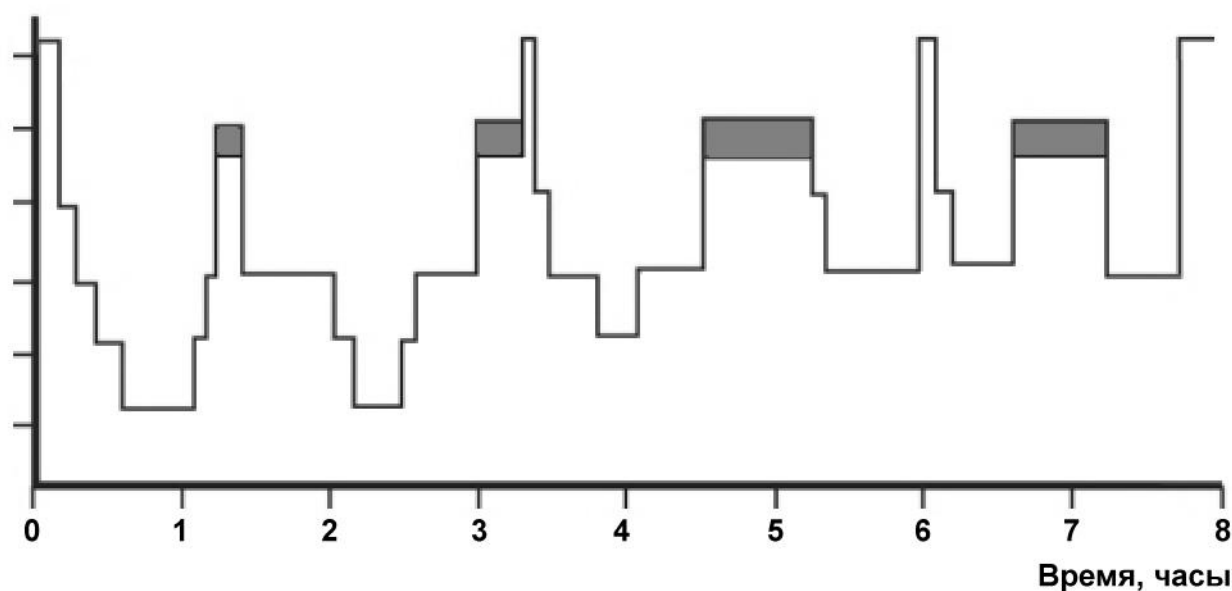


Уважаемые участники Олимпиады! Здесь Вы найдете развернутые ответы на задания очного тура для 8 класса. В некоторых заданиях могло быть несколько вариантов решения, каждый из которых мы засчитывали как верный.

**1. На рисунке изображена гипнограмма – графическое представление смены стадий сна в течение 8 часов.**



- 1) Укажите на рисунке, какие фазы относятся к быстрому сну, к медленному сну, к периодам бодрствования.
- 2) В тетради опишите, что происходит во время фазы быстрого и фазы медленного сна с дыханием, тонусом мышц, артериальным давлением, пульсом, движениями глаз и активностью головного мозга.

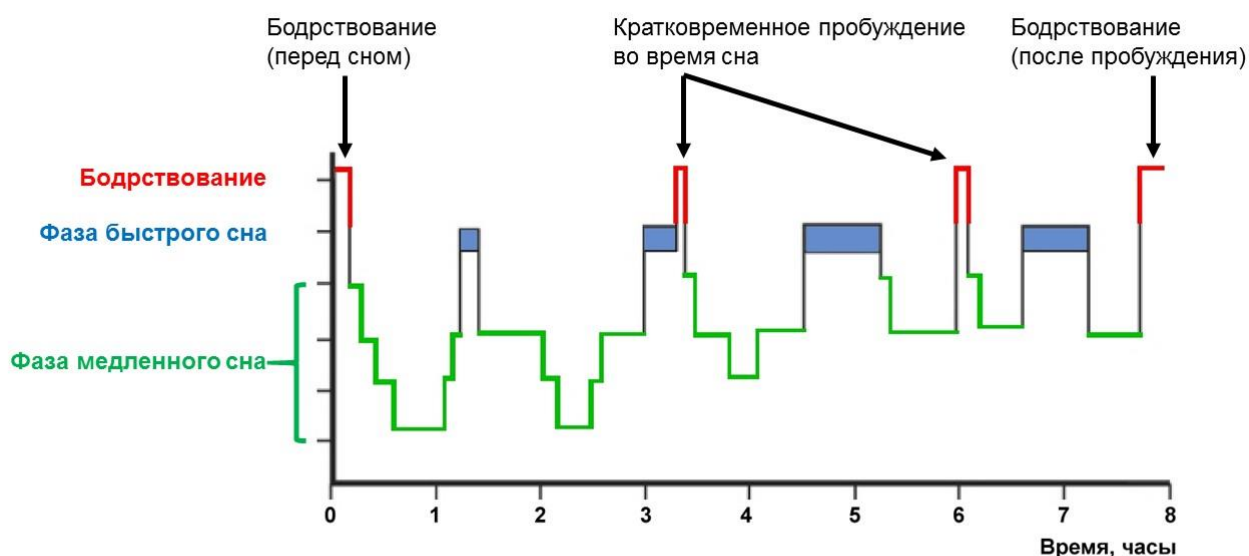
**Критерии оценивания: максимальная оценка 10 баллов**

*Гипнограмма (подписи) – 4 балла;*

*Описание быстрого сна – 3 балла;*

*Описание медленного сна – 3 балла.*

**ОТВЕТ:**



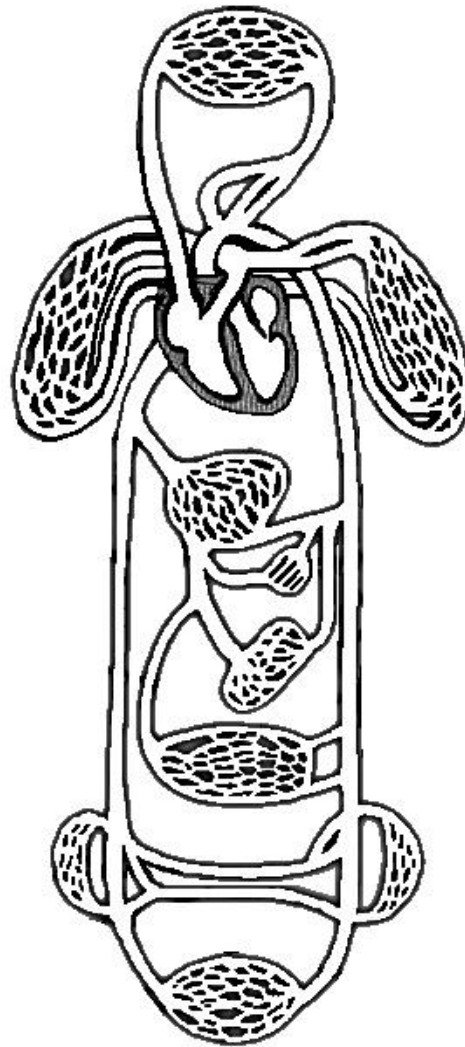
#### **Фаза медленного сна:**

В периоды медленного сна наблюдаются урежение дыхания, пульса, снижение артериального давления. Поддерживается тонус мышц. Быстрых движений глаз нет. В электроэнцефалограмме преобладают медленные ритмичные колебания большой амплитуды.

#### **Фаза быстрого сна:**

Во время быстрого сна дыхание учащенное и нерегулярное, пульс неритмичный и частый, артериальное давление повышается. Тонус мышц по сравнению с медленным сном сильно снижается (особенно тонус мышц лица). На фоне сниженного мышечного тонуса появляются подергивания конечностей, резкие движения тела, выразительные движения, отражающие характер переживаемого сновидения. Для фазы быстрого сна характерны быстрые движения глаз. В электроэнцефалограмме наблюдается картина активации головного мозга, сходная с состоянием бодрствования (быстрые низкоамплитудные колебания, десинхронизация ритмической активности). Если человека разбудить во время быстрого сна, он говорит о том, что видел сновидение.

2. Закрасьте на схеме те участки кровеносной системы, в которых у человека находится артериальная кровь. Подпишите те сосуды, названия которых Вы знаете.



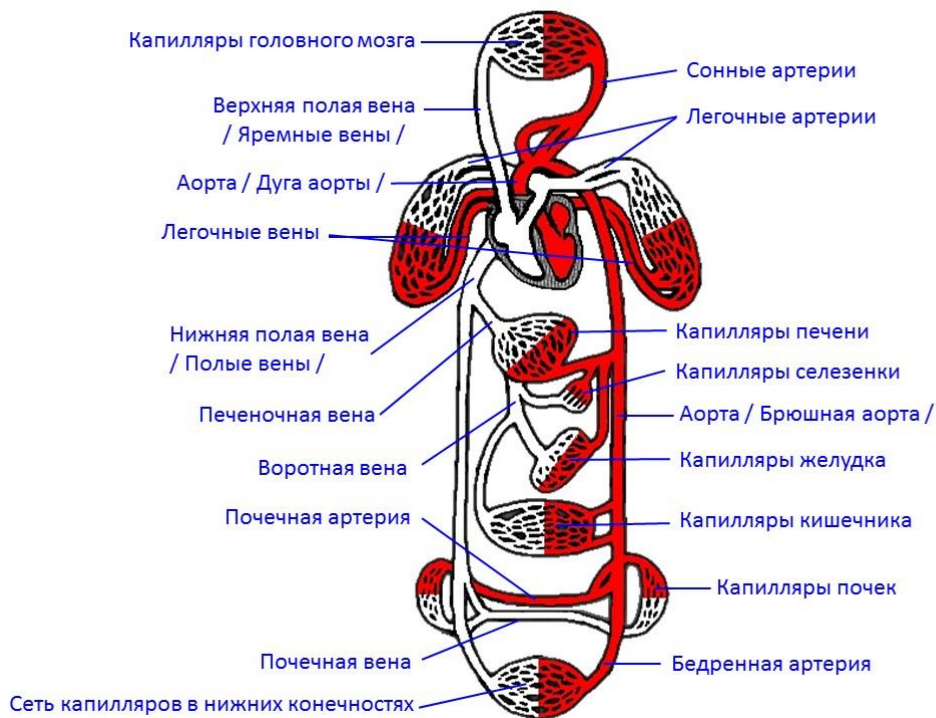
**Критерии оценивания: максимальная оценка 10 баллов**

*Раскраска – 5 баллов (ошибки при раскрашивании воротной вены, сосудов печени и сосудов почек не учитывали);*

*Подписи сосудов - по 1 баллу за каждый правильно указанный сосуд.*

## ОТВЕТ:

На схеме **артериальная кровь закрашена красным**. Подписаны все сосуды, названия которых могли быть указаны при ответе на этот вопрос. В некоторых случаях засчитывали разные варианты ответа (например, Аорта / Дуга аорты / или Нижняя полая вена / Полые вены /).



3. Двум пациентам проводят искусственную вентиляцию легких с минутным объемом дыхания 10 л/мин.

**Пациент №1**

Частота дыхательных движений = 20

Объем анатомического мертвого пространства = 150 мл

**Пациент №2**

Частота дыхательных движений = 16

Объем анатомического мертвого пространства = 200 мл

**Сравните эффективность легочной вентиляции у этих пациентов, рассчитав значения минутной альвеолярной вентиляции**

**Критерии оценивания: максимальная оценка 10 баллов**

Только правильный ответ (без решения и рассуждений) – 2 балла;

Есть рассуждения и правильный ответ (нет расчетов) – 6 баллов;

Есть только решение (без рассуждений и пояснений) – 8 баллов;

Есть и рассуждения, и ход решения задачи – 10 баллов.

За ошибки в расчётах оценка снижается на 1-2 балла.

## **ПОЯСНЕНИЕ:**

Дыхательный объем (ДО) – это объем воздуха, который человек однократно выдыхает при спокойном вдохе.

Мертвое пространство (МП) – это часть дыхательного объема, которая не достигает альвеол, вентилируя лишь дыхательные пути (объем дыхательных путей от ротовой полости или носоглотки до альвеол). Воздух, заполняющий мертвое пространство в газообмене не участвует.

Минутная альвеолярная вентиляция (МАВ) – это общий объем воздуха, который за минуту входит в альвеолы и участвует в газообмене.

## **РЕШЕНИЕ (Вариант 1):**

### ***Пациент №1:***

$$\text{ДО} = 10 \text{ л/мин} : 20 = 0.5 \text{ л} = 500 \text{ мл (или } 500 \text{ см}^3\text{)}$$

$$\text{МАВ} = \text{ДО} - \text{МП} = (0,5 \text{ л} - 0,15 \text{ л}) \times 20 = 7 \text{ л/мин}$$

### ***Пациент №2:***

$$\text{ДО} = 10 \text{ л/мин} : 16 = 0.625 \text{ л} = 625 \text{ мл (или } 625 \text{ см}^3\text{)}$$

$$\text{МАВ} = \text{ДО} - \text{МП} = (0,625 \text{ л} - 0,2 \text{ л}) \times 16 = 6.8 \text{ л/мин}$$

Таким образом, минутная альвеолярная вентиляция у пациента №1 на 0.2 л (200 мл) больше, чем у пациента №2.

**ОТВЕТ:** Эффективность легочной вентиляции у пациента №1 выше, чем у пациента №2.

## **РЕШЕНИЕ (Вариант 2):**

За 1 минуту не весь воздух из 10 л поступает в альвеолы и участвует в газообмене. При каждом вдохе часть воздуха заполняет мертвое пространство и вентилирует только дыхательные пути.

Таким образом:

$$\text{МАВ} = 10 \text{ л/мин} - (\text{МП} \times \text{Количество дыхательных движений/мин})$$

### ***Пациент №1:***

$$\text{МАВ} = 10 \text{ л/мин} - (0,15 \text{ л} \times 20) = 7 \text{ л/мин}$$

### ***Пациент №2:***

$$\text{МАВ} = 10 \text{ л/мин} - (0,2 \text{ л} \times 16) = 6.8 \text{ л/мин}$$

**ОТВЕТ:** Эффективность легочной вентиляции у пациента №1 выше, чем у пациента №2.

**4. Благодаря каким механизмам поддерживается постоянная температура тела у человека? Предположите, для чего можно использовать искусственно создаваемую гипотермию и гипертермию в медицине.**

**Критерии оценивания: максимальная оценка 10 баллов**

**ОТВЕТ:**

У человека температура тела человека поддерживается на относительно постоянном уровне, несмотря на колебания температуры внешней среды. Например, при измерении в подмышечной впадине температура тела у здорового человека равна 36,5-36,9°C.

Образование тепла в организме происходит при окислении белков, углеводов и жиров. Эти химические реакции сопровождаются выделением энергии, часть которой запасается в виде АТФ, а оставшаяся – рассеивается в виде тепла. Наиболее интенсивное теплообразование в организме идет в мышцах (при мышечном сокращении), в печени и в почках. Образовавшееся в организме тепло разносится кровью по всему телу.

Регуляция теплообразования в организме осуществляется за счет изменения интенсивности окислительных реакций. При повышении температуры внешней среды до 25-30°C обмен веществ в организме замедляется, и теплообразование уменьшается. Это защищает организм от перегревания. При понижении температуры внешней среды ниже 15°C обмен веществ ускоряется, и теплообразование значительно усиливается.

Сохранение постоянной температуры тела у человека возможно при том условии, что количество тепла, образующегося в организме, будет равно количеству тепла, отдаваемого в окружающую среду. Потеря тепла органами и тканями в большой степени зависит от их местоположения: поверхностно расположенные органы (например, кожа) отдают больше тепла и охлаждаются сильнее, чем внутренние органы, более защищенные от охлаждения. В среднем теплоотдача у человека в состоянии покоя составляет 419 кДж (100 ккал) в час, из них 80% тепла человек отдает через кожу.

Отдача избыточного тепла из организма в окружающую среду может происходить тремя способами: путем теплоизлучения, теплопроводения и испарения.

*Теплоизлучение* – способ отдачи тепла в виде инфракрасного излучения;

*Теплопроводение* – теплоотдача при непосредственном контакте, соприкосновении кожи человека с другими предметами;

*Теплоотдача путем испарения* – способ рассеяния организмом тепла в окружающую среду за счет его затраты на испарение воды с поверхности кожи и легких.

Интенсивность теплоизлучения и теплопроводения зависит от разности температур кожи и окружающей среды. Таким образом, изменяя температуру кожи, можно регулировать теплоизлучение и теплопроводение. На холоде кровеносные сосуды кожи, главным образом артериолы, сужаются, и большее количество крови поступает в сосуды брюшной полости. Кожа, получая меньше теплой крови, излучает меньше тепла и меньше нагревает окружающую среду – теплоотдача уменьшается.

В значительной степени препятствует теплоотдаче слой подкожной жировой клетчатки (жир имеет низкую теплопроводность и является хорошим теплоизолятором). Одежда тоже служит человеку средством для уменьшения теплоотдачи. При этом потере тепла препятствует тот слой неподвижного воздуха, который находится между одеждой и кожей,

так как воздух – плохой проводник тепла. Обнаженное тело, напротив, теряет тепло, потому что воздух на его поверхности все время сменяется. Поэтому температура кожи на обнаженных частях тела значительно ниже, чем на одетых.

При высокой температуре окружающей среды сосуды кожи расширяются, теплая кровь приливает к коже, температура кожи повышается – теплоотдача растет. Кроме того, при высокой температуре окружающей среды большое значение имеет испарение пота с поверхности кожи. На испарение 1 мл воды расходуется 2,4 кДж (0,58 ккал). В состоянии покоя организм человека может отдать путем испарения треть всего тепла, выработанного за целый день. При повышении температуры окружающей среды или при большой физической нагрузке потоотделение увеличивается (до 12 л в сутки), и теплоотдача существенно возрастает.

Таким образом, регуляция температуры тела осуществляется путем совместного действия механизмов, регулирующих интенсивность обмена веществ, и механизмов, регулирующих кровоснабжение кожи, потоотделение и дыхание. Существуют нервные и гуморальные механизмы терморегуляции.

***Нервный механизм терморегуляции.*** Центр терморегуляции расположен в гипоталамусе. Основным раздражителем этого центра являются нервные импульсы, поступающие от тепловых и холодовых рецепторов кожи. Кроме того, на центр терморегуляции оказывает влияние температура крови. Центр в гипоталамусе перерабатывает поступившую информацию о температуре и посылает соответствующие эфферентные сигналы, которые влияют на уровень образования тепла в мышцах и внутренних органах, перераспределение крови и испарение. Так осуществляется рефлекторная регуляция температуры тела при охлаждении или перегревании.

Определенную роль в регуляции температуры тела играет кора больших полушарий, обеспечивая условнорефлекторные поведенческие реакции (например, обмахивание веером, включение вентилятора, смену одежды).

***Гуморальный механизм терморегуляции.*** В регуляции температуры тела принимают участие железы внутренней секреции, главным образом, щитовидная железа и надпочечники. В условиях охлаждения происходит усиленное выделение в кровь тироксина, повышающего обмен веществ. Адреналин, выделяемый в кровь надпочечниками, усиливает окислительные процессы в тканях, увеличивает теплообразование и сужает сосуды кожи, тем самым уменьшая теплоотдачу.

**Гипотермия и гипертермия.** Если человек длительное время находится в условиях сильно повышенной или пониженной температуры внешней среды, то физиологические механизмы терморегуляции могут оказаться недостаточными, и происходит перегревание тела – гипертермия, или охлаждение тела – гипотермия.

***Гипертермия*** – перегревание, накопление избыточного тепла в организме человека с повышением температуры тела, вызванное внешними факторами, затрудняющими теплоотдачу во внешнюю среду или увеличивающими поступление тепла извне. Иногда гипертермией называют и лихорадку – защитно-приспособительную реакцию организма в ответ на воздействие патогенных раздражителей (например, при инфекционных заболеваниях), приводящую к перестройке процессов терморегуляции и повышению температуры тела.

В медицине искусственная гипертермия может применяться с лечебными целями для лечения онкологических заболеваний (злокачественных опухолей), при котором тело пациента, его участки, или отдельные органы подвергаются воздействию высокой температуры (свыше 39°C, вплоть до 44–45°C), в результате чего повышается эффективность применения лучевой или химиотерапии, либо радиотерапии.

При перегреве организма человека выше 42°C наступают серьезные нарушения в системах жизнеобеспечения и развивается тепловой удар. При дальнейшем повышении температуры происходит необратимое нарушение структуры и функции белковых молекул в организме, несовместимое с жизнью. В связи с этим наибольшее внимание привлекают методы местной (локальной) гипертермии, хотя большинство из них до сих пор находится в стадии разработки или клинических испытаний. Вариантом локальной гипертермии, применяемой в медицине для деструкции пораженных тканей, является термокоагуляция.

**Гипотермия** – переохлаждение, состояние организма, при котором температура тела падает ниже, чем требуется для поддержания нормального обмена веществ и функционирования. При гипотермии скорость обмена веществ в организме снижается, что приводит к уменьшению потребности в кислороде. Это обстоятельство используется в медицинской практике, когда применяют искусственную местную или общую гипотермию. К местной гипотермии прибегают для лечения кровотечений, травм и воспалений. Общую гипотермию организма применяют при операциях на сердце и головном мозге, при лечении черепно-мозговой травмы, при внутримозговых кровоизлияниях. При гипотермии пациенты легче переносят временное выключение сердечной деятельности, остановку дыхания и кровообращения. Гипотермию прекращают быстрым согреванием тела.



5. Представьте, что Вы капитан английского парусного фрегата времен Наполеоновских войн и Трафальгарской битвы. Вам предстоит длительное 2–3 месячное плавание без захода в порт. Какие продукты Вы возьмете с собой, чтобы обеспечить экипажу сбалансированное питание, содержащее достаточное количество жиров, белков и углеводов? Кроме того, надо избежать авитаминозов, например, цинги. Учтите, что консервы еще не вошли в обиход, холодильники еще не изобрели, а вода хранится в дубовых бочках и портится, как правило, недели через две. Ответ обоснуйте.

*Критерии оценивания: максимальная оценка 10 баллов*

**ОТВЕТ:**

Вопрос творческий, и мы оценивали все интересные решения на тему поддержания оптимального пищевого рациона моряков, вне зависимости от их соответствия реально действующему в то время флотскому рациону. Лишь бы ваши моряки были сыты и не страдали от авитаминоза к концу плавания, а то может случиться и голодный бунт!

А на самом деле было так:

В начале плавания на судах Королевского флота можно было найти большое количество кур, коз, баранов и, даже, телят. Если взять достаточно корма для них, можно довольно долго кормить команду (или только офицерский состав) свежим мясом, что решало проблему наличия в рационе белков и ряда витаминов. Дальше использовали солонину (вываренное и просоленное мясо), которая может храниться несколько лет, горох (хороший источник полноценных белков) и вяленую рыбу.

Для обеспечения нужного количества углеводов брали муку, которая довольно быстро отсыревала, большое количество сухарей или галет (сухари без соли), овсяную и гречневую крупы. Использовали также пшено и рис.

Для обеспечения наличия в рационе жиров брали с собой соленое сливочное масло, а когда оно портилось, переходили на масла растительного происхождения, например, на оливковое масло. Входил в рацион моряков и сыр, например, пармезан, особенностью которого являлось то, что он плесневел сверху, но оставался свежим внутри. Твердые сорта сыров сохраняли годность в течение нескольких месяцев. Входило в состав рациона и сало.

В качестве противочинготного средства в английском флоте использовали сок лайма и сами лаймы. В немецком флоте – соленую капусту, в голландском флоте – апельсины. Кроме того, в рационе были лук и чеснок, а также изюм, который может храниться длительное время.

Решение проблем с водой заключалось в добавлении в воду уксуса или лимонного сока - так она хранилась несколько дольше. Кроме того, часть воды можно было заменить пивом или элем – эти напитки хранились намного дольше. Испорченную воду можно было фильтровать (это удаляло часть микроорганизмов) и разбавлять вином для дезинфекции. Когда кончалось пиво, начинали выдавать разбавленный ром, что отчасти помогало предотвратить массовые кишечные заболевания. При случае, конечно же, собирали дождевую воду, растягивая над палубой брезент. Перегонка морской воды практически не использовалась, так как требовала огромного количества энергии. Столько топлива на корабле не было. Иногда с корабельной плитой было связано небольшое перегонное

устройство, но оно давало очень мало опресненной воды, которой хватало только тяжелобольным.

Экипаж фрегата составлял от 200 до 450 человек в зависимости от ранга. Фрегат был военным судном, так что рыбу на нем не ловили. Мнение о том, что свежая рыба всегда была под рукой, – ошибочно. Сахар в те годы был скорее роскошью, чем массово употребляемым продуктом. В рацион моряков сахар в большом количестве не входил, его обычно добавляли в пудинг или в грог. Употребление сахара в таком количестве существенно не влияло на уровень потребления углеводов. Орехи, какао, мед и джем считались слишком дорогими для рациона моряка.

**6. Большинство растений стремятся избежать самоопыления во время цветения. Какие приспособления или стратегии они для этого используют? Почему перекрестное опыление выгоднее самоопыления?**

*Критерии оценивания: максимальная оценка 10 баллов*

**ОТВЕТ:**

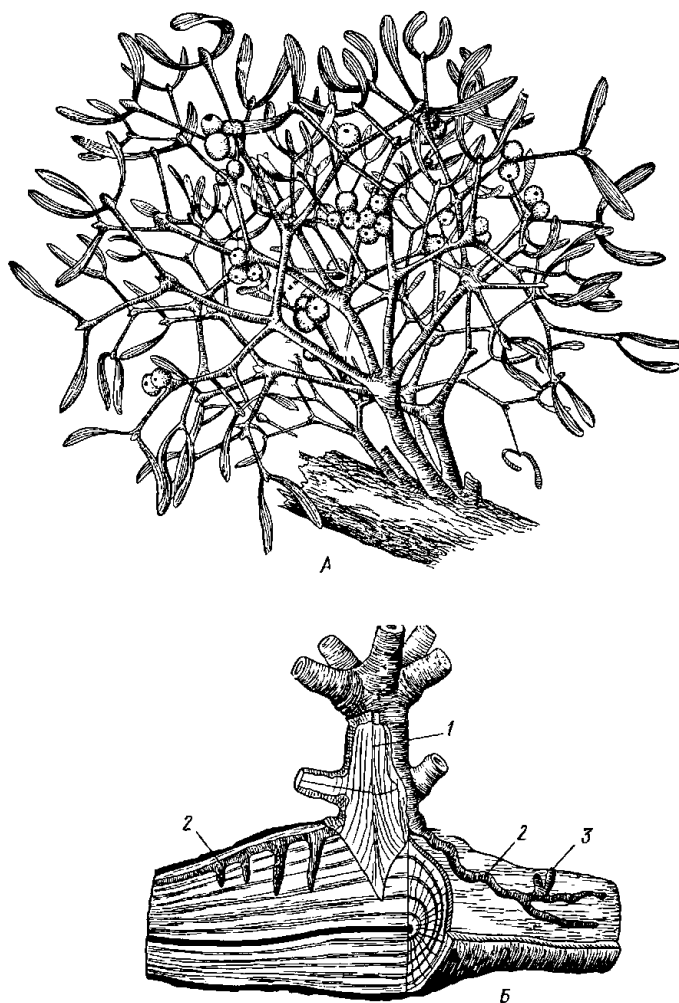
*Приспособления и стратегии, которые используют растения для того, чтобы избежать самоопыления:*

- 1) Разнесение во времени вскрывания пыльников и разворачивания рылец (протерандрия, протогиния);
- 2) Создание механизмов самонесовместимости, когда пыльца своего растения не прорастет на рыльце пестика;
- 3) Самонесовместимость, связанная с разными размерами тычинок и пестиков. Например, гетеростилия у примулы (первоцвета): у разных экземпляров существуют 2 типа цветков – одни с короткими столбиками и длинными тычинками, другие наоборот – с короткими тычинками и длинными рыльцами. У таких растений самоопыление невозможно.
- 4) Раздельнополые цветки на одной и той же особи;
- 5) Раздельнополые цветки на разных особях (двудомность);
- 6) Привлечение опылителей;
- 7) Летучая пыльца и другие свойства ветроопыляемых растений.

*Почему перекрестное опыление выгоднее самоопыления:*

Благодаря перекрестному опылению повышается генетическое разнообразие в популяциях; потомство получается более жизнеспособным и лучше приспособленным к различным условиям существования.

7. Омела – растение-паразит, поселяющееся на стволах или ветвях крупных деревьев. Какие особенности в строении побегов и корней для него характерны? Как отличить подобные растения-паразиты от растений-эпифитов, просто использующих стволы деревьев в качестве субстрата? Что обозначено на рисунке цифрами?



*Критерии оценивания: максимальная оценка 10 баллов*

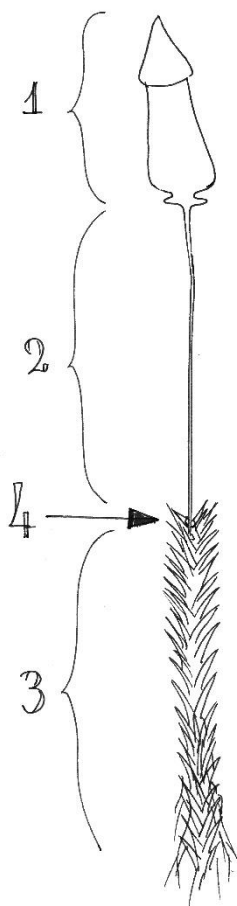
**ОТВЕТ:**

Омела - это растение-полупаразит. Т.е. оно не имеет собственной корневой системы и не может всасывать воду с растворенными минеральными веществами из почвы. У омелы имеются корни-присоски – гаустории, которые проникают в древесину дерева-хозяина и забирают на себя ксилемный сок. В то же время, растение фотосинтезирует и самостоятельно получает органические вещества, не забирая их у хозяина.

Растения-эпифиты используют другие деревья только лишь в качестве субстрата. Они развиваются на поверхности стволов, не причиняя хозяину вреда (ну разве что увеличивают вес кроны). Т.е. эпифиты обладают собственной хорошо выраженной и заметной корневой системой, с корнями, растущими в пространстве между листовыми основаниями, в которые попадает растительный опад и там перегнивает. У растений-эпифитов могут быть и воздушные корни. Некоторые бромелиевые корней вообще не имеют (лилаандсия).

Так как эпифиты экономят воду, они могут иметь слегка мясистые листья, приспособления для сбора воды (чашеобразные основания листьев) и ее впитывания – специализированные волоски-чешуйки на поверхности листьев бромелиевых. В любом случае, у эпифитов, в отличие от паразитов, никогда не будет присосок-гаусторий, внедряющихся в живые ткани растения-хозяина.

8. К какой группе относится изображенное растение? Подпишите все его части. Что формируется внутри структуры №1? Какова функция структуры №4?



**Критерии оценивания: максимальная оценка 10 баллов**

**ОТВЕТ:**

Это представитель мохообразных: кукушкин лен – зеленый бриевый мох.

- 1 – коробочка;
- 2 – ножка;
- 3 – листостебельный гаметофит;
- 4 – стопа или гаустория.

Внутри коробочки (№1) имеется спорангий, в котором формируются споры.

Структура №4 – это стопа или гаустория, которая необходима для передачи питательных веществ из листостебельного гаметофита, т.к. спорофит (спорогон) неспособен к самостоятельному фотосинтезу и живет за счет гаметофита.

9. К характерным особенностям класса Ракообразных относят, в ряду прочего, такие признаки, как разделенное на членики (сегменты) тело и наличие жесткого защитного панциря. Однако эти признаки характерны не для всех ракообразных. У каких ракообразных и по каким причинам покровы могут становиться мягкими, а само тело частично или полностью терять сегментацию? Приведите 1-2 конкретных примера ракообразного для каждой из причин.

**Критерии оценивания: максимальная оценка 10 баллов**

указание каждой причины – 2 балла;

каждый пример – 1 балл.

## ОТВЕТ:

Утрата сегментации и плотного панциря, выполняющего защитную функцию, может быть связана с приобретением новых способов защиты тела, например:

- 1) Появление раковины (усоногие раки, остракоды);
- 2) Использование постоянных домиков-убежищ (раки-отшельники);
- 3) Переход к паразитическому образу жизни внутри тела хозяина (мешкогрудые раки, корнеголовые раки) или на поверхности тела хозяина (сельдяная вошь, лерноцера из веслоногих раков).

**10. По заповеднику, где была очень высокая плотность кабанов, прокатилась эпидемия африканской чумы свиней, в результате чего практически все кабаны вымерли. Как Вы думаете, к каким последствиям для разных видов животных и различных сообществ заповедника привело резкое исчезновение этого вида копытных?**

*Критерии оценивания: максимальная оценка 10 баллов*

## ОТВЕТ:

- 1) Изменение рациона волков, питавшихся ранее кабанов: переключение на другие виды копытных и прочих млекопитающих (бобры, например) – **1 балл**.
- 2) Увеличение давления хищников на другие виды копытных, зайцев и бобров: в отсутствие кабана будут больше страдать прочие виды жертв – **1 балл**.
- 3) Изменение маршрутов перемещений у многих видов млекопитающих: кабаны прокладывают и поддерживают густую сеть плотных троп, которыми пользуются и другие звери. В отсутствие кабанов эти тропы быстро зарастают и исчезают, что вынуждает другие виды менять свои пути – **1,5 балла**.
- 4) Увеличение репродуктивного успеха у наземно гнездящихся птиц: куропаток, рябчиков, тетеревов, глухарей и др. Кабаны с большим удовольствием разоряют кладки и поедают птенцов этих видов птиц, в отсутствие кабана численность этих видов начинает увеличиваться – **2 балла**.
- 5) Улучшение кормовой базы у лис – за счет того, что без кабана становится больше наземно гнездящихся куриных птиц – **1 балл**.
- 6) Изменение растительных сообществ: кабаны постоянно перерывают землю в поисках съедобных корневищ и луковиц, в отсутствие такого механического воздействия будет меняться растительный покров – **1,5 балла**.
- 7) Улучшение кормовой базы у мелких грызунов, живущих в дубравах: в отсутствие кабанов им будет доставаться больше желудей, что положительно скажется на успехе их зимовок и увеличении численности – **1 балл**.
- 8) Увеличение числа муравейников: кабаны зимой очень часто раскапывают муравейники, чтобы устроить себе комфортную теплую ночевку – **1 балл**.