



Кировское областное государственное автономное образовательное
учреждение дополнительного образования
«ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ОДАРЕННЫХ ШКОЛЬНИКОВ»

БИОЛОГИЯ, 2018

**ЗАДАНИЯ И РЕШЕНИЯ
ВСТУПИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
ПО БИОЛОГИИ**

в Кировскую Летнюю многопредметную школу 2018

Киров
2018

Печатается по решению учебно-методического совета
КОГАОУ ДО «Центр дополнительного образования одаренных школьников»

Задания и решения вступительной работы по биологии в Кировскую
Летнюю многопредметную школу. – Киров: Изд-во ЦДООШ, 2018. – 20 с.

Задачи и их решения предложены:

7 класс – О.Н. Вишницкая, Е.Н. Лимонова; 8 класс – Е.Г. Шушканова, 9-10 классы — А.А. Агапов,
В.С. Вьюшков, И.А. Кузин, Д.В. Пупов, Е.С. Шилов.

Подписано в печать 30.05.2018

Формат 60×84¹/₁₆. Бумага типографская. Усл. печ. л. 1,7

Тираж 100 экз.

Кировское областное государственное автономное образовательное учреждение
дополнительного образования «Центр дополнительного образования одаренных школьников»,

Киров, 2018

ПРИМЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ ВСТУПИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО БИОЛОГИИ

1. (7) «Всё наоборот» В мире животных чаще всего в яркие цвета окрашены самцы, а самки наоборот – серые и невзрачные. Приведите примеры из разных классов животных, когда ситуация выглядит наоборот: самки яркоокрашенные, а самцы – нет. Чем это может быть обусловлено?

Примерный ответ

У большинства животных разная окраска организмов необходима в брачный период для привлечения особей противоположного пола и проявляется она в половом диморфизме, когда самка окрашена невзрачно (маскировка при высиживании потомства), а самец крупнее и ярче окрашен (привлечение самок) **(1 балл)**.

В мире животных действительно встречаются примеры, когда самки окрашены ярче самцов. Такое явление называется реверсией полового диморфизма **(2 балла)**.

Объясняется это тем, что у таких животных функцию заботы о потомстве (насиживание кладки яиц, защита и выкармливание детенышей и др.) берёт на себя самец, который своим невзрачным видом не привлекает хищников. Яркоокрашенные самки привлекают к себе внимание самцов – явление полиандрии, связанное с тем, что самка спаривается с несколькими самцами, что и объясняет её яркую окраску **(4 балла)**.

Примеры животных **(по 1 баллу за каждый класс)**.

Класс Паукообразные: Аргиопа Брюнниха или паук оса, черная вдова. Самки крупнее самцов и ярче окрашены: брюшко имеет вид ряда чёрных поперечных полос на ярко жёлтом фоне, напоминает внешне брюшко осы. Головогрудь серебристая. Ноги светлые, с чёрными широкими кольцами. Самцы имеют невзрачную окраску: брюшко узкое, светло-бежевого цвета с двумя продольными тёмными полосками.

Класс Ракообразные: неонардиины, вишневая креветка, корнеголовые раки.

Класс Насекомые: богомол, непарный шелкопряд, некоторые виды бабочек.

Класс Головоногие моллюски: аргонавты.

Класс Костные рыбы: удильщики, клоуны, гуши.

Класс Земноводные: томатный узкорот.

Класс Пресмыкающиеся: полосатая заборная игуана, ковровый хамелеон.

Класс Птицы: эму, цветные бекасы, трехперстки, новозеландский огарь, казуары, некоторые виды плавунчиков.

класс Млекопитающие: полосатая гиена.

Разбалловка указана в тексте ответа. Максимальное количество – 15 баллов.

Комментарии: *мало кто из участников обратил внимание на то, что примеры животных следовало привести из разных классов. Пример также оценивался в том случае, если было дано описание различий самца и самки (размеры, окраска, как, например, описано в ответе у пауков).*

2. (7) «Условно съедобный» Грибы по способу использования их человеком в пищу делятся на разные категории, в том числе и «условно съедобные». Почему их так называют? Приведите примеры растений и животных, которые соответствовали бы данной категории. Свой ответ обоснуйте.

Примерный ответ

Грибы по их использованию человеком в пищу делят на съедобные, условно съедобные и несъедобные (ядовитые).

Условно съедобные – категория, к которой относятся организмы, которые можно употреблять в пищу только после термической или иной обработки (засолка, вымачивание) в определенный период их жизни или их нельзя употреблять с определенными продуктами **(2 балла)**.

К условно съедобным грибам, например, относятся груздь настоящий, паутинник фиолетовый, горькушка и др. Перед употреблением данные грибы необходимо предварительно вымачивать, либо отваривать, а затем засаливать или мариновать.

К условно съедобным растениям можно отнести **(4 балла)**.

- Фасоль. Сырая фасоль содержит ядовитое вещество фаллоидин, которое вызывает разрушение элементов крови. При термической обработке оно теряет токсические свойства.

- Бук. Буковые орехи можно использовать только при условии их термической обработки при температуре 120-130°C не менее 30 мин, т.к. они содержат фагин, который под влиянием высокой температуры инактивируется.

- Косточковые растения (миндаль, абрикос, персик и др.). В ядрах их косточек содержится амигдалин, которым можно отравиться. После термической обработки становятся съедобными.

- Маниок съедобный. Сырые корни маниока содержат цианогенные гликозиды. Корни маниока чистят, растирают или измельчают, замачивают и варят, что снижает содержание токсичных веществ. Высушивание в смеси с водой в течение 5-6 часов в тени тоже помогает избавиться маниок от цианида.

- Аки или Блигия вкусная. Незрелые плоды содержат гипоглицин, который вызывает сильное отравление. Ядовитыми являются плоды не прошедшие термическую обработку и незрелые, после варки в течение 10-15 минут все токсические вещества испаряются и аки можно есть.

К условно съедобным животным относятся **(4 балла)**.

- Иглобрюхие рыбы, например, бурый скалозуб. У них ядовитым веществом, вызывающим отравление, является тетродотоксин, который оказывает на организм нервно-паралитическое действие. Рыб используют для приготовления фугу. Есть это блюдо можно только после правильного приготовления, которое представляет собой сложный процесс с множеством этапов, его основная цель – до минимума ослабить действие тетродотоксина

- Масляная рыба содержит много жира, поэтому лучше использовать приготовление на гриле, чтобы от него избавиться или есть ее в копченном виде или в виде балыка. Избыточное количество жира вызывает диарею.

- Акулы. В организме трети выловленных акул присутствует чрезмерное содержание ртути и у многих свежельовленных акул мясо с неприятным запахом аммиака. Для того чтобы от него избавиться, можно заморозить рыбу, замочить в солевом растворе или молоке, или варить несколько раз сливая воду.

- Лягушка-бык. Её кожа и внутренние органы содержат токсические вещества. Поэтому лучше употреблять потрошенные тушки после тепловой обработки, а сами лягушки должны быть уже взрослые.

Разбалловка указана в тексте ответа. Максимальное количество – 10 баллов.

Комментарии: *примеры условно съедобных растений и животных оценивались исходя из количества и обоснованности (какое вещество вредное и как его можно разрушить). Аналогично оценивались примеры, не указанные в ответе.*

3. (7) «Необычные растения» В процессе эволюции у растений появились листья для осуществления процесса фотосинтеза. Но у некоторых растений они впоследствии исчезли. Почему это могло произойти? Как в таком случае растения питаются?

Примерный ответ

Лист – вегетативный орган растения. Главной функцией листьев является фотосинтез и транспирация, поэтому у большинства растений они развиваются крупные с большим количеством хлоропластов в клетках **(2 балла)**.

Растения могли «потерять» листья в силу следующих причин:

- приспособление к уменьшению испарения воды в условиях её недостатка (листья видоизменились в колючки у кактусов) **(2 балла)**.

- приспособление к защите от поедания различными фитофагами (часть листьев видоизменяется в колючки у облепихи, барбариса, боярышника и др.) **(2 балла)**.

- растение перешло к частичному (омела) или полному паразитизму, получая питательные вещества от своего хозяина (раффлезия, Петров крест, повилика, заразиха и др.) **(2 балла)**.

- растение приспособилось питаться готовыми органическими веществами, образующимися при разложении остатков растений или получать питательные вещества через грибницу, вступая в симбиотические взаимоотношения с грибом, например, подбельник **(2 балла)**.

Разбалловка указана в тексте ответа. Максимальное количество – 10 баллов.

4. (7) «Слёзы без эмоций» Человек может плакать в разных ситуациях: от обиды, от счастья и т. д. Но в любом случае это – отражение его эмоционального состояния. Среди растений и животных тоже встречаются организмы, которые «плачут». А с чем у них связан данный процесс? Для ответа на вопрос приведите конкретные примеры.

Примерный ответ

Основной функцией слёз является увлажнение и, как следствие, защита глаза от инородных предметов. Именно эти функции характерны для многих позвоночных животных.

Причины «плача» у животных и растений.

- Выведение излишков соли из организма (крокодил, черепахи, игуаны и морские змеи). Многие птицы могут без вреда для организма пить солёную морскую воду, а лишнюю соль из организма выделяют не только почки, но и сложно устроенные особые железы, похожие на слёзные. У пеликана на клюве есть даже продольные бороздки. По ним и стекают к кончикам клюва солевые «слёзы», «плакать» могут и бакланы, альбатросы, чайки.

(1 балл).

- Определенный механизм приема пищи. Большие куски пищи оказывают давление на солевую железу и крокодил плачет **(1 балл)**.

- Выделение феромонов. Это встречается у мышей. В брачный период самцы начинают «плакать», чем привлекают самок мышей к спариванию **(3 балла)**.

- Выделение излишков воды у растений – физиологический процесс, который чаще всего возникает при большом количестве воды в почве и высокой влажности воздуха. Излишки воды выделяются через водяные устьица, как правило, находящиеся по краям листа. Явление плача (гуттация) проявляется обычно в утренние часы. У комнатных растений (сциндапус, монстера) часто «плач» появляется перед дождем. Из дикорастущих растений гуттация характерна для ивы, манжетки, вероники и др. **(3 балла)**.

- Выделение пасоки при повреждении растений при сокодвижении весной (например, у березы) **(1 балл)**.

- Камедетечение у косточковых растений, которое может возникать по разным причинам (механическое повреждение, заболевание и др.) **(1 балл)**.

Разбалловка указана в тексте ответа. Максимальное количество – 10 баллов.

5. (7) «Конкурент» В пустыне Намиб обитает необычное растение — вельвичия удивительная, которая приспособилась жить в сложных экстремальных условиях. Предложите растение, которое, на ваш взгляд, смогло бы стать конкурентом вельвичии. Какими анатомическими, морфологическими и физиологическими особенностями оно должно обладать?

Примерный ответ

Данный вопрос вызвал самые серьезные затруднения у участников конкурса, т.к. готового ответа нельзя было найти ни в одном из источников.

Ответ следовало начать с определения. Конкурент – это организм, который использует для своей жизнедеятельности те же ресурсы: территорию, воду, свет, питательные вещества (2 балла).

Исходя из этого, следовало акцентировать внимание на условиях обитания вельвичии и, как следствие, приспособление к этим условиям (3 балла).

Затем проанализировать существующие растения, способные выжить в таких условиях и выбрать оптимального конкурента для вельвичии (2 балла). На этом примере показать лучшую приспособленность к условиям обитания (3 балла). Второй вариант придумать самим такой организм-конкурент, обосновав его приспособления с анатомической, морфологической и физиологической точек зрения. *На последний вопрос из участников мало кто обратил внимание (5 баллов).*

Разбалловка указана в тексте ответа. Максимальное количество – 15 баллов.

6. (8) «Высокий урожай» Для повышения урожая сельскохозяйственных растений можно использовать различные агрономические приемы. Выберите три наиболее значимых и объясните механизм их работы на анатомическом, морфологическом и физиологическом уровнях.

Критерии оценки: 3 приёма по 3 балла, обязательно выделение уровней; 1 балл – оформление, в том числе введение и ссылки на источники. **Максимальное количество – 10 баллов**

Примерный ответ

Окучивание – приваливание землей нижней части стебля растения.

Морфологический уровень: образование придаточных корней, формирование более разветвленной корневой системы, что ведет к улучшению почвенного питания.

Физиологический уровень: перераспределение ростовых веществ (гормонов и пр.).

Анатомический уровень: активное преобразование образовательных тканей (апикальных меристем боковых корней).

Пикировка – удаление кончика корня при рассаживании молодых растений.

Анатомический уровень: формирование меристем, которые дают начало боковым корням.

Морфологический уровень: дополнительное образование боковых корней.

Физиологический уровень: «снимается» явление апикального доминирования, происходит перераспределение гормонов и других биологически активных веществ.

Пинцировка (пасынкование) – удаление верхушечной (или боковой) почки или побега.

Анатомический уровень: активный рост оставшихся органов.

Морфологический уровень: оставшиеся побеги достигают больших размеров, ускоряется рост цветков и плодов.

Физиологический уровень: перераспределение биологически активных и питательных веществ.

Комментарии: также учитывались и оценивались отбор качественных семян, борьба с вредителями, севооборот, использование сидератов и почвенных микроорганизмов, полив, удобрение почв, черенкование, яровизация и другие агрохимические мероприятия. Не учитывалась селекция – это не агротехнический прием.

7. (8) «Съедобные насекомые» Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН выпустила доклад, в котором рекомендуется вместо «мяса» есть больше насекомых. Объясните, по каким причинам выбрана такая альтернатива. Составьте список из пяти представителей этого класса, которых наиболее целесообразно употреблять в пищу. Какие критерии Вы использовали для отбора насекомых?

Критерии оценки: 2 балла – обоснование выбора насекомых, 5 баллов – примеры с пояснением, 2 балла – критерии для отбора, 1 балл – оформление, в том числе введение и ссылки на источники. **Максимальное количество – 10 баллов.**

Примерный ответ

Причины рекомендации насекомых для «замены» мяса.

1) В теле насекомых содержатся достаточно белка, немного жиров, минеральные вещества и витамины.

2) Содержание насекомых намного проще, быстрее и дешевле, чем традиционных сельскохозяйственных животных (млекопитающих).

3) Насекомых можно выращивать на отходах жизнедеятельности человека и животных.

4) Выращивание насекомых существенно меньше влияет на состояние окружающей среды.

Критерии отбора.

1) Высокие пищевые качества.

2) Небольшая стоимость на содержание и выращивание.

3) Быстрое размножение и рост, высокая плодовитость.

4) Безопасность при приготовлении и содержании.

5) Большая популяция данного вида.

Примеры насекомых.

1) Кузнечики и саранча.

2) Сверчки.

3) Муравьи и термиты, их личинки.

4) Личинки жесткокрылых, например, мучного хрущака (уже разработана технология выращивания), пальмового долгоносика.

5) Гусеницы и куколки бабочек, например, императорской моли, шелкопряда.

8. (8) «ЕГЭ для нервов» При прохождении медосмотра невролог делает заключение о состоянии нервной системы пациента. Каким образом и с помощью каких тестов, на ваш взгляд, следует проверять двигательные рефлексы у человека? Будут ли отличаться полученные результаты у холерика и флегматика?

Критерии оценки: 2 балла – определение и виды двигательных рефлексов, 5 баллов – примеры рефлексов разного уровня, 2 балла – связь с темпераментом, 1 балл – оформление, в том числе введение и ссылки на источники. **Максимальное количество – 10 баллов.**

Примерный ответ

Обычно невролог проверяет двигательные безусловные рефлексы. Они различаются по месту расположения рецепторов: кожные (например, мигательный, рвотный, сгибание при раздражении иглой) и сухожильные (коленный, ахиллов, локтевой). Также двигательные рефлексы различаются по расположению центров: спинной мозг (все сухожильные), ствол мозга (мигательный, глазодвигательный, пальценосовая проба). Все рефлексы осуществляются по рефлекторной дуге и выполняются, если она не повреждена.

Примеры рефлексов.

- *Коленный.* Испытуемый садится на стул, кладет ногу на ногу. При ударе молоточком по сухожилию ниже коленной чашечки происходит разгибание голени.

- *Ахиллов.* Испытуемый встает коленями на стул, ступни ног свободно свисают. При ударе молоточком по пяточному сухожилию происходит подошвенное сгибание стопы.

- *Локтевой.* Полусогнутая и расслабленная рука испытуемого находится на ладони экспериментатора. Большой палец поместить на сухожилие в локтевой ямке и нанести по нему удар молоточком. Происходит сгибание предплечья.

- *Мигательный*. Широко открыть глаза, быстро коснуться ваткой или мягкой бумагой роговицы глаза или ресниц. Происходит смыкание век.

- *Подошвенный*. Подошвенное сгибание пальцев стопы в ответ на штриховое раздражение наружного края подошвы.

- *Брюшной*. Сокращение мышц живота при штриховом раздражении кожи живота параллельно реберной дуге.

- *Пальценосовая проба*. С закрытыми глазами отвести руку в сторону, коснуться указательным пальцем кончика носа.

Темперамент – это совокупность душевных и психических свойств человека. Однако морфофункциональную основу его проявлений (как и у безусловных рефлексов) составляют нейроны и процессы, протекающие на их мембране. Свойства нервной системы определяются силой, скоростью и уравновешенностью процессов возбуждения и торможения.

Холерик – это сильный, неуравновешенный, с преобладанием возбуждения тип темперамента. Флегматик – это сильный, уравновешенный, инертный тип. Ответная реакция на раздражитель у холерика будет относительно быстрой и сильной, пороговая величина раздражителя для возникновения возбуждения будет ниже, чем у флегматика.

9. (8) «Косвенные данные» Палеонтологи чаще всего имеют дело с костями и фрагментами мягких частей тела ископаемых животных, которые дают нам информацию об их анатомии и морфологии. А вот сведения о поведении, экологии и структуре популяции ископаемых животных получить не так просто. На основании каких данных можно сделать заключение о поведении, экологии и структуре популяции ископаемых животных? Предложите не более 10 способов (методов), которые позволяют эти данные «извлечь» из найденных останков.

Критерии оценки: 3 балла – выделение групп методов, 6 баллов – описание поведенческих, экологических и популяционных особенностей, 1 балл – оформление, в том числе введение и ссылки на источники. **Максимальное количество – 10 баллов.**

Примерный ответ

Элементы скелета

Поведение: размер черепа и внутренний рельеф – развитие мозга и дают основания оценить сложность поведения.

Экология: челюсти с зубами – дают информацию о типе питания, строение костей конечностей – о типе передвижения, содержание определенных химических элементов в костях – о среде обитания (в морской или пресной воде), повреждения на костях – о взаимоотношениях с другими видами.

Скопление скелетов одномоментно погибших животных иллюстрируют структуру популяции.

Отпечатки следов

Показывают характер передвижения и структура популяции (стадный или одиночный образ жизни).

Копролиты – окаменелые остатки помета.

Экология: тип питания.

Изучение мест обитания животных

Экология: остатки трапезы – говорят о типе питания, обнаруженные рядом остатки других организмов о связях с другими видами.

Изучение потомков вымерших животных

Современные животные «унаследовали» от предков образ жизни, характер питания, особенности поведения и коммуникации внутри популяции. Поэтому основываясь на изучении современных животных можно уточнять особенности биологии вымерших видов.

При наличии мягких тканей для определения потомков используется генетический анализ.

10. (8) «Модный загар» Загар — это защитная реакция организма на воздействие ультрафиолетовых лучей. При этом некоторые люди считают, что чем больше загораешь, тем полезнее для организма. Подтвердите или опровергните данное суждение. Характерен ли загар для животных? Ответ поясните.

Критерии оценки: 2 балла – процессы во время загара, 2 балла – польза, 3 балла – вред, 2 балла – загар у животных, 1 балл – оформление, в том числе введение и ссылки на источники. **Максимальное количество – 10 баллов.**

Примерный ответ

Загар – изменение цвета кожи под воздействием ультрафиолетовых лучей вследствие образования и накопления в нижних слоях кожи пигмента меланина. Загорать можно только недолго и в определенное время.

Польза

Синтез витамина D (кальциферола). Участвует в обмене кальция и фосфора, которые необходимы для регенерации и развития костной ткани, а также мышечных сокращений и проведения нервных импульсов.

Повышение устойчивости организма к перепадам температур. Солнечные ванны - это один из методов закаливания, улучшается регуляция тонуса капилляров кожи.

Стимуляция обмена веществ. При воздействии УФ-лучей происходит активация ферментов, учащается сердцебиение, расширяются сосуды, увеличивается скорость регенеративных процессов.

Повышение иммунитета. Повышается невосприимчивость организма к возбудителям различных заболеваний. Дозированное ультрафиолетовое облучение стимулирует выработку антител.

Образование меланина. Эпидермис содержит клетки, синтезирующие меланин (меланоциты). Данный пигмент защищает клетки кожи от повреждения УФ-лучами, вследствие чего, повышается устойчивость организма к интенсивному воздействию УФ.

Незначительное утолщение рогового слоя эпидермиса. Кожа выступает в роли защитной оболочки тела, создавая эффективный барьер от УФ-лучей. В защите важную роль играют клетки рогового слоя эпидермиса (кератиноциты).

Вред

Возникновение ожогов. При избыточном воздействии УФ-лучей на кожу, возможны повреждения эпидермиса кожи с гибелью и отслоением верхних слоев.

Образование опухолей. УФ-лучи являются мутагенами, т.е. вызывают повреждения ДНК клеток, вследствие чего, происходит неконтролируемое деление атипичных клеток кожи. Это приводит к развитию опухолей, как доброкачественных, так и злокачественных.

Ускорение процесса старения. Утолщается эпидермис, замедляется клеточное обновление, и кожа становится более сухой, шершавой и грубой, теряет упругость, на ней появляются красные точки и «звездочки», ранние морщины.

Фотосенсибилизация. При повышенной восприимчивости к УФ-излучению, нанесение косметических средств может привести к сильному жжению, зуду, ожогам и нарушениям структуры кожи т.к УФ-излучение химически изменяет вещество, оказавшееся на коже.

Млекопитающие с развитым шерстным покровом слабо подвержены загару, хотя меланоциты в коже есть. Однако животные с однослойным или редким шерстным покровом; со светлой, белой шерстью; лысые породы и т.д. находятся в зоне риска. Самые чувствительные к УФ-лучам участки тела животного: уши, нос, живот, лапы.

11. (9-10) «Дай им шанс!» У высших растений в процессе эволюции от мхов к покрытосеменным происходило упрощение гаметофита и уменьшение его «доли» в жизненном цикле растения. И лишь отдельные таксоны растений демонстрируют относительное равенство анатомо-морфологической сложности и продолжительности стадий гаметофита и спорофита, а в некоторых случаях даже превосходство гаметофита. Но некоторые ученые склонны считать такие растения примитивными, а таксоны – «зашедшими в эволюционный тупик».

- А. Выделите основные причины, которые привели в процессе эволюции к анатомо-морфологическому упрощению гаметофита и уменьшению его «доли» в жизненном цикле (не более 5 причин). Причины расположите в порядке убывания их значимости.**
- В. В свете указанных причин, кратко опишите основные анатомические, физиологические и экологические особенности, которые характерны для растений, обладающих относительным равенством или даже преобладанием гаметофита над спорофитом в жизненном цикле.**
- С. Возникновение каких гипотетических механизмов и адаптаций на молекулярно-биохимическом, клеточном, анатомо-физиологическом и экологическом уровнях позволило бы гаметофиту сохранить относительное равенство со спорофитом в жизненном цикле в ходе эволюции высших растений? Приведите не более 5 самых важных примеров.**

Критерии оценки: Всего за задачу можно было получить – 17 баллов. Набранный участниками максимум – 13 баллов.

Основные причины, которые привели в процессе эволюции к анатомо-морфологическому упрощению гаметофита и уменьшению его «доли» в жизненном цикле (не более 5 причин).

Сразу стоит сказать, что на самом деле основных причин две – назовем их условно: 1) генетическая и 2) оплодотворение, связанное с водой. Но это довольно «глобальные» причины, каждая из которых может распасться, в свою очередь, на ряд подпричин:

1) **«Снижение эволюционных перспектив»** Гаметофит – гаплоидная стадия, довольно ограниченная с точки зрения аллельного разнообразия, кроме того, все рецессивные (в диплоидном состоянии) аллели будут проявляться, т.е. станут доминантными. Поэтому селекция полезных новых аллелей генов, за счет изменения структуры исходных вариантов генов, будет затруднена: изменение структуры гена будет заведомо приводить к ухудшению «уже отработанной функции гена, полезной здесь и сейчас», но, возможно, при этом будет появляться новая функция, которая может стать выгодна в других условиях, с которыми организм еще не сталкивался. Гаплоидный гаметофит лишен возможности накапливать любое разнообразие аллелей одного гена (без его дубликации внутри гаплоидного генома), которое может дать преимущество в новых условиях, потому что многие из этих новых аллелей будут просто «невыгодны» (неадаптивны) в текущих хорошо освоенных условиях среды. Все это выльется в то, что в изменчивой наземно-воздушной среде гаплоидные стадии будут проигрывать по скорости адаптации (за счет появления новых аллельных вариантов генов) диплоидным стадиям. Но в более стабильных средах (например, водная) это различие не будет иметь такого ключевого значения. Показательно, что ключевые сельскохозяйственно важные культуры (например, пшеница, сахарная свекла, картофель, виноград), полученные путем искусственного отбора, являются полиплоидами, т.е. обладают очень высоким потенциальным разнообразием аллелей одного гена, что придает им высокую плодовитость и устойчивость к изменениям условий среды. Кроме того, полиплоидность у растений открывает новую возможность для эволюции – межвидовую

гибридизацию (в процессе эволюции предков современной пшеницы, по-видимому, это было ключевое событие, которое происходило по разным данным от 5 до 8 раз).

2) **«Гаметы двигаются только в воде»** Основная задача гаметофита – формирование половых органов в которых будут созревать гаметы. Гаметы служат переносчиками информации и при слиянии двух разных гамет появляется новое сочетание аллелей генов. Однако, у предков наземных растений распространение гамет происходит в водной среде, гаметы не имеют специальных защитных оболочек и единственная система для их взаимной встречи – это жгутик мужских гамет. Все эти ограничения приводят к тому, что либо растение должно располагать большим количеством жидкой воды во внешней среде, либо если воды мало, то создать «искусственный водоем» в котором гаметы могли бы встретиться. В первом случае, редукция сложности и продолжительности стадии гаметофита будет происходить за счет того, что в наземной среде вода бывает либо непостоянно (в сырой сезон), либо не везде (только у рек и озер) – поэтому нет смысла создавать сложный и долгоживущий гаметофит. Во втором случае, когда создается «искусственный водоем» - гаметофит максимально упрощается для того, чтобы размеры такого «водоема» были минимальны: например, покрытосеменным растениям удастся создать такой «искусственный водоем» в виде пыльцевой трубки, по которой движутся спермии (а так как двигаться можно только вперед с самой трубкой, то и жгутик уже не нужен), все остальные структуры, обеспечивающие защиту гамет и их встречу – это структуры спорофита.

3) **«Гаметы - не лучшее средство расселения»** Основная задача растений заключается не только в размножении, но и в расселении (а так как взрослые растения не могут активно передвигаться, то расселение происходит на как можно более ранних стадиях развития). Гаметы хорошо выполняют функцию размножения (увеличения количества особей), но плохо приспособлены к функции расселения – вернее она им вообще противопоказана, потому, что их задача не разбежаться как можно дальше, а встретиться (а это наиболее вероятно на небольшом расстоянии от исходного растения). Кроме того, гаметы исходно плохо приспособлены к перенесению неблагоприятных условий (абсолютно необходимо при расселении), их задача – слияние, поэтому появление защитных оболочек тут будет противопоказано. Споры (образуются на спорофите) гораздо более приспособлены к расселению – искать друг друга и сливаться им не требуется, поэтому тут уже можно создать сложные прочные защитные оболочки и приспособления для переноса не только водой, но и ветром, а также с помощью животных. Поэтому растения пытаются сосредоточиться на создании сложных спорофитов с большим количеством спор (надо много энергии), которые обладают специальными структурами для защиты и расселения.

4) **«Нужно спешить!»** Жизнь растений – это сплошная гонка (хоть и на одном месте). Поэтому длительность жизненного цикла и соотношение фаз гаметофита и спорофита должно быть оптимальным, а размножение и расселение новых особей происходит максимально часто и эффективно. Чтобы размножаться и расселяться часто придется чем-то поступиться – уменьшить длительность каких-то не самых важных стадий в жизненном цикле. В прошлом пункте мы выяснили, что споры, образующиеся на спорофите, с точки зрения размножения и расселения гораздо более успешны, чем гаметы (и зиготы). Таким образом, время отводимое на продукцию спор лучше увеличить (вместе с их числом и запасом веществ в них для формирования гаметофита), а время в жизненном цикле, отводимое на производство гаметофитов и гамет придется уменьшать, потому что наша задача сделать весь цикл оптимальным по продолжительности. Поэтому сложностью гаметофита растения жертвуют ради скорости «оборота жизненного цикла». У семенных растений функцию расселения и запасаания веществ берут на себя плоды и семена – специализированные структуры, состоящие из остатков старого спорофита (семенная оболочка формируется из интегументов – покровов в которых был гаметофит –

зародышевый мешок, плод – формируется тканями завязи) и содержащие новый спорофит (эндосперм и зародыш).

Примечание. Многие участники указывали и другие причины: у гаметофита нет проводящих тканей, гаметофит не способен к продуктивному фотосинтезу и т.п. Такие ответы не засчитывались, потому что гаметофит и спорофит – это одно растение с одним и тем же геномом, т.е. все гены для развития сложной системы проводящих тканей спорофита есть и на стадии гаметофита, просто они не экспрессируются. Почему? Потому что смысла нет – смотри причины выше.

За каждую из указанных причин можно было получить по 1 баллу, если причина указана не полностью (смысл нераскрыт или неясен), то ставилось 0,5 балла. Еще один дополнительный балл выделялся на оценку причин, которые не укладываются в указанные четыре, но являются довольно вескими.

Если причин было указано больше двух, то оценивался порядок их перечисления (по убыванию важности) – можно было получить от 0 до 2 баллов.

Всего за первый пункт задачи можно было заработать 7 баллов.

Основные анатомические, физиологические и экологические особенности, которые характерны для растений, обладающих относительным равенством или даже преобладанием гаметофита над спорофитом в жизненном цикле.

В данном случае в основном речь шла о представителях отдела Моховидные, но важна была связь особенностей с причинами из первого пункта задачи. Если участник копировал википедию или главу из какого-то справочника с описанием всех возможных особенностей биологии мхов, то такие ответы не засчитывались. Некоторые писали про особенности водорослей, но задача была про высшие растения (это следует из первого предложения задачи), поэтому такие особенности не засчитывались. Многие писали, что у споровых растений тоже есть случаи, когда гаметофит и спорофит можно считать примерно «равными», особенности таких примеров засчитывались.

Кратко основные особенности (возможны и многие другие):

- 1) Слабое развитие проводящих тканей (поэтому нет четкого деления на органы) – они не нужны, т.к. такие растения живут там где много воды (нужна для перемещения и слияния гамет).
- 2) Гаметофит может успешно фотосинтезировать, а спорофит развивается на гаметофите и часто выступает как «паразит» для него.
- 3) Большое количество приспособлений для накопления и удержания воды (поры, гиалиновые клетки).
- 4) Обитают во влажных местах.
- 5) Многие претерпевают полиплоидизацию, чтобы уменьшить вред от проявления рецессивных мутаций в гаплоидном состоянии.

Оценивались и другие особенности, которые подходили по логике и не группировались с остальными. Каждая особенность оценивалась в 1 балл. Всего можно было получить за второй пункт задачи 5 баллов.

Возникновение каких гипотетических механизмов и адаптаций на молекулярно-биохимическом, клеточном, анатомо-физиологическом и экологическом уровнях позволило бы гаметофиту сохранить относительное равенство со спорофитом в жизненном цикле в ходе эволюции высших растений.

Было приведено довольно много разных предложений, суммируем лишь наиболее интересные из них:

- 1) Перейти вторично к водному образу жизни. Тогда споры будут выполнять функцию размножения и расселения, а формирующийся гаметофит будет основной фотосинтезирующей стадией, формирующей на своей поверхности сильно редуцированные

спорофиты (образуются, после оплодотворения), направленные только на создание большого количества спор.

2) Видоизменить половые клетки, чтобы они могли успешно участвовать в расселении: сделать их изоморфными (чтобы перемещались и «женские» гаметы тоже) и обеспечить защитой от высыхания и приспособлениями для распространения на дальние расстояния.

3) Поработать с геномом: увеличит его размеры (длина кодирующих важные белки и РНК последовательностей останется прежней), чтобы уменьшить вероятность повреждения значимых последовательностей ДНК различными мутагенными воздействиями (мутации будут вероятнее попадать в межгенные участки и интроны).

4) Поработать с геномом: дублицировать внутри гаплоидного набора генов наиболее важные последовательности, кодирующие белки и РНК – такой организм получит возможность стать условно диплоидным, но при этом разные аллели будут располагаться не на гомологичных хромосомах, а в соседних участках одной хромосомы. Однако такой подход, приведет к неустойчивости генома и нарезке его на части (гомологичная рекомбинация по находящимся рядом с друг другом в ДНК копиям одного гена).

5) Переход гаметофита к паразитизму на другом организме (наиболее выгодно в данном случае переходить к эндопаразитизму – вода для полового процесса в этом случае всегда есть).

Каждая предложенная участниками гипотеза, которая обладала смыслом, не противоречила логике и не комбинировалась с другими перечисленными этим же участником гипотезами была оценена в 1 балл. Всего можно было за третий пункт задачи получить – 5 баллов.

12. (9-10) «Новичок» Вы — молодой и амбициозный ученый, и перед вами стоит задача в самые сжатые сроки отыскать новый, до этого неизвестный науке, вид многоклеточных организмов.

A. Какую концепцию вида вы будете использовать, чтобы облегчить и оптимизировать свои поиски? Какие критерии вида будут наиболее важными в ваших поисках?

B. Среди представителей каких таксонов наиболее перспективно искать новый вид многоклеточных организмов? Укажите названия 5 таксонов, как можно более низкого порядка, поиск в которых нового вида с наибольшей вероятностью будет успешным. Свой выбор обоснуйте.

C. Выберите не более 5 методов (подходов), наиболее эффективных с вашей точки зрения для быстрого поиска нового вида. Кратко раскройте их суть.

D. Как вы будете доказывать, что найденный вами вид организмов действительно является отдельным видом?

Критерии оценки: Всего за задачу можно было получить 15 баллов. Максимально набранный участниками балл – 13,5 баллов.

Какую концепцию вида вы будете использовать, чтобы облегчить и оптимизировать свои поиски? Какие критерии вида будут наиболее важными в ваших поисках?

Многие участники путались в терминах и не могли понять, что от них требуется – начинали писать не про концепцию вида, а про концепцию *поиска* вида, не про критерии вида, а про критерии *поиска* вида. Не будем тратить место на определения этих терминов – с основными понятиями можно ознакомиться хотя бы в Википедии (статья «Биологический вид»).

Концепции вида: типологическая, номиналистическая, биологическая, хеннигова, эволюционная, филогенетические.

Критерии вида: морфологический, физиолого-биохимический, географический, экологический, репродуктивный, цитологический, хромосомный и другие.

Большинство участников выбирало биологическую или филогенетическую концепцию вида, а критерии морфологический, географический и в последнюю очередь - репродуктивный. Все это обусловлено тем, что наша задача найти вид в ограниченные временные рамки, а не все концепции и критерии для этого подходят (например, проверка репродуктивного критерия может растянуться на годы). Кроме того, от концепции вида будет зависеть и сам механизм поиска нового вида – поэтому тут еще мы обращали внимание на согласование выбора с последующими пунктами решения.

За обоснованный выбор концепции вида – 1 балл, за выбор критериев – 1 балл. Если выбирались другие концепции и критерии (кроме указанных выше), то основное внимание при оценивании уделялось обоснованию выбора, если оно было разумным, то такой выбор тоже мог быть оценен положительно. Всего за первый пункт задачи – 2 балла.

Среди представителей каких таксонов наиболее перспективно искать новый вид многоклеточных организмов?

В данном пункте за каждый таксон с хорошим обоснованием – 1 балл. Если были недостатки в обосновании, то ставилось – 0,5 балла. Если обоснований не было, то простое перечисление таксонов никак не оценивалось. Всего можно было получить – 5 баллов.

Выберите не более 5 методов (подходов), наиболее эффективных с вашей точки зрения для быстрого поиска нового вида.

В данном пункте за каждый правильно обоснованный подход можно было получить по 1 баллу. За неполное обоснование ставилось 0,5 балла. Всего – 5 баллов.

Приведем примеры некоторых наиболее часто приводимых подходов:

1) Искать в плохо исследованных и удаленных местах. Искать в богатых видами местах (т.е. тропические леса благоприятнее для поиска, чем дно Марианской впадины или полюс недоступности в Антарктиде).

2) Искать в местах, где возможно на ареал известного вида действует географическая изоляция: искать на изолированных островах и в изолированных водоемах. Искать паразитов у недавно открытых видов – паразиты обычно обладают узкой видоспецифичностью.

3) Исследование уже собранных коллекций организмов с целью найти незамеченные ранее морфологические отличия или генетические отличия между организмами, ранее причисляемых к одному виду. Исследовать те группы, где уже открыто много очень сходных по морфологии видов. Попытаться спрогнозировать таксоны в которых наиболее активно открывают виды на основании количества публикаций в базах данных научных статей.

4) Метагеномное секвенирование: использования методов секвенирования ДНК нового поколения (с большим количеством прочтений – до 1-3 млрд последовательностей за один раз) для тотального секвенирования «среды» - например всех ДНК, содержащихся в определенной пробе морской воды или почвы. А потом поиск гомологичных последовательностей в базах данных уже известных видов.

5) Самостоятельно вывести новый вид путем межвидовой гибридизации (актуально, например, для покрытосеменных растений).

Как вы будете доказывать, что найденный вами вид организмов действительно является отдельным видом?

За предложения по доказательствам уникальности открытого вами вида можно было получить максимум 3 балла: по 1 баллу за отдельную обоснованную идею.

Приведем примеры таких идей:

- 1) Обнаружено не просто отдельное животное, а популяция (большая численность, особи разных полов и возрастов), определен уникальный ареал этой популяции.
- 2) Представители вида имеют уникальные морфолого-анатомические черты по сравнению со всеми известными близкими природными видами и коллекционными экземплярами.
- 3) Проведенный генетический анализ (по кариотипу, по отдельным маркерам или по секвенированным областям генома) найденного вида и всех «похожих» видов дает основание утверждать, что различия существенны.
- 4) Проведение экспериментов по выяснению степени «репродуктивной» изоляции в природных условиях или в условиях содержания в неволе. Но подобный подход, может быть довольно трудоемким и займет много времени (например, для достижения особями половой зрелости может потребоваться много времени).

13. (9-10) «Митохондрии» Митохондрии — важнейшие органеллы эукариотических клеток. Самые известные протекающие в них процессы — это цикл Кребса и окислительное фосфорилирование. Однако этим функции митохондрий не ограничиваются.

- A. Приведите не менее трех биохимических процессов кроме упомянутых в вопросе, которые полностью или частично протекают в митохондриях. Кратко укажите функцию этих процессов.**
- B. Разные клетки одного и того же организма отличаются друг от друга по количеству митохондрий. Предположите, в каких клетках организма человека митохондрий больше всего, а в каких — меньше всего. Обоснуйте свой выбор.**
- C. Несмотря на всю важность митохондрий, существуют эукариотические организмы, не обладающие ими. Приведите пример такого организма. Объясните, как ему удается существовать без митохондрий.**

Критерии оценки: Всего за задачу можно было получить 10 баллов. Максимальный набранный участниками балл – 10 баллов.

Приведите не менее трех биохимических процессов кроме упомянутых в вопросе, которые полностью или частично протекают в митохондриях. Кратко укажите функцию этих процессов.

За эту часть задания можно было получить до 4 баллов. По баллу ставилось за каждый биохимический процесс с кратким описанием его функции. Ещё один балл можно было получить за дополнительные (свыше трех) хорошие процессы.

Вот некоторые примеры:

1. Часть цикла мочевины протекает в митохондриях.
2. Митохондрии участвуют в апоптозе при выходе цитохрома c из межмембранного пространства в цитозоль.
3. Бета-окисление жирных кислот – магистральный путь расщепления жирных кислот.
4. Часть реакций фотодыхания у растений протекают в митохондриях.
5. Некоторые мембранные липиды синтезируются в митохондриях.
6. В митохондриях есть своя ДНК и белок-синтезирующий аппарат, так что можно было указывать и процессы репликации, транскрипции, трансляции.

7. Депонирование ионов кальция.

8. Участие в синтезе гема (который входит в состав, например, гемоглобина).

Это не исчерпывающий список, но он покрывает почти все предложенные участниками варианты. Также засчитывалось окислительное декарбоксилирование пирувата, так как прямого запрета на это в тексте не было. А вот, например, цикл ди- и трикарбоновых кислот не засчитывался, потому что это и есть цикл Кребса, упомянутый в условии.

Разные клетки одного и того же организма отличаются друг от друга по количеству митохондрий. Предположите, в каких клетках организма человека митохондрий больше всего, а в каких — меньше всего. Обоснуйте свой выбор.

За эту часть задания можно было получить до трех баллов. По одному баллу за ответы на вопросы, где больше всего, и где меньше всего митохондрий, подкрепленных логичными рассуждениями, и один бонусный балл за хорошее понимание сути вопроса. А суть в том, что митохондрий может быть мало, но они при этом могут быть гигантскими. Таким образом, зависимость количества митохондрий в штуках от энергетических потребностей клетки не прямая, хотя эта тенденция, конечно, прослеживается.

Значительная часть ответов была устроена так: «митохондрий много там, где клеткам нужна энергия, то есть в мышцах/клетках нервной ткани; митохондрий мало там, где много энергии не нужно: соединительные ткани, эпителии, клетки крови». Важно понимать, что речь должна идти не о тканях, а о типах клеток! Например, в секреторных эпителиальных клетках очень высокие энергетические потребности, и митохондрий там немало. Нервная ткань тоже построена из разных типов клеток. Интересно обстоят дела с гаметами. Яйцеклетка гигантская, и митохондрий там, как некоторые заметили, действительно очень много. В сперматозоиде выделяют огромный митохондрион, необходимый для активной работы жгутика. Кто-то считает это одной гигантской митохондрией, кто-то несколькими (встречаются цифры от 10 до 30) тесно сближенными митохондриями. И тут нужно было четко определиться, как считать. Можно считать «в лоб»: сколько в одной клетке митохондрий в штуках. Но что считать за клетку в случае поперечно-полосатых мышечных волокон – симпластов? А в случае синцитиев? Можно пересчитывать количество митохондрий на единицу объема клетки. А можно считать соотношение суммарного объема митохондрий к суммарному объему клетки. Как правильный ответ засчитывался любой из критериев, но нужно было этот критерий вербализовать. Пожалуй, предсказать логически (а не прочитав несколько томов гистологических справочников), где будет больше митохондрий, а где меньше, можно только для третьего варианта критерия, то есть, если мы считаем соотношение объемов митохондрий к объему клетки.

В этом случае больше всего митохондрий должно быть действительно в каких-нибудь «красных» мышечных волокнах, секреторных тканях, в буром жире (потому-то он и бурый). Меньше всего митохондрий, безусловно, в эритроцитах – их там нет, как и других мембранных органелл. Но можно долго спорить, считаем ли мы эритроцит клеткой. Поэтому засчитывались и другие варианты типов клеток с невысокими потребностями к уровню метаболизма.

Несмотря на всю важность митохондрий, существуют эукариотические организмы, не обладающие ими. Приведите пример такого организма. Объясните, как ему удается существовать без митохондрий.

За этот пункт можно было получить до трех баллов.

Отвечать можно было двумя путями.

1) Вспомнить/найти информацию о гидрогеносомах – этаким заменителях митохондрий, обеспечивающих клетки энергией, но работающих в анаэробных условиях. Они

встречаются у анаэробных инфузорий, грибов и других организмов. Митохондрий у этих эукариот нет.

2) Найти статью двухлетней давности на N+1 про *Monocercomonoides*, выделенных из шиншилл.

Так или иначе, за правильно приведенный пример (во втором случае – за осознанный пересказ статьи) ставился один балл.

Следующий балл присуждался за решение проблемы энергообеспечения клетки в условиях отсутствия митохондрий. Это было не очень сложно: все эти организмы анаэробны, и их катаболизм протекает либо в гидрогеносомах и цитозоле, либо только в цитозоле.

А вот последний балл заслужить было непросто. Дело в том, что к этому моменту большинство уже забывало, что была часть А в этом вопросе. И там все приводили большое количество примеров функций митохондрий. Нужно было рассмотреть, как эти функции выполняются у приведенных в этом пункте в пример организмов. Вы можете не знать и не найти информации о том, как происходит синтез гема у этих организмов, и происходит ли он вообще, но поставить этот вопрос нужно было обязательно. За это и давался десятый балл.

Интересно, что многие вычитали на N+1 про железосерные кластеры:

*«Ученые показали, что вместе с митохондриями их клетки утратили способность синтезировать комплекс железосерных кластеров ISC (Iron-Sulfur Clusters). Эти кофакторы входят в состав целого ряда митохондриальных белков и нужны как для клеточного дыхания, так и для многих других окислительно-восстановительных процессов. У *Monocercomonoides* эту функцию взяли на себя цитозольные белки системы *SUF* (Sulfur Mobilisation System), гены которых, видимо, были получены горизонтальным переносом от бактерий – и позволили утратить митохондрии окончательно.»*

Но что это за такие кластеры, зачем они нужны, почему их так важно чем-то заменить, почти никто, видимо, не понял. По крайней мере, на ответах это не отразилось. Будьте внимательны к источникам! (за прямое цитирование без кавычек и ссылок балл, естественно, понижался)

14. (9-10) «Дела давно минувших дней» ДНК — важнейшая молекула, открытие структуры и принципов организации которой изменило всю современную биологию.

А. Основные принципы организации ДНК: комплементарность, двуцепочечность, антипараллельность. Что означают эти термины?

В. В 1960 году Артур Корнберг с коллегами поставили следующий эксперимент. Работая с ДНК, выделенной из бактерии *Haemophilus influenzae*, они проанализировали частоты встречаемости пар нуклеотидов, соседствующих друг с другом в одной цепи ДНК. Например, частота встречаемости пары нуклеотидов 5'-АТ-3' составила 0.095 (в долях от единицы). Частоты встречаемости всех пар указаны в таблице:

Второй нуклеотид пары	Первый нуклеотид пары			
	Т	А	Ц	Г
А	ТА 0.073	АА 0.116	ЦА 0.067	ГА 0.054
Т	ТТ 0.116	АТ 0.095	ЦТ 0.049	ГТ 0.048

Г	ТГ 0.067	АГ 0.050	ЦГ 0.038	ГГ 0.036
Ц	ТЦ 0.052	АЦ 0.049	ЦЦ 0.037	ГЦ 0.053

Каким образом приведенные данные подтверждают принципы комплементарности и антипараллельности цепей ДНК?

С. Какие частоты пар должны были бы совпадать, если бы цепи ДНК были параллельны?

Д. Рассчитайте частоту встречаемости нуклеотидов А, Т, Г и Ц в геноме *H. Influenzae*.

Критерии оценки: Всего за задачу можно было получить 14 баллов. Максимальный набранный участниками балл – 14 баллов.

Основные принципы организации ДНК: комплементарность, двуцепочечность, антипараллельность. Что означают эти термины?

Всего можно было получить 3 балла.

Комплементарность – образование водородных связей между аденином и тиминном, и между гуанином и цитозином в спирали ДНК. При этом диаметр таких пар нуклеотидов оказывается одинаковым, что и позволяет образовать стабильную регулярную двойную спираль.

Двуцепочечность – молекула ДНК – двойная спираль

Антипараллельность – цепи ДНК направлены в противоположные стороны: напротив 3`-конца одной цепи стоит 5`-конец другой цепи.

Каким образом приведенные данные подтверждают принципы комплементарности и антипараллельности цепей ДНК?

Всего 2 балла за комплементарность и 3 балла за антипараллельность.

Комплементарность подтверждается равенством пар ТТ и АА, ЦЦ и ГГ. Также в пользу комплементарности свидетельствуют равенства ТГ и ЦА, АГ и ЦТ, ТЦ и ГА, АЦ и ГТ, но только если мы принимаем принцип антипараллельности. Во всех указанных парах напротив Т оказывается А, а напротив Г оказывается Ц. Заметьте, что обнаруживаемая закономерность носит статистический характер – у нас нет никакой уверенности в том, что в каждом участке молекулы ДНК напротив Т стоит А, а напротив Г – Ц.

Принцип антипараллельности подтверждается равенствами: ТГ и ЦА, АГ и ЦТ, ТЦ и ГА, АЦ и ГТ. Согласно принципу комплементарности напротив Т должен стоять А, а на против Г – Ц. Для указанных пар это выполняется, только если цепи антипараллельны и напротив 3`-конца одной цепи стоит 5`-конец другой цепи.

Какие частоты пар должны были бы совпадать, если бы цепи ДНК были параллельны?

Всего 3 балла за все равенства.

ТА=АТ, ТТ=АА, ЦА=ГТ, ЦТ=ГА, ТГ=АЦ, ТЦ=АГ, ЦГ=ГЦ, ЦЦ=ГГ

Рассчитайте частоту встречаемости нуклеотидов А, Т, Г и Ц в геноме *H. Influenzae*.

Всего 3 балла за все частоты.

Для примера: как рассчитать частоту аденина (А). Для расчёта частоты А достаточно просуммировать частоты пар, в которых А стоит на первом месте (или на втором, разницы никакой). Либо можно просуммировать частоты всех пар, в которых есть А, но потом полученную сумму нужно будет поделить на 2, так как нам не важно, в какой позиции встречается А в паре – нас интересует с какой частотой он встречается сам по себе.

Аналогично рассчитываются частоты остальных пар:

A – 0,31

T – 0,308

Г – 0,191

Ц – 0,191

В сумме получается 1.

15. (9-10) «Двойная цена самцов» В 1970-х годах Джон Мейнард Смит показал, что при прочих равных условиях бесполое размножение должно быть в два раза выгоднее полового (при бесполом размножении самцы оказываются не нужны).

A. Приведите как можно больше причин, объясняющие поддержание полового размножения у животных.

B. Выберите из этих причин три наиболее вероятные, свой выбор поясните.

C. Многие специалисты считают, что объяснение загадки полового размножения требует сочетания нескольких факторов. Рассмотрите три возможных попарных сочетания выбранных вами причин и для каждого сочетания приведите пример (реальный или гипотетический), для которого эти причины хорошо сочетаются и вместе объясняют выгодность полового размножения для какого-либо животного. Если сочетание каких-либо двух причин (факторов) невозможно или бессмысленно, то поясните, почему это так. Приведите список литературы, использованной при ответе на вопросы данной задачи.

Критерии оценки: Всего за задачу можно было получить 10 баллов. Максимальный набранный участниками балл – 10 баллов.

Школьники, внимательно прочитавшие условие задачи или ознакомившиеся с идеями Мейнарда Смита, смогли осознать, что партеногенез в рамках условия задачи рассматривается как бесполое размножение, как это принято в современной эволюционной биологии (иначе условие становится бессмысленным, так как нельзя сказать, что размножение частями организма ровно в два раза выгоднее полового размножения). Таким образом, задача сводится к поиску преимуществ полового размножения по сравнению с партеногенезом. К сожалению, не всем удалось правильно понять условие. Адекватной литературой для решения задачи были книги Александра Маркова, «Секс и эволюция человеческой природы» Мэтта Ридли, «Энергия, секс, самоубийство» Ника Лэйна, «Эволюция. Триумф идеи» Карла Циммера и им подобные научно-популярные книги, а также статьи из научных журналов.

Приведите как можно больше причин, объясняющие поддержание полового размножения у животных.

Максимальный балл за часть A – 4 (по 0.5 балла за каждую возможную причину).

Эта часть задачи весит больше всего, потому что существует много интересных гипотез, объясняющих поддержание полового размножения, и продолжают появляться новые. Эти гипотезы можно подразделить на генетические и экологические. Генетические гипотезы основаны на рекомбинации. Рекомбинация может объединить в одном геноме либо две полезные мутации, полученные от разных родителей (гипотеза Вейсмана), либо две вредные (храповик Мёллера и топор Кондрашова). Экологические гипотезы основаны на комбинативной изменчивости, обусловленной случайным расхождением хромосом при мейозе и случайным объединением хроматид при оплодотворении. Другими словами, экологические гипотезы основаны на том, что при половом размножении потомки всегда будут отличаться от родителей, представляя собой мозаику родительских признаков.

Примеры экологических гипотез: гипотеза Красной королевы (половое размножение позволяет защищаться от паразитов, которые вынуждены каждый раз заново приспосабливаться в ходе эволюции к потомкам хозяина) и гипотеза уменьшения конкуренции за ресурсы между родителями и потомками. Также возможны гипотезы о пользе полового диморфизма, о пользе полового отбора, о приспособлении к непредсказуемо изменяющимся абиотическим условиям, о влиянии полового размножения на межвидовой отбор и т.п.

Выберите из этих причин три наиболее вероятные, свой выбор поясните.

Максимальный балл за часть В – 3 (по 1 баллу за обоснование каждой гипотезы, принимались различные обоснованные ответы).

Наиболее вероятными можно считать гипотезу Вейсмана и гипотезу Красной королевы (они подтверждаются экспериментально), в качестве третьей гипотезы могут быть выбраны разные. Недостатком храповика Мёллера является низкая скорость работы этого механизма, из-за чего выгоду от полового размножения получают не индивиды и их потомки, а популяция в целом. Таким образом, храповик Мёллера может объяснять поддержание полового размножения только в тех условиях, когда групповой отбор преобладает над индивидуальным. Недостатком топора Кондрашова является высокая частота вредных мутаций (не менее одной на геном на поколение). Недостатком гипотезы уменьшения конкуренции между родителями и потомками является недостаточная универсальность.

Многие специалисты считают, что объяснение загадки полового размножения требует сочетания нескольких факторов. Рассмотрите три возможных попарных сочетания выбранных вами причин и для каждого сочетания приведите пример (реальный или гипотетический), для которого эти причины хорошо сочетаются и вместе объясняют выгодность полового размножения для какого-либо животного. Если сочетание каких-либо двух причин (факторов) невозможно или бессмысленно, то поясните, почему это так. Приведите список литературы, использованной при ответе на вопросы данной задачи.

Максимальный балл за часть С – 3 (по 1 баллу за пример сочетания причин, принимались различные обоснованные варианты).

Логично сочетать какую-либо экологическую и какую-либо генетическую гипотезу, так как эти два класса причин действуют на разных масштабах времени (эффект от случайного расхождения и объединения хромосом сразу же проявляется у потомков, а эффект от соединения двух мутаций в результате рекомбинации статистически проявляется лишь через несколько поколений). Кроме того, гипотеза Вейсмана плохо сочетается с храповиком Мёллера или топором Кондрашова, так как первый механизм соответствует ситуации положительного (движущего) отбора, а два других механизма – ситуации отрицательного (стабилизирующего) отбора.