций вида (1 балл).

5. Если это крупное животное, то хорошо бы понять, имеем ли мы дело с заблудившимся одиночкой или же с отклонившейся от привычного маршрута группой (2 балла).

6. В некоторых случаях имеет смысл рассмотреть возможность побега из зоопарка (2 балла).

7. Если это планктон, то необходимо изучить карту течений, причем, как постоянных, так и временных, существующих только в какой-то период или при особых условиях (**1 балл**).

8. В случае бентосного животного необходимо выяснить есть ли у него планктонная личинка (см. предыдущий пункт) или какие другие способы распространения использует данный вид (**2 балла**).

9. Если возможны несколько вариантов заноса из разных областей, то может быть использовано генотипирование образца и сравнение с имеющимися популяциями, которое позволит понять откуда данный вид пришел в действительности (**1 балл**).

10. В некоторых случаях имеет смысл изучить карту судоходства в данной местности и предусмотреть возможность искусственного заноса данного вида на поверхности судов или с балластными водами (**2 балла**).

### **Задание 3.**

Все мы знаем, как много бед вирусы приносят человечеству. Подумайте, могут ли быть случаи, когда вирусы приносят человеку пользу? Если да – то постарайтесь описать, какую и в каких областях жизни.

#### **Решение.** (коэффициент 6)

Вирус давно стали инструментом, который используется человеком в своих целях.

1) Использование для уничтожения каких-то организмов. В первую очередь в медицине используются бактериофаги для борьбы с бактериальными инфекциями (**1 балл**). Этот метод становится особенно перспективным в связи с распространением среди болезнетворных бактерий множественной устойчивости к антибиотикам. Можно использовать его и для борьбы с болезнетворными грибами, простейшими.

Также вирусы могут использоваться для борьбы с организмами, которые человеком по каким-то причинам рассматриваются как вредители. Это могут быть насекомые, млекопитающие, растения. В принципе, поскольку вирусы есть у всех, можно использовать этот способ для уничтожения любых нежелательных организмов.

2) Получение вакцин (**2 балла**) — первая в истории вакцина против оспы была получена на основе вируса осповакцины, который вызывает неопасное заболевание, при этом стимулируя образование перекрестного иммунитета к очень опасному вирусу оспы. Аналогичный принцип (использование неопасного вируса, позволяющего получить иммунитет к опасному вирусному заболеванию) используется и в некоторых других вакцинах. Чаще современные вакцины используют ослабленные или убитые вирусы (**3 балла**). Кроме того, постоянно расширяется круг генноинженерных вакцин, в которых вирусы ис-

пользуются в качестве агента, который сам лишен способности размножаться в организме человека, но может производить в нем белок другого вируса, который необходим для выработки антител к другому болезнетворному вирусу. В частности, по этому принципу построены несколько вакцин к COVID-19 .

3) Вирусы применяются в самых разных отраслях биотехнологии. Особенно часто они используются в качестве векторов, позволяющих вносить в клетки гены других организмов (**2 балла**). В зависимости от используемого вируса можно внести ДНК или РНК в разных формах, заставить гены встраиваться в геном хозяина или размножаться автономно. Также можно с помощью вируса заставить клетки вырабатывать какие-то специфические белки (**2 балла**).

Вирусные векторы используются чрезвычайно широко

- в научных целях для изучения свойств различных генов и белков, поскольку с помощью вирусов можно как включить, так и выключить работу определенных генов и выработку белков (**2 балла**);

- в вирусных векторах создают библиотеки генов разных клеток и организмов (**3 балла**);

- в целях медицины, где с помощью вирусных векторов можно вводить гены, компенсирующие генную недостаточность, приводящую к определенным заболеваниям (**4 балла**). Это чрезвычайно бурно развивающееся направление в современной медицине. Ученые надеются, что в будущем подобные методы можно будет использовать для выработки индивидуального подхода к лечению болезней;

- в медицине вирусы могут использоваться для избирательного уничтожения определенных клеток в организме человека (например, раковых), причем возможно как прямое уничтожение больных клеток, так и модификация, которая делает их уязвимой для иммунитета человека (**4 балла**);

- также вирусные векторы используются для модификации любых других организмов, использующихся человеком (сельскохозяйственных, лекарственных и других) (**1 балл**).

4) Использование вирусов в науке и биотехнологии не ограничивается их применением в качестве векторов. Из вирусов выделены многие белки, не свойственные клеткам, которые позволяют производить операции с ДНК, РНК и белками. Самым известным примером таких белков является, наверное, обратная транскриптаза, которая может синтезировать цепь ДНК на матрице РНК (**2 балла**).

Также не стоит забывать, что многие открытия в молекулярной и клеточной биологии были сделаны при изучении вирусов и их жизнедеятельности.

5) Есть и случаи, когда человек использовал и использует вирусы, не всегда

даже зная об их участии. Так многие сорта растений с пятнистыми и пестрыми цветками появились именно вследствие заражения этих растений вирусами, причем пестроцветковые сорта тюльпанов высоко ценились в Голландии задолго до того, как вирусы вообще были открыты. Известны случаи, когда заражение организма каким-то вирусом (который может и не проявляться) предотвращает его заражение другими родственными и более опасными вирусами. Сейчас это свойство также может использоваться в медицине и сельском хозяйстве (**1 балл**).

6) В последние десятилетия вирусные частицы находят применение для создания на их основе электронных устройств, микрочипов для различных целей, а также вирусы используют в качестве наноразмерных образцов (**1 балл**).

7) Наконец, стоит отметить роль вирусов в поддержании стабильности численности природных популяций самых разнообразных организмов, что тоже может быть немаловажно для человечества (**1 балл**).

#### **Задание 4.**

Всемирные силы гравитации непреодолимы: они не только дают нам возможность прочно стоять на ногах, но и заставляют нас падать с любых наклонных поверхностей, что уже говорить о том, чтобы ходить вверх-тормашками. Тем не менее, чтобы освоить разнообразные микроместообитания: жить в горах, лазать по отвесным скалам и горам, по листьям и стволам, у животных появились разнообразные приспособления. Приведите примеры таких животных и объясните, какие адаптации позволяют им перемещаться по крутым склонам и поверхностям с отрицательным углом наклона. Какие физические силы работают в каждом случае?

**Решение.** (*коэффициент 7*)

Самые простые приспособления — когти и крепкие лапы (**1 балл**). Животное цепляется за субстрат, а прочное прикрепление обеспечивается сильными мышцами.

Если субстрат такой, что его можно обхватить (ветки, стволы, лианы) хорошо работают механизмы, позволяющие обхватить ветку, чаще всего лапами, реже — хвостом или всем телом (**1 балл**).

У некоторых животных, приспособленных к лазанию по деревьям, пальцы срастаются, чтобы крепче хвататься за ветки (хамелеоны, ленивцы, некоторые приматы) (**1 балл**). А у ленивцев суставы на лапах фиксируются, что позволяет им висеть на ветке, не затрачивая усилий (**1 балл**). Лазающие птицы помогают себе тем, что еще и подпархивают (**1 балл**).

У скальных жителей часто тоже развиты сильные когти, позволяющие цепляться за мелкие выступы и трещины (**1 балл**).

У некоторых, например, у даманов, пальцы срастаются и образуют подушку-присоску, постоянно смачиваемую готовыми железами (**1 балл**). Мышцы там напрягаются и они как присоской держатся на субстрате.

Что-то вроде присоски есть у лягушек - влажные подушки пальцев позволяют липнуть к гладким поверхностям (**1 балл**). Кроме того, они прилипают животом (**1 балл**).

У гекконов и некоторых анализов (хамелеолисов) на пальцах есть специальные пластинки, на которых отрастают микрощетинки, способные цепляться за микронеровности поверхности (**1 балл**).

Если говорить про скелетные адаптации млекопитающих, то у древесных видов, как правило, есть ключица, которая позволяет раздвигать передние лапы широко и в разные стороны (**1 балл**). Если ее нет, как у белок, то они раздвигают лапы в локтях (**1 балл**). Ну а приматы и шерстокрылы прямо на это дело и заточены (**1 балл**).

У мух и других насекомых тоже имеются присоски, коготки и щетинки, чтобы ходить вниз головой (**1 балл**).

Если говорить о силах — там в первую очередь действуют силы трения (**1 балл**). При очень тесном взаимодействии гладких поверхностей могут возникать ван-дер-ваальсовы взаимодействия, например, у гекконов (**1 балл**).

Также некоторые животные используют липкие выделения, которыми можно приклеиваться к субстрату, например, таким способом пользуются многие моллюски. Здесь работают силы адгезии (**1 балл**).

Некоторые могут покрывать поверхность какими-то выделениями, по которым потом можно будет удобно передвигаться. Например, пауки могут прикреплять паутину и потом бегать по ней (**1 балл**).