

**ПРИМЕРНЫЕ РЕШЕНИЯ
ЗАДАНИЙ ВСТУПИТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО БИОЛОГИИ**

1. (6) В повседневной жизни мы часто используем продукты, не задумываясь о том, что в их «создании» принимают участие различные биологические объекты. Проанализируйте предложенные на фотографии продукты и заполните приведенную ниже таблицу.



Примерный ответ:

№ рис.	Организмы, при участии которых произведен продукт, изображенный на рисунке		
	Наименование	Систематическое положение	Значение в природе и хозяйственной деятельности человека
1.	Пшеница	Отдел Цветковые, Класс Однодольные, сем. Злаки	1. Входит в состав биоценоза 2. Начало пищевых цепей (продуценты) 3. Круговорот в природе
	Дрожжи	Надцарство Эукариоты, Царство Грибы, Отдел Аскомицеты	1. В хлебопечении 2. В виноделии 3. В медицине
2.	Пеницилл	Надцарство Эукариоты, Царство Грибы, Отдел Аскомицеты	1. В пищевой промышленности (сыры с плесенью) 2. В медицине (изготовление антибиотика пенициллина)
	Корова	Надцарство Эукариоты, Царство Животные, Тип Хордовые	1. Консумент первого порядка 2. Поставщик продуктов питания (молоко)
3.	Молочно-кислые бактерии	Надцарство Прокариоты	1. Редуценты в пищевой цепи 2. В пищевой промышленности для изготовления кисло-молочных продуктов
	Корова	Надцарство Эукариоты, Царство Животные, Тип Хордовые	1. Консумент первого порядка 2. Поставщик продуктов питания (молоко)
4.	Рожь	Отдел Цветковые, Класс Однодольные, сем. Злаки	1. Входит в состав биоценоза 2. Начало пищевых цепей (продуценты) 3. Круговорот в природе
	Дрожжи	Надцарство Эукариоты, Царство Грибы, Отдел Аскомицеты	1. В хлебопечении 2. В виноделии
5.	Уксусно-кислые бактерии	Надцарство Прокариоты	1. Редуценты в пищевой цепи 2. В пищевой промышленности для изготовления яблочного уксуса

	Яблоня	Отдел Цветковые, Класс Двудольные, сем. Розовые	1. Входит в состав биоценоза 2. Начало пищевых цепей (продуценты) 3. Круговорот в природе
--	--------	---	---

Критерии оценки: по 0,5 балла за название каждого объекта и его значение; по 1 баллу за систематическое положение. Максимальное количество – 20 баллов.

Комментарии: некоторые участники невнимательно прочитали информацию в шапке таблицы и вместо организмов перечислили продукты, изображенные на рисунках.

2. (6) Листья, по мнению большинства ученых, появились у растений для выполнения функции фотосинтеза. Приведите примеры нетипичного использования листьев растениями.

Примерный ответ:

Главные функции листьев растений – фотосинтез, транспирация и газообмен. Помимо основных функций, листья некоторых растений могут выполнять нетипичные. Например,

1. Колючки барбариса – защита от испарения и поедания фитофагами.
2. Усики гороха, чины – прикрепление к опоре, вынос цветков.
3. Ловушки у насекомоядных растений (непентес, росянка, венерина мухоловка).
4. Запас воды – листовые суккуленты (алоэ, хавортия, агава).
5. Синтез листьями эфирных масел (мята, герань), смол (многие хвойные, подсолнечник), препятствующих их поеданию фитофагами.
6. Некоторые верхние листья побега выполняют функцию привлечения насекомых опылителей (пуансеттия).
7. Вегетативное размножение. Листочками размножаются многие комнатные растения: сансевиера, сенполия, стрептокарпус.

Критерии оценки: по 2 балла за каждый обоснованный пример. Максимальное количество – 14 баллов.

Комментарии: участники конкурса хорошо справились с задачей.

3. (6) В настоящее время синоптики достаточно часто ошибаются с прогнозом погоды. Составьте рейтинговый список из 5 биообъектов, которые бы позволили давать более точный прогноз погоды (список должен быть обоснованный, т.е. указаны климатический фактор, пример животного или растения и каким образом предсказывает).

Примерный ответ:

1. Ласточки, стрижи низко летают (насекомые – основная пища этих птиц, перед дождем прячутся в траве) к дождю.
2. Кошки прячут нос в своих лапах – к морозу (реакция животного на повышение атмосферного давления).
3. Наблюдается гуттация (появление капелек воды на кончиках листьев) у некоторых комнатных растений (монстера, сциндапус, кала). Это явление возникает часто перед дождем, т.к. увеличивается атмосферная влажность.
4. Цветки многих растений закрываются перед дождем. Защита нектара и пыльцы от влаги. Примеры: вьюнок, одуванчик.
5. Беспокойное поведение животных часто предвещает ухудшение климатической обстановки (ураган, пурга, землетрясение).

Критерии оценки: по 2 балла за каждый обоснованный пример барометра. Максимальное количество – 10 баллов.

Комментарии: варианты, не указанные в ответах, но верные и обоснованные оценивались согласно критериям оценки. Не оценивались примеры не биообъектов (противоречат условию задачи), например, звезд мало на небе – к выюге.

4. (6) Кажется, что зимой растения «замирают», скованные холодом. Однако на самом деле в них могут протекать важные процессы. Предположите какие. Приведите примеры.

Примерный ответ:

В зимний период действительно кажется, что многие многолетние растения (древесные, корневищные и луковичные) «замирают». Оказывается, несмотря на климатические условия в них идут, пусть и медленно следующие процессы.

1. Дыхание – газообмен идет через чечевички, расположенные на перидерме многих древесных растений.

2. Транспирация – у хвойных осуществляется через погруженные устьица.

3. Обмен веществ – на клеточном и тканевом уровне или могут происходить изменения химического состава клеточного сока в вакуолях, например, идет синтез веществ-антифризов, препятствующих замерзанию.

4. Рост и развитие в почках (особенно у многолетних растений этот процесс активно идет в генеративных почках луковиц).

5. Накопленные за лето питательные вещества расходуются на процессы жизнедеятельности.

Критерии оценки: по 2 балла за каждый обоснованный процесс жизнедеятельности. Максимальное количество – 10 баллов.

Комментарии: некоторые участники конкурса неверно поняли задачу, т.к. в ответе писали о способах перенесения растениями неблагоприятных условий.

5. (6-7) Представьте, что после очень морозной зимы почки на надземных побегах древесных растений погибли. Предположите развитие растений при наступлении благоприятных условий.

Примерный ответ:

Древесные растения могут быть представлены деревьями, кустарниками и кустарничками (1 балл). Независимо от этого у древесных растений могут развиваться почки ежегодного возобновления (каждый год к осени образуются в пазухах листьев) и спящие почки (развиваются только в экстремальных стрессовых условиях (2 балла).

Развитие событий может быть следующим.

1. Если зима была бесснежная с очень низкими температурами – возможно растения полностью погибнут (3 балла).

2. Если зима была снежная, но с низкими температурами, снежный покров мог защитить спящие почки, которые могли находиться под снегом на надземных побегах и подземных структурах. Поэтому часть побегов, оказавшаяся выше снега, может вымерзнуть полностью, а та часть, которая была защищена снегом останется живой (2 балла).

Даже если почки возобновления погибнут, спящие почки спасут растение от полного вымирания (2 балла).

У некоторых видов, например, у осины, акации белой, ольхи есть корни для вегетативного размножения. На них образуются адвентивные (придаточные почки), из которых развиваются надземные побеги (2 балла).

Критерии оценки: разбалловка указана в тексте ответа. Максимальное количество – 12 баллов.

Комментарии: было неожиданным узнать, что из почек развиваются листья, а не побеги. А некоторые участники конкурса считают, что укороченные побеги это мутовки листьев.

6. (7) Ученые отмечают следующую закономерность: многие пернатые часто строят гнезда вблизи своих явных врагов. Приведите примеры таких «пар». Каков биологический смысл этого явления?

Примерный ответ:

Действительно в природе можно пронаблюдать такие очень необычные отношения, которые развиваются в паре «хищник-жертва», причем в роли жертвы выступает пернатое, а в роли хищника какое-либо животное.

Между птицами жертвами и хищниками существует прямая трофическая связь; отношения «хищник-жертва» широко распространены в природе и определяются как полезно-вредные. Но это может быть верным только в отношении отдельных особей.

Такие отношения являются одним из *механизмов саморегуляции в экосистемах (2 балла)*. Ведь хищники по существу осуществляют санитарный надзор, уничтожая в основном больных и более слабых птиц, что предотвращает развитие эпидемий в популяции птиц, предотвращает их массовую гибель.

Так же поддержание популяции жертвы на определенном количественном уровне *снижает конкуренцию внутри вида (2 балла)*.

Кроме того, деятельность хищников можно характеризовать как *фактор естественного отбора*: убивая более слабых, менее приспособленных особей, в том числе несущих вредные мутации в популяции жертв, они *способствуют морфофизиологическому прогрессу (2 балла)*.

Обновление в популяции жертв идет быстрее, так как быстрый рост и развитие более приспособленных особей ведет к более раннему их участию в размножении. Таким образом, *происходит улучшение генофонда популяции жертв (2 балла)*.

Кроме того, *биологический смысл* будет еще заключаться и в том: несмотря на то, что приходится жертвовать некоторыми особями популяциями, в целом для популяции это будет полезнее, т.к. присутствие хищника отпугивает более серьезных врагов. Также учеными замечено, что *хищники не охотятся вблизи своих гнезд (4 балла)*.

Примеры:

пингвины – поморники, краснозобые казарки – соколы, гуси – песцы и др.

Критерии оценки: за каждый пример по 1 баллу, за биологический смысл – по 2 балла. Максимальное количество – 15 баллов.

Комментарии: не оценивалась пара «воробьи-орлы», т.к. она не является примером хищник-жертва. Орлы не охотятся на такую мелкую добычу.

7. (7) Встречаются ли в мире животных профессии аналогичные человеческим? Приведите примеры таких профессий. Обоснуйте их целесообразность.

Примерный ответ:

В мире животных встречаются профессии аналогичные человеческим. У животных профессии можно разделить на два типа.

Первый тип – это *профессии какого-либо вида* в мире животных. Например, волки – санитары леса.

Второй – это *профессии внутри популяции*, то есть у каждого члена популяции есть своя «должность» (охранники, солдаты, кормильцы и др.). Такой тип профессий наиболее ярко выражен у общественных животных, например, пчелы, осы, муравьи. За счет этого возникают важные преимущества в выживании данного вида. Целесообразность разделения труда у таких животных заключается в возможности построения крупных и сложных жилищ, создание которых не под силу одиночным видам, большей защищенности от врагов и более эффективной добыче пищи.

Солдаты/охранники, сторожа:

Муравьи – охраняют свой муравейник от нежелательных гостей.

Пчелы – охраняют улей; при нападении, они вонзают свое жало в противника, после чего умирают.

Термиты – охранники имеют челюсти настолько увеличенные, что неспособны самостоятельно питаться. Поэтому их кормят рабочие особи.

Собаки – очень надежные охранники жилищ своих хозяев.

Декораторы, дизайнеры:

В брачный период самцы шалашников строят шалаш, который самец сооружает из веточек растений и украшает цветами, разнообразными цветными или блестящими предметами.

Фермеры.

Самцы тех же шалашников «выращивают» картофель. Сначала птица находит несколько зрелых плодов картофеля и украшает ими свое жилище. Когда ягоды портятся и начинают гнить, шалашник выбрасывает их на свободное место вблизи "дворца" и очищает окружающее пространство от других растений.

Муравьи-листорезы выращивают у себя в гнездах грибницу, которую затем употребляют в пищу. Кусочками листьев они удобряют грибницу, предварительно пережевав их.

Муравьи-дояры. Они доят тлей, чтобы их молоко применять в пищу.

Ткачи/портные.

Есть муравьи-ткачи/портные. Для устройства гнезда из листьев, они затаскивают в крону дерева своих личинок, которые вырабатывают липкую, шелковистую паутину, склеивающую листья друг с другом, таким образом, формируя гнезда.

Пауки плетут паутину для добычи пищи.

Шелкопряд. Окукливаясь, гусеница тутового шелкопряда плетёт кокон, оболочка которого состоит из непрерывной шёлковой нити длиной от 300—900 метров до 1500 м в самых крупных коконах. В коконе гусеница превращается в куколку.

Птица-портниха. Когда приходит пора размножения, птица, как настоящая портной, иглой и нитками сшивает края двух листьев. Игла – ее тонкий клюв, а нитки она прядет из растительного пуха. Сделав клювом дырочку в листе, маленькая портниха продевает в нее заранее скрученную из хлопка нитку, затем прокалывает второй лист и сквозь него тоже пропускает нитку. Таких стежков она иной раз делает около десяти, прочно сшивая два листочка наподобие колыбельки. Внутри зеленой колыбельки птичка вьет мягкое гнездышко из хлопка, пуха и шерстинок.

Няньки, сиделки.

Среди пчел и муравьев эта профессия незаменима, т.к. за молодняком нужно постоянно ухаживать.

У пингвинов выращивание птенцов разделяется на две фазы: В первые две-три недели птенцы находятся под постоянным наблюдением одного из родителей, в то время как другой уходит на поиски пищи. Когда птенцы подрастают, их отдают в «детский сад» – группы молодняка, и тогда уже оба родителя добывают корм одновременно. В зависимости от вида такие группы, также называемые яслями, могут состоять из нескольких животных из соседних гнезд.

Спасатели.

Очень часто в роли спасателей выступают дельфины и собаки (сенбернары, лобрадоры и др. породы)

Критерии оценки: за каждый пример профессии и целесообразность по 1 баллу. Максимальное количество – 12 баллов.

Комментарии: некоторые участники конкурса акцентировали внимание на примерах, а не профессиях, поэтому получили невысокий балл за свой ответ.

8. (7) Представьте, что Вы собрались в длительное путешествие по реке. Но для начала Вам нужно построить плот и продумать список самых жизненно необходимых продуктов, которые необходимо взять для путешествия. Перечислите критерии (не более 5 наиболее значимых), которыми Вы будете руководствоваться при выборе материала для плота и продуктов?

Примерный ответ:

Критерии выбора плота (многие участники конкурса предлагали плот из пластиковых бутылок, что вполне обосновано):

1. *Экологичность.* Вторичное использование пластика является серьезной экологической проблемой. Плот из пластиковых бутылок частично решает эту проблему.

2. *Легкость.* Плот из большого количества пластиковых бутылок можно с легкостью перенести через пороги или мели, а так же вынести на берег.

3. *Прочность*. Не смотря на то, что пластиковые бутылки легкие, они прочные, и повредить их сложно.

4. *Доступность*. В случае выхода из строя плота, материал должен быть доступен для его быстрой ликвидации.

5. *Теплоизоляция*. За счет воздушной прослойки, бутылки изолируют от холода, как на воде, так и на суше во время ночевки.

Критерии при выборе продуктов:

1. *Не скоропортящиеся* (например, консервы, сухари).

2. *Концентрированные, калорийные* (например, орешки и др.).

3. *Сбалансированные* по основным необходимым веществам (белкам, жирам, углеводам).

4. *Минимальная термическая обработка или ее отсутствие*.

5. *Качество продуктов* для избежания проблем с пищеварением.

Критерии оценки: за каждый обоснованный критерий при выборе плота и продуктов по 1 баллу. Максимальное количество – 10 баллов.

Комментарии: задача не предполагала описание породы деревьев, из которых будет сделан плот и места произрастания растения, а также не требовала перечислить продукты и их количество. Поэтому такие ответы не оценивались.

9. (7) Одиночество в животном мире встречается редко. Большинство организмов постоянно или временно живет стаями, прайдами и табунами. Приведите по каждой группе по 3 примера. Какой из них, по вашему мнению, будет наиболее выгодным? Почему?

Примерный ответ:

Прайд – это группа организмов, состоящая из вожака (как правило, крупный и молодой самец), самок и детенышей. Если вожак прайда слаб, слишком стар, то на его место приходит новый, при этом старый вожак не обязательно погибает, а изгоняется из прайда. Это очень важно, так как это, в свою очередь, повышает жизнеспособность потомства, так оно появляется от еще более здорового и сильного животного.

- Прайд – не очень крупное образование. Оно состоит примерно из десяти особей, таким образом животным легче прокормиться и защитить детенышей.

- **Плюсами** жизни в прайде являются – защита детенышей (самки защищают и кормят как своих детенышей, так и чужих), общность действия при охоте, что позволяет добыть крупную добычу, вследствие чего все члены прайда не голодают. Причем самки, которые больны или имеют травму, также какое-то время живут в прайде и получают еду наравне со всеми.

- **Минусы** – все детеныши являются потомками доминирующего на данный момент самца, таким образом, снижается разнообразие внутри данной группы. У прайда, как правило, один участок, где происходит охота, это может быть плохо тем, что при наступлении неблагоприятных условий прайд будет голодать.

- **Примеры животных образующих прайд** – львы, бабуины, представители широконосых обезьян (игрунки, капуцины)

Стая – это, как правило, временное объединение животных, например, для охоты. Разберем данное объединение животных на примере волков.

- В состав стаи входят: доминирующая пара, взрослые особи, пришлые волки и молодое потомство.

- Непостоянная структура стаи, за счет пришлых особей может повысить разнообразие признаков в ней, однако пришлые особи могут быть поражены какими-либо инфекциями. Несмотря на то, что такие особи сразу же будут изгнаны, именно среди волков и лисиц бушует такое заболевание как бешенство.

- Плюсы жизни в стае – общность действий при охоте (одни сидят в засаде, другие гонят добычу), стая, как правило, владеет определенной территорией, метит ее и охраняет от чужаков, «пришлые» особо не могут размножаться, но могут ухаживать за малышами.

- Минусы жизни в стае – независимо от пола более старые детеныши покидают стаю, небольшое количество взрослых особей.

- **Примеры животных живущих в стае** – волки, обезьяны, гиеновые собаки

Табун состоит из доминирующего животного и нескольких самок с детёнышами.

- Минусом данного объединения является слабость структуры – если самец погибает, то табун сразу распадается.
- Однако, большое количество животных очень выгодно с точки зрения защиты от хищников: им сложно нацелиться на какую-то определенную жертву.
- **Примеры животных живущих** в табуне – *домашние лошади, цимарроны, мустанги.*

Из перечисленных групп, прайд наиболее выгоден, так как данная структура является более *постоянной, все члены прайда* обеспечиваются пищей, *детеныши хорошо защищены*, а разнообразие признаков обеспечивается за счет прихода нового главы прайда.

Критерии оценки: за пояснение структуры каждой группы **по 1 баллу**; за каждый пример **по 0,5 балла**; обоснование наиболее выгодной группы – **3 балла**. Максимальное количество – **10,5 баллов**.

10. (8) Исторически сложилось, что животные-фитофаги постоянно находятся в поиске новых пищевых объектов, а растения, в свою очередь — новых способов защиты от поедания. Предположите, какие естественные способы защиты в настоящее время наиболее актуальны для растений.

Примерный ответ:

Растения являются единственными производителями органического вещества на планете (продуценты) и они находятся в основании пищевой пирамиды. Растениями питаются животные-фитофаги (консументы первого порядка). Растения вынуждены защищаться от фитофагов различными способами, которые в настоящее время вполне актуальны.

1. Использование различных химических веществ защиты:

- *токсины* (никотин, кокаин, хинин, морфин, кофеин, стрихнин, атропин, эфедрин, соланин и др.) вызывают отравления или гибель некоторых животных (**1 балл**);
- *репелленты*, которые могут отпугивать фитофагов благодаря неприятному запаху, например, эфирные масла герани, мяты и др. (**1 балл**);
- *гормоноподобные вещества*, синтезируемые растениями, нарушают рост, развитие, размножение и поведение животного (**1 балл**);
- *танины* – пищевые ингибиторы (**1 балл**), обладают способностью образовывать прочные связи с белками, полисахаридами и другими биополимерами. Эти соединения пищи становятся труднодоступны для обработки ферментами и плохо усваиваются. Например, у дуба с повышением концентрации танина в листьях рост гусениц зимней пяденицы замедляется, поэтому они объедают в основном молодые части растений.
- *аттрактанты* – вещества, вызывающие у воспринимающих их существ движение к источнику запаха. Благодаря аттрактантам растения могут привлекать к себе «охранников» с которыми вступают в симбиотические отношения (**1 балл**) (например, цекропия железистая привлекает муравьев для защиты от других муравьев листорезов; туя привлекает нематод для защиты от личинок скосарей, имаго которых питаются хвоей) или после повреждения растения выделяются сигнальные вещества, которые привлекают хищников зоофагов (**1 балл**) (например, поврежденные гусеницами совок растения выделяют в среду сигнальные вещества, привлекающие животных, питающихся этими фитофагами; у акации в случае нападения вредителей, рядом с цветками появляются экстрафлоральные нектарники, которые привлекают муравьев).
- *железистые волоски* (**1 балл**) выделяют секреты, содержащие вещества вызывающие зуд, покраснение, ожоги и др. (например, крапива, борщевик Сосновского и т.д.)

2. Использование механических средств защиты

- *колючки* (видоизмененные побеги или листья), а также *трихомы* (выросты на поверхности эпидермиса – *волоски*) и *эмергенцы*, которые спасают от фитофагов (**1 балл**).
- *плотные покровы* (кора, восковой налет) (**1 балл**)
- *кремнезем*, который некоторые травянистые растения, впитывают из почвы и накапливают в стеблях и листьях (например, хвощи) (**1 балла**).

Таким образом, в процессе эволюции у растений сформировались различные способы защиты от фитофагов, которые, как правило, редко используются по отдельности.

Критерии оценки: разбалловка указана в тексте ответа. **Максимальное количество** – 10 баллов.

Комментарии: *некоторые участники конкурса указывали в ответах мимозу стыдливую, которая способна складывать листья от прикосновения, этот ответ также оценивался в 1 балл. Ответы, такие как, интенсивный рост и ветвление побега, маскировка неядовитых растений под ядовитые, несовпадение сроков массового вылета насекомых и определенной стадии развития растения, низкая питательная ценность и содержание в клеточной стенке трудно-перевариваемой целлюлозы, не оценивались, потому что не являются способами защиты.*

11. (8) Объясните, что может дать ботаникам, экологам и зоологам изучение ископаемых растений. Приведите по 4 примера для каждого перечисленного раздела биологии.

Примерный ответ:

Палеоботаника – наука об ископаемых растительных остатках, является разделом палеонтологии.

- Значение изучения ископаемых растений для **ботаники**:
 - 1) направления и пути эволюции растительного мира;
 - 2) изменение анатомического и морфологического строения растений в процессе эволюции;
 - 3) реконструкция внешнего вида вымерших растений по ископаемым остаткам;
 - 4) выявление предковых и переходных форм современных растений.
- Значение изучения ископаемых растений для **экологии**:
 - 1) изменение растительности в связи с глобальными изменениями климата;
 - 2) приспособление вымерших растений к среде обитания;
 - 3) экологические группы растений;
 - 4) формирование залежей полезных ископаемых (бурых и каменных углей, горючих сланцев)
- Значение изучения ископаемых растений для **зоологии**:
 - 1) определение особенностей строения зубного аппарата и органов пищеварения и особенностей пищеварительных процессов фитофагов по преобладающей растительности;
 - 2) совместная эволюция древней флоры и фауны;
 - 3) определение климатических условий жизни вымерших животных и приспособлений к этим условиям среды;
 - 4) в ископаемой смоле, выделяемой вымершими растениями, полностью сохранились некрупные животные, что позволило изучить их морфологию.

Критерии оценки: по 1 баллу за каждый обоснованный пример и определение палеоботаники. **Максимальное количество** – 13 баллов.

Комментарии: *примеры верные и обоснованные, но не указанные выше оценивались согласно критериям. Например,*

- *значение ископаемых растений для ботаников: механические способы защиты растений от фитофагов; построение естественной системы растительного мира.*
- *значение ископаемых растений для экологов: определение взаимосвязей (в том числе трофических) между растениями и другими организмами; ареалы растений; предположение причин снижения численности или гибели отдельных таксономических групп организмов.*
- *значение ископаемых растений для зоологов: определение видового состава фауны определенного исторического периода по ископаемым остаткам растений, которые найдены в одном палеонтологическом слое; предположение внешнего строения фитофагов, по преобладающей растительности.*

12. (8) В 2050 году посредством генной инженерии в научной лаборатории было получено многоклеточное растение (см. рис), способное к активному передвижению в наземно-воздушной среде. Какие преимущества и недостатки будет иметь такой организм?



Примерный ответ:

По условию задачи многоклеточное растение может активно передвигаться (как многие животные) в наземно-воздушной среде, поэтому, скорее всего, оно может обладать некоторыми признаками животных. Если рассматривать примеры растений, способных к движению (например, мимоза стыдливая, венерина мухоловка и др.), то механизм их сокращения другой: механический удар (встряхивание) или прикосновение вызывает в листе возникновение потенциала действия, который распространяется со скоростью 0,5-4 см/с, после возникновения ПД в клетках начинается выход K^+ и Cl^- и вслед за ними воды из клеток, что приводит к снижению тургора в них (**1 балл**), а вслед за этим закрытие или опускание листа. Такие двигательные реакции способствуют предотвращению повреждений от сильных ветров, ливней или поимке добычи, но эти движения осуществляются очень медленно, а наше растение ведет активный образ жизни, поэтому ему необходимы ткани, способные обеспечить быстрые движения. Также активно передвигаться растения могут благодаря жгутикам в водной среде (**1 балл**), но наше растение обитает в наземно-воздушной среде. Следовательно, кроме основных растительных тканей (проводящей, механической, покровной и основной) (**1 балл**) для перемещения в пространстве должна появиться дополнительная ткань, способная к сокращению (**1 балл**), подобная мышечной ткани животных. Для сокращения мышечных волокон необходимы нервные импульсы, которые в организме животных проводятся по нервным клеткам, следовательно, для приведения в действие «мышечной ткани» растений – необходимы такие же структуры, которые способны воспринимать и передавать возбуждение (**1 балл**). Для активного передвижения в пространстве должны сформироваться системы рычагов, которыми будет управлять мышечная ткань. Мышцы могут крепиться к «внутреннему скелету», образованному прочными механическими волокнами (**1 балл**). Питание растения должно быть автотрофным или миксотрофным (**1 балл**), чтобы новый организм оставался растением, а не животным.

Преимущества:

- возможность самостоятельного распространения диаспор (**1 балл**);
- практически полная независимость от места произрастания (**1 балл**), оно также может спрятаться в тени, под пологом леса или в норе животного для снижения транспирации (**1 балл**)
- возможность скрыться от фитофагов (**1 балл**)
- быстрое распространение по планете (**1 балл**)
- возможность регуляции процесса фотосинтеза (**1 балл**)
- решение проблем с опылением (**1 балл**), растение не будет зависеть от посредника, так как самостоятельно сможет переносить пыльцу с цветка на цветок.

Недостатки:

- конкуренция за расселение в более благоприятные условия (**1 балл**);
- активное передвижение подразумевает отсутствие корней как органа прикрепления, чтобы они не мешали перемещению в пространстве, тогда будет нарушено всасывание воды и минеральных веществ из почвы (**1 балл**). В связи с отсутствием функций корня, как главного органа добычи воды и минеральных солей, этому растению просто необходимы особые приспособления для всасывания влаги. Такими приспособлениями могут служить какие-либо корнеподобные выросты, подобные воздушным корням у эпифитных растений (**1 балл**). Они будут снабжены особой всасывающей тканью – веламеном (**1 балл**) и будут способны улавливать пары воды из воздуха.
- трудности в создании нервной и мышечной тканей в растительном организме и в особенностях их снабжения глюкозой и кислородом для лучшего обеспечения энергетического обмена (так как отсутствуют клетки для переноса кислорода – эритроциты) (**1 балл**).
- очевидно, что данный организм, не сможет обитать в пустыне или других засушливых местах обитания (**1 балл**). Делать запасы воды, у него нет возможности, так как на картинке отсутствуют

водозапасающие органы, а из этого следует то, что, длительное время без воды он существовать не сможет.

Примечание: при определении способа питания мы не берем в расчет растений паразитов, которые питаются гетеротрофно, так как паразитизм подразумевает неподвижность, а наше растение должно быть активным.

Критерии оценки: разбалловка указана в тексте ответа. Максимальное количество – **20 баллов**.

13. (8) В романе Э. Р. Берроуза Тарзан, выросший среди обезьян и впервые повстречавший человека в возрасте около 20 лет не только овладел речью, но и выучил несколько языков, получил высшее образование. Объясните с точки зрения физиологии человека и учения о ВНД насколько это возможно в реальной жизни.

Примерный ответ:

Один из главных критериев отличия человека от животного – наличие речи. Животное воспринимает окружающий мир в результате воздействия на него различных раздражителей. Совокупность этих сигналов внешнего мира, на базе которых формируются рефлексы, называют *первой сигнальной системой (1 балл)*. Этой системой обладают все животные и в том числе человек.

Человек воспринимает внешний мир так же, как и животные, но помимо этого, человек обладает *второй сигнальной системой*, специфическим раздражителем которой является слово с заложенным в него **смыслом (1 балл)**.

За понимание и произношение речи отвечают специализированные центры, расположенные в коре больших полушарий; они получили название *центров речи*: моторный центр речи Брока, сенсорный центр речи Вернике (**2 балла**). Эти центры локализованы преимущественно в левом полушарии у правой в 95 %, у левой в 70 % случаев.

Способность воспринимать и произносить слова *формируется на ранних этапах онтогенеза*, в периоде первого детства (до 3 лет) и совершенствуется на протяжении всей жизни человека (**1 балл**). В возрасте более 6 месяцев вырабатываются условные рефлексы на словесные раздражители. Становление второй сигнальной системы и формирование доминантности по речи левого полушария протекает *при условии нахождения ребенка в человеческой социальной среде (1 балл)* в периоды раннего или первого детства – без этого человеческая речь не формируется. Науке известно

около 30 случаев воспитания детей в период раннего детства вне человеческого общества (среди волков или леопардов) (**в 1 балл оценивается наличие примеров**), но ни в одном из случаев при возвращении ребенка в человеческое общество формирование членораздельной речи и на ее основе сознания не происходило. Таких человеческих детей, называют одичавшими детьми («*детти-маугли*») (**1 балл**). Так как главное освоение второй сигнальной системы происходит именно в первые годы жизни, то впоследствии овладеть речью человек уже не в состоянии, как должно было произойти в случае с Тарзаном. Он с самого рождения воспитывался гориллами, период активного формирования речевых центров пришелся на период жизни в лесу, поэтому в дальнейшем овладение речью становится невозможным, а тем более изучение нескольких иностранных языков (*для восприятия иностранных языков наиболее чувствительный период от 3 до 6 лет*) (**1 балл**). А раз Тарзан не должен был научиться произношению осмысленных слов, то ему просто невозможно обучаться (так как обучение проводится с помощью слова), и тем более становится невозможным получить высшее образование, не преодолев предыдущих ступеней обучения (**1 балл**). Таким образом, книга про Тарзана это красивая сказка со счастливым концом, которой никогда не воплотиться в явь.

Критерии оценки: разбалловка указана в тексте ответа. Максимальное количество – 10 баллов.

14. (8) Каким образом в настоящее время могут возникнуть новые инфекционные заболевания человека? Приведите несколько возможных вариантов.

Примерный ответ:

Инфекционные заболевания – это группа заболеваний, вызываемых проникновением в организм патогенных микроорганизмов (**1 балл**). Для того, чтобы патогенный микроб вызвал инфекционное заболевание, он должен обладать вирулентностью (**1 балл**). Большинство вспышек инфекционных

заболеваний, появившихся за последние годы в человеческом обществе, вызваны патогенами, уже существовавшими в окружающей среде и лишь часть болезней появляется за счет возникновения новых эпидемических вариантов возбудителей (**1 балл**).

Факторы, стимулирующие возникновение новой инфекции:

1. *Экологические изменения* – обычно ускоряют появление инфекционной болезни путем создания контакта людей с естественным резервуаром или хозяином инфекции. (Например, глобальное потепление приведет к интенсивному размножению, распространению, т.е. изменению ареала возбудителя) (**1 балл**).

2. *Миграции людей* – позволяют инфекции, возникшей в отдаленных и изолированных сельских районах, проникнуть в большие человеческие популяции городов и распространиться по всему миру (**1 балл**). Международный туризм и коммерция также способствуют разносу возбудителей инфекционных болезней по всему миру. Очень большую опасность представляет и обратный процесс – инфицирование от людей диких животных, особенно приматов. Тем самым среди близкородственных видов формируются вторичные природные очаги инфекций, которые среди людей считаются уничтоженными или контролируруемыми (**1 балл**).

3. У людей появилась возможность использовать *современные технологии молекулярной биологии и трансгенной инженерии*. Опасность таких экспериментов заключается в непредсказуемости их отдаленных результатов. (Например, в экспериментах, проводившихся на кроликах и мышах, изучалась возможность взаимодействия ВИЧ с вирусом лейкемии мышей Ми LV, который обладает тропизмом ко многим тканям. При совместном инфицировании животных обоими вирусами возросло цитопатогенное действие ВИЧ.) Кроме усугубления тяжести инфекционного процесса (**1 балла**), наиболее опасным следствием таких экспериментов может стать создание ретровирусов, использующих наследственный механизм передачи (**1 балл**).

4. *Ухудшение здравоохранения и массовый отказ от вакцинации* способствуют проникновению в человеческое общество патогенных микроорганизмов, постоянно сохраняющихся в окружающей среде (**1 балл**).

5. *Патогенные микроорганизмы*, подобно всем другим живым организмам, постоянно эволюционируют, а также в связи с созданием различных лекарственных препаратов, направленных на борьбу с возбудителем, патогены начинают подвергаться мутагенезу и приобретают гены устойчивости к этим средствам. Мутации могут также приводить к изменению генома и формирования новых эпидемических вариантов возбудителей инфекционных болезней, либо изменяют патогенез вызываемой ими инфекционной болезни (**1 балл**).

Критерии оценки: разбалловка указана в тексте ответа. Максимальное количество – **10 баллов**.

15 (9-10) «Игрушки»

Некоторые детеныши животных используют в своей игровой деятельности неодушевленные предметы, напоминающие детские игрушки людей.

1) **С какой целью животные используют такие игрушки? Приведите примеры таких игрушек для каждой из преследуемых целей.**

2) **Укажите причины, по которым взрослые животные, как правило, не используют такие игрушки?**

3) **Почему некоторые животные (например, дельфины) играют с предметами и во взрослом состоянии?**

Критерии оценки (максимум 15 баллов):

1) **С какой целью животные используют такие игрушки? Приведите примеры игрушек для каждой из преследуемых целей.**

В зависимости от сложности высшей нервной деятельности животного, игрушки могут служить для ряда целей, который можно обобщенно разделить на:

1) манипуляционные – игрушка служит для развития базовых двигательных комплексов, таких как хватательные и жевательные навыки, а также координация движения конечностей (**1 балл**), при этом применение игрушек может способствовать более эффективному созреванию опорно-двигательной и других систем органов (**1 балл**).

2) имитационные – игрушка служит для тренировки инстинктов и фиксированных комплексов действий, более сложных, чем простые манипуляционные навыки, например, проявления охотничьего инстинкта (1 балл), гнездового поведения и материнского инстинкта (1 балл).

3) развлекательные – для животного с уже сформированными манипуляционными навыками и фиксированными комплексами действий игрушка может быть использована «по прямому назначению» для того, чтобы обеспечить положительное эмоциональное подкрепление без участия других животных или дать выход наружу компенсаторной деятельности (1 балл).

4) социально-иерархические – игрушка нужна для взаимодействия нескольких детенышей и определения их статуса в иерархии группы (сюда относятся так называемые «трофейные игры»), либо игрушка нужна одинокому детенышу для имитации социально-направленных действий конкурентного характера (и ощущения превосходства над неодушевленной игрушкой) (1 балл).

5) гностические – игрушка нужна для того, чтобы ее исследовать, возможно, даже разломать и изучить ее свойства, например, что у нее внутри (1 балл).

2) Укажите причины, по которым взрослые животные, как правило, не используют такие игрушки?

Манипуляционные и имитационные цели для взрослого животного со сформировавшимися инстинктами и моторными навыками обычно не являются актуальными (1 балл), принцип экономии времени и ресурсов не позволяет животному расходовать их на заведомо непродуктивную активность с игрушками (1 балл), кроме того, для взрослых животных как правило свойственен консерватизм элементов поведения и недоверчивость к новым предметам, таким как потенциальные игрушки (1 балл), а использование игрушек в гностических или развлекательных целях требуют наличия развитой высшей нервной деятельности, что значительно ограничивает круг взрослых животных, для которых таковая возможна (1 балл).

3) Почему некоторые животные (например, дельфины) играют с предметами и во взрослом состоянии?

Из предыдущего вопроса следует, что для животных со сложной высшей нервной деятельностью игрушки могут служить источником положительных эмоций и новой информации в течение всей жизни (1 балл), кроме того, использованию игрушек способствует избыток у взрослого животного времени и ресурсов в отсутствие возможности проявить нормальную видоспецифическую активность (например, домашние животные декоративного назначения, такие как хомячки) (1 балл). Взрослое животное также может играть с игрушками в ходе общения с детенышами (1 балл). Возможно, игры во взрослом состоянии (в том числе с игрушками) указывают на психологическую неотенность данного вида животных, показанную, например, для собак по отношению к волкам, и для одомашненных лисиц по отношению к диким. В этом случае взрослое животное просто сохраняет ряд особенностей поведения, свойственных детенышам, в том числе и способность увлеченно играть с игрушками (1 балл).

Характерные замечания по поводу типичных элементов решения: в значительном числе случаев решения носили избыточно реферативный характер, были неструктурированы и иногда содержали фактически неверные утверждения, например, о том, что использование предметов-«игрушек» взрослыми дельфинами является результатом дрессировки или проявлением условного рефлекса.

16 (9-10) «Прекрасная половина»

Половой диморфизм широко распространен среди животных.

1) Какими причинами будет обосновано наличие у разных животных? Приведите примеры видов животных для каждой из причин.

2) От чего зависит, какой из двух полов будет «прекрасным»?

Критерии оценки (максимум 10,5 баллов):

1. Определение полового диморфизма, используемое для ответа на вопрос:

Не является обязательной частью решения, но автору помогает построить дальнейшее рассуждение, а проверяющему – лучше его понять. Такое введение, в том числе, ограничивает круг возможных решений, например, если Вы используете определение из Википедии, то отсутствие в списке возможных различий строения половых органов будет вполне логично.

Половой диморфизм — анатомические различия между самцами и самками одного и того же биологического вида, исключая различия в строении половых органов.

За отсутствие определения никакого штрафа не подразумевается, но его наличие дает бонусные **0,5 балла**.

2. Причины наличия диморфизма:

- 1) связанные собственно с размножением: строение наружных половых органов (если это включено в решение задачи), удержание самки, и т.д.; **(1 балл)**
- 2) связанные с заботой о потомстве: молочные железы млекопитающих, вдавления на спине для перенесения оплодотворенной икры у пипы, широкое брюшко рака для сохранения икры; **(1 балл)**
- 3) несущие функцию распознавания пола партнера и подтверждения принадлежности к тому же биологическому виду: почти все особенности, включая внешний вид, запах, рельеф хитиновых структур и т.п.; **(1 балл)**
- 4) особенности, связанные с агрессивным поведением, в том числе борьбой за полового партнера, защитой территории, партнера и потомства: клыки моржей, крупный размер; **(1 балл)**
- 5) особенности, связанные с экологией вида и стратегией размножения: удильщики, боннелия; **(1 балл)**
- 6) привлечение партнера (собственно «прекрасные» признаки): оперение павлина и фазана, и т.п. **(1 балл)**

3. Что определяет, какой пол будет «прекрасным»?

1) При полигамии «красив», то есть более «украшен» тот пол, в котором идет более ожесточенная конкуренция за возможность оставить потомство. Полигамия подразумевает, что какие-то особи в сезон размножения или за время половой зрелости могут вообще не поучаствовать в размножении, даже при условии одинакового соотношения особей двух полов в популяции. В поддержании таких признаков особенно значимую роль может играть половой отбор. **(1 балл)**

Конкуренция в условиях полигамии поддерживается за счет того, что наиболее успешные особи могут участвовать в спаривании с несколькими партнерами, что, чаще всего, возможно потому, что вклад в выкармливание и обеспечение выживания потомства у этого пола меньше. При моногамии, подразумевающей соизмеримый вклад обоих родителей в обеспечение и выживание потомства, половой диморфизм выражен слабее. **(1 балл)**

Примеры можно найти в рамках одного класса птиц. У полигамных павлинов самка высиживает яйца и выкармливает потомство, рекламирует себя самец; у страусов эму строит гнездо и высиживает яйцо самец, более украшена самка. У моногамных лебедей и пингвинов демонстративный половой диморфизм не выражен.

2) «Прекрасен», то есть более привлекателен, может быть тот пол, который, наоборот, вносит больший вклад в потомство, это пол, лимитирующий скорость воспроизведения популяции. Так, у человека «прекрасным» считается женский пол. **(1 балл)**

В пределе это может привести к появлению специфической стратегии размножения, связанной с особенностями экологии: у боннелии, трематод и удильщиков самка обеспечивает не только потомство, но и самца. **(1 балл)**

При проверке баллы за отсутствие каких-либо аргументов или «ключевых слов» не снижались, баллы начислялись за все разумные и обоснованные аргументы, в том числе и те, которые не были предусмотрены в приведенном выше решении.

Дополнительные замечания:

Хотелось бы обратить внимание на распространенный в решениях тезис о том, что повышенная смертность ярко окрашенных самцов адаптивна, так как снижает смертность самок и потомства. Однако исходная причина и ценность диморфизма не в том, чтобы повысить смертность самцов, а в том, чтобы повысить их привлекательность для самок. Высокая смертность является расплатой за репродуктивный успех, а не адаптивным признаком. Если бы не привлечение противоположного пола, самцам было бы гораздо выгоднее скрываться от естественных врагов.

Еще один распространенный недостаток работ состоит в малоосмысленном копировании текстов без попыток расположить их в логичном порядке. Гораздо полезнее для самих авторов работы было бы прочесть тексты источников, продумать решение и кратко изложить его, снабдив необходимыми примерами.

17 (9-10) «Не нужно делать из мухи слона»

Во многих современных фильмах в качестве чудовищ выступают различные представители типа Членистоногих, которые увеличены до размеров взрослого позвоночного животного. Причем, как правило, все функциональные возможности (способность к полету, передвижению, питанию, дыханию и т.п.), присущие их меньшим по размеру собратьям, сохранены в неизменном виде.

1) Какие особенности строения и физиологии будут препятствовать существованию подобных увеличенных в размерах «копий» различных Членистоногих? *(приведите в виде списка тезисов с кратким обоснованием, принимая во внимание представителей различных систематических групп).*

2) Какие, из описанных в предыдущем пункте, проблемы можно будет преодолеть и каким образом для этого должно будет измениться строение и функционирование таких организмов?

3) Представители каких систематических групп Членистоногих способны, по-Вашему мнению, «относительно легко» в ходе эволюции претерпеть увеличение размеров тела в десятки-сотни раз? *(приведите примеры до 5 систематических групп, рангом не ниже отряда, и кратко обоснуйте свою позицию).*

Критерии оценки (максимум 15 баллов):

При решении задачи необходимо было рассмотреть каким образом пропорциональное увеличение размеров тела членистоногого может повлиять на его жизнедеятельность. Для этого необходимо было выделить основные особенности анатомии, физиологии и экологии, которые будут лимитировать размеры разных групп членистоногих. Важно отметить, что слишком подробное рассмотрение индивидуальных особенностей отдельных представителей родов и видов (например, водомерка не сможет бегать по воде, а паук-серебрянка задохнется и т.д.) не влияло положительным образом на оценку, т.к. вопрос предполагал наличие у участников умения обобщать материал и выделять главные идеи.

Перечислим особенности строения и физиологии, которые будут препятствовать существованию увеличенных в размерах «копий» различных членистоногих (максимум до 6 баллов):

1) Дыхательная система: трахеи и легочные мешки (1 балл). У насекомых и паукообразных работа органов дыхания и транспорт газов основаны на процессах пассивной диффузии. Более того, кровеносная система у большинства представителей данных групп не задействована в транспорте газов (отсутствуют дыхательные пигменты). Скорость пассивной диффузии кислорода по трахеям и в легочных мешках сильно ниже, по сравнению со скоростью его «активной» доставки по кровеносной системе. Так же важно отметить, что кислород в тканях имеет очень небольшой коэффициент диффузии (около $0,0001 \text{ мл} \cdot \text{см}^{-2} \cdot \text{см}^{-1} \cdot \text{атм}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$), то при потреблении, характерном для большинства тканей (около $0,1 \text{ мл} \cdot \text{г}^{-1} \cdot \text{ч}^{-1}$) их слои на глубине более 0,5 мм уже не могли бы снабжаться кислородом. Поэтому при увеличении размеров тела должно соответственно увеличиться количество и степень разветвления трахей, однако, это не сильно поможет, т.к. необходимо будет создавать систему активной вентиляции такого количества трахей, что неизбежно скажется на их механических характеристиках и необходимости развития специальной дыхательной мускулатуры, либо перейти к использованию органов, аналогичных по строению и характеристикам легким и кровеносной системе позвоночных. У представителей Ракообразных, имеющих жабры и транспортирующих кислород с помощью кровеносной системы, описанные выше проблемы не стоят так остро, что отражается в наличии в данной группе многих относительно крупных видов животных (камчатский краб, омары и др.).

2) Кровеносная система: незамкнутая система, отсутствие мелких сосудов – артериол и капилляров (1 балл). Строение кровеносной системы у всех Членистоногих накладывает сильные ограничения на увеличение размеров тела. Строение сердца, отсутствие крупных сосудов не позволяют создать высокое давление в такой системе, что в свою очередь не позволит активно снабжать ткани и органы по сети мелких разветвленных капилляров (для прокачки крови по ним необходимо создавать высокое давление). А отсутствие капилляров сильно снижает эффективность диффузии питательных веществ из гемолимфы в ткани и выведению продуктов обмена (причины см. выше).

3) Строение наружного скелета. Членистоногие обладают достаточно прочным и легким наружным скелетом к которому изнутри прикрепляются мышцы. Однако с увеличением линейных

размеров тела вес скелета (и животного в целом) возрастает пропорционально кубу линейных размеров, а сила мышц возрастает только пропорционально квадрату линейных размеров (зависит от площади сечения мышц). Поэтому у увеличенных «копий» членистоногих возникнут проблемы со слишком тяжелым наружным скелетом и необходимостью иметь слишком большую мышечную массу, что неизбежно отразится не только на способности к передвижению, но и на необходимости более интенсивно питаться и более эффективно усваивать пищу (**0,5 балла**). Еще одним важным аспектом является то, что для роста наружного скелета членистоногим необходимо линять. Во время линьки молодые покровы такой увеличенной «копии» членистоногого не будут защищать животное и не дадут возможности полноценно передвигаться, что увеличит заметность и уязвимость такого животного для различных хищников (**0,5 балла**).

4) Изменение способов передвижения (**1 балл**). Увеличенные «копии» насекомых будут неспособны к полету, т.к. увеличение массы тела происходит пропорционально кубу линейных размеров, а увеличение подъемной силы крыльев пропорционально их площади (т.е. квадрату линейных размеров). Многие традиционные способы передвижения в водной среде – активное плавание, парение в токе жидкости, бег по поверхности воды (например, водомерки) и др. будут довольно затруднены возросшим весом тела и увеличившимся сопротивлением среды. На передвижении наземных членистоногих увеличение размеров так же скажется за счет снижения относительной скорости передвижения, возможностей к передвижению по вертикальным субстратам, прыжкам и передвижению по паутине и т.д.

5) Экологические аспекты: невозможность существования увеличенных «копий» членистоногих в тех же самых биотопах, что и до увеличения размеров. Это довольно разнородная группа последствий, которая связана с утратой традиционных способов питания, охоты, постройки паутины и гнезд, а так же необходимости большего количества пищи, снижения пищевой специализации, создания дополнительной защиты от хищников и т.д. Паразиты (блохи, вши) станут более заметными для хозяев, что позволит последним более эффективно с ними бороться. За перечисление хотя бы 2-3 последствий увеличения размера для экологии членистоногих участник получал **1 балл**.

6) Нервная система: отсутствие крупных нервных центров, необходимость миелинизации и создания протяженных нервных волокон (**1 балл**). Нервная система увеличенных «копий» членистоногих будет испытывать значительные проблемы из-за довольно примитивного строения, необходимости большей цефализации и усложнения инстинктивного поведения (для защиты от хищников, внешних условий, более эффективного передвижения и поиска пищи).

Кратко перечислим каким образом описанные выше проблемы можно будет преодолеть и как изменится строение и функционирование таких организмов? (максимум до 6 баллов)

1) Дыхательная система: появление органов с активной вентиляцией их воздухом (**0,5 балла**), приобретение кровеносной системой функции переноса кислорода к органам и тканям с помощью дыхательных пигментов (**0,5 балла**).

2) Кровеносная система: создание замкнутой кровеносной системы с развитой системой сосудов и капилляров (**0,5 балла**), изменение строения сердца и способа его функционирования (с откачивающего кровь насоса, на нагнетающий насос), возможно появление двух независимых кругов кровообращения для более эффективного снабжения кислородом внутренних органов (**0,5 балла**).

3) Изменение строения скелета для его облегчения (**0,5 балла**) – трубчатый скелет, изменение строения конечностей, усиление мускулатуры конечностей. В экстремальном случае замена внешнего скелета на внутренний. Линька (**0,5 баллов**): возможность частичной линьки (отдельные сегменты и конечности линяют по очереди), либо возникновение «вставочного роста», когда сегмент увеличивается за счет добавления нового материала без разрушения старого.

4) Изменение способов передвижения: сильное увеличение площади крыльев, изменение материала из которого построены крылья (более легкий и гибкий), развитие дополнительной мускулатуры для полета (**0,5 балла**). Кроме того, изменение числа конечностей и способа передвижения (**0,5 балла**).

5) Экологические аспекты (**1 балл**): снижение пищевой специализации, укрупнение экологических ниш, тренд на переход к хищничеству или всеядности, создание дополнительной защиты от хищников (ядовитость, защитные покровы и т.д.).

б) Нервная система (1 балл): цефализация, полная миелинизация всех волокон, развитие условно-рефлекторного поведения, увеличение аналитических областей «головного мозга».

Представители каких систематических групп Членистоногих способны «относительно легко» в ходе эволюции претерпеть увеличение размеров тела в десятки-сотни раз? (максимум до 3 баллов – по 0,5 баллов за каждую из подходящих групп). Конкретные группы членистоногих мы приводить здесь не будем, ограничимся только общим описанием тех особенностей, которые помогут существованию увеличенных «копий» членистоногих. Итак, в основном преимущества получат:

1) Водные группы членистоногих (за счет выталкивающей силы воды будут облегчаться проблемы с наружным скелетом и передвижением; наличие жабр и кровеносной системы, переносящей кислород, позволит не испытывать проблем, связанных с ограничением по диффузии кислорода).

2) Наземные всеядные или хищные животные, обитатели биотопов с высокой влажностью (высокая влажность и тепло позволит более эффективно функционировать трахейной системе за счет увеличения скорости диффузии кислорода; отсутствие чрезмерной пищевой специализации, всеядность и высокая продукция тропических лесов позволит получить обширную кормовую базу).

18 (9-10) «Новая органелла»

Современные представления о возникновении клетки эукариот включают в себя теорию симбиогенеза, которая объясняет происхождение на ранних этапах эволюции некоторых органоидов – митохондрий, гидрогеносом и пластид. Предполагается, что ранее данные органеллы представляли собой клетки свободноживущих прокариот, которые вступили во внутриклеточный симбиоз с предком эукариотической клетки и были ей «поработаны», потеряв способность к жизни вне клетки-хозяина.

1) Рассмотрите различные известные случаи эндосимбиоза с клетками животных, которые могли бы, по-Вашему мнению, стать основой для дальнейшего появления новых органелл. Приведите список таких случаев с кратким описанием взаимной выгоды для эндосимбионта и хозяина (случаи появления фотосинтезирующих симбионтов не рассматривать).

2) Приведите список новых органелл (на основании их функций), которые могли бы появиться в современной клетке животных (про возникновение пластид в клетках животных просьба не писать). В общих чертах опишите их устройство и основные функции в клетке животного, которые сохраняются или возникнут при переходе от свободноживущего эндосимбионта.

3) Укажите основные причины, препятствующие формированию органелл из эндосимбионтов в общем и в каждом из рассматриваемых случаев.

Критерии оценки (максимум 17 баллов):

В данной задаче необходимо было рассмотреть различные случаи эндосимбиоза клеток животных с одноклеточными и выделить те, которые могли бы привести к формированию новых органелл в клетках.

В 1 балл оценивалось правильное понимание термина эндосимбиоз (ключевой параметр – взаимовыгодное существование одноклеточного внутри клетки хозяина) и наличие определения. Условие именно взаимовыгодности сосуществования одноклеточного и животного является ключевым для ответа на вопрос задачи.

Рассмотрим различные случаи эндосимбиоза с клетками животных, которые могли бы стать основой для дальнейшего появления новых органелл. Поскольку таких примеров довольно много, для оценки работ мы применили функциональную классификацию (по типам выгоды для хозяина) и участники получали за каждый пункт 1 балл, если был упомянут хотя бы один пример эндосимбиоза из данной группы и присутствует описание взаимной выгоды для эндосимбионта и хозяина (если больше одного примера из группы, то так же 1 балл). Такой подход позволил наиболее справедливо оценить работы участников, опираясь не на количество отдельных примеров, а на их принципиальное разнообразие. Итак, известные примеры эндосимбиоза, классифицированные на основе их функциональной значимости для хозяина (**всего 5 баллов**):

1) Приобретение нового источника питания (симбиоз погонофор и хемосинтетических бактерий, окисляющих сероводород; симбиоз погонофор и метанотрофных бактерий,

окисляющих метан до углекислого газа; симбиоз некоторых олигохет и бактерий утилизирующих CO и H₂S для синтеза углеводов).

- 2) Приобретение дополнительного метаболического пути (инфузории и метанообразующие археи, преобразующие водород в метан; синтез витаминов бактериями у некоторых животных, например, муха це-це и *Wigglesworthia glossinida*, тли и *Buchnera*; фиксирующие азот бактерии в кишечнике некоторых животных)
- 3) Регуляция полового поведения, структуры популяции и образования новых видов (наиболее известный пример - *Wolbachia* и различные виды насекомых – более подробно: <http://macroevolution.narod.ru/wolbachia.htm>; так же бактерии *Caedobacter* у инфузории; бактерии рода *Treponema* у дрожофил)
- 4) Замена утраченных ранее митохондрий и других органелл в клетках хозяина (наиболее известный пример - *Mixotricha paradoxa*: у нее аэробные бактерии заменяют митохондрии, а *Treponema Spirochetes* - реснички на поверхности клетки).
- 5) Билюминисценция (нематоды и *Photobacterium luminescens*; рыбы из отр. удильщикообразные и билюминисцентные бактерии)

Еще **1 балл** дополнительно ставился участникам, давшим наиболее полный и иллюстрированный примерами ответ на данный подвопрос.

Некоторые участники приводили в качестве примера в целом кишечную микрофлору человека и других животных, однако, такой ответ мы не оценивали, т.к. микрофлора состоит из сотен и даже тысяч видов различных организмов, что не является хорошим вариантом для образования новых органелл.

Список новых органелл и краткое описание их устройства оценивались по 0,5 балла за каждую из органелл (всего 5 баллов). Приводить здесь их список и описание мы не будем в виду большого разнообразия, однако отметим, что придумать новые органеллы достаточно легко, опираясь на список примеров симбиоза приведенный выше. Для этого многие участники использовали подход, когда у эндосимбионта удаляли почти все функции и структуры, незадействованные в осуществлении главной полезной для хозяина функции.

Список причин, препятствующих формированию органелл из эндосимбионтов, оценивался максимум в 5 баллов, причем за каждую из причин можно было получить по 0,5 баллов.

В общем случае формирование органелл из эндосимбионтов затрудняют следующие причины (данный список включает 4 основных причины – всего 2 балла):

- 1) Наличие систем внутриклеточного иммунитета у хозяина и сложной клеточной стенки у эндосимбионта.
- 2) Трудности с передачей собственного генома эндосимбионта из поколения в поколение (в этом случае, чтобы передаваться потомкам организма-хозяина эндосимбионт должен входить в состав клеток всех тканей организма, а особенно в состав яйцеклеток).
- 3) Сложности тесной интеграции сильно различающихся геномов клеток хозяина и микроорганизма (необходима интеграция регуляции работы генов, согласованность деления эндосимбионта, перенос некоторых генов в ядро и т.д.)
- 4) Сложности сопряжения метаболизма клетки-хозяина и эндосимбионта (необходимо, чтобы все основные мутаболические пути были сопряжены, не образовывались ядовитые или «тупиковые» для клетки метаболиты, скорости реакций подвергались общей регуляции и т.д.)

Мы не будем приводить причины, затрудняющие формирование органелл из эндосимбионтов для каждого конкретного примера – у каждого участника они были свои. Однако за все логически обоснованные причины участники могли получить **по 0,5 балла (максимум 3 балла).**

19 (9-10) «Факторы эволюции»

Эволюционные биологи приводят разные списки факторов эволюции, неизменно включая в их состав лишь мутации и естественный отбор. Одна из причин этих отличий в том, что разные факторы эволюции не в одинаковой мере проявляются в разных группах организмов.

- 1) **Дайте определение фактора эволюции.**
- 2) **Приведите соответствующий этому определению список факторов эволюции, упоминаемых в научной и учебной литературе.**

- 3) Для каждого из факторов эволюции (кроме естественного отбора) приведите пример таксона, в эволюцию которого данный фактор вносит максимально возможный вклад по сравнению с другими факторами эволюции. Ваш выбор обоснуйте.
- 4) Для каждого из факторов эволюции (кроме естественного отбора) приведите пример таксона, в эволюцию которого данный фактор вносит минимально возможный вклад по сравнению с другими факторами эволюции. Ваш выбор обоснуйте.

Критерии оценки (максимум 10 баллов):

1. Факторы эволюции – это процессы и явления, определяющие механизм эволюции. С точки зрения синтетической теории эволюции (СТЭ), эволюция – это изменение частот аллелей в популяции. Если принять это определение, то можно уточнить, что факторы эволюции – это факторы, вызывающие и закрепляющие изменения в популяциях как элементарных единицах эволюции.

Неточным является определение факторов эволюции через адаптацию или видообразование (репродуктивную изоляцию), так как эволюция не всегда связана с адаптацией (например, дрейф генов может приводить к фиксации вредных аллелей в популяции) и не всегда приводит к видообразованию (микроэволюционные процессы).

2. При ответе на второй вопрос хорошо было бы не просто перечислить факторы эволюции списком, а дать какую-либо классификацию. Например, единственным движущим фактором эволюции (по крайней мере, с точки зрения СТЭ) является **естественный отбор**. Предпосылками естественного отбора является **наследственная** случайная (ненаправленная, «слепая») **изменчивость** и **борьба за существование**, которые тоже иногда выделяют в виде отдельных факторов эволюции. Однако наследственная изменчивость характерна для всех организмов при любых условиях, поэтому решающей предпосылкой естественного отбора является борьба за существование, наличие и характер которой, таким образом, сложно отделить от самого естественного отбора. Наследственную изменчивость можно подразделить на **мутационную и комбинативную**. Однако комбинативная изменчивость есть лишь у организмов с половым размножением, а у организмов с бесполом (прокариоты, некоторые эукариоты – например, бделлоидные коловратки) отчасти аналогичную функцию выполняет **горизонтальный перенос генов**, внутривидовой и межвидовой. С точки зрения молекулярной биологии комбинативная изменчивость и, часто, горизонтальный перенос генов связаны с **рекомбинацией**.

Так как популяции организмов имеют конечный размер, то на изменение частот аллелей в этих популяциях влияет статистическая ошибка выборки, что приводит к **дрейфу генов** – случайному изменению частот аллелей в популяции. Чем меньше популяция (точнее, эффективный размер популяции), тем сильнее дрейф генов. Таким образом, дрейф генов может быть усилен за счет **популяционных волн**, **эффекта основателя** или **эффекта «бутылочного горлышка»**, которые иногда выделяют в качестве отдельных факторов эволюции. Дрейф генов усиливается при **географической изоляции** популяции, так как в этом случае уменьшается **поток генов (миграция)** между популяциями и рассматриваемая популяция прекращает быть частью большой «метапопуляции». За счет дрейфа генов или естественного отбора географическая (и, в некоторых случаях, **экологическая**) изоляция может привести к возникновению **репродуктивной изоляции** и появлению нового вида.

3,4. При ответе на третий и четвертый вопросы необходимо было рассматривать примеры конкретных таксонов, а не рангов таксонов. Вопрос о вкладе различных факторов эволюции в эволюцию вида, рода, семейства и т.д. был бы не корректен с точки зрения СТЭ, т.к. рассматриваемые факторы являются факторами микроэволюции, а законы макроэволюции СТЭ сводит к законам микроэволюции.

Борьбу за существование сложно отделить от естественного отбора, так как она – главная его предпосылка. В третьем и четвертом вопросах задания естественный отбор был исключен, так что борьбу за существование можно было не рассматривать. Если все же ее рассматривать, то осмысленно это можно было сделать, лишь рассматривая по отдельности внутривидовую, межвидовую и конституциональную (связанную с абиотическими факторами среды) борьбу за существование.

Мутагенез вносит максимальный вклад в эволюцию организмов с высокой частотой мутаций и небольшими возможностями для компенсации и «забуферивания» этих мутаций (за счет диплоидности, полимерии, дублирования различных процессов, регуляции на уровне фенотипа). Это в первую очередь вирусы (у РНК-вирусов частота мутагенеза настолько велика, что их виды

«размываются» и их поэтому называют «квазивидами») и прокариоты. Соответственно, минимальный вклад мутагенез вносит в эволюцию сложных организмов с помехоустойчивым онтогенезом – например, позвоночных.

Согласно современным представлениям, адаптивное значение комбинативной изменчивости связано либо с защитой от паразитов, либо с избавлением популяции от вредных мутаций. Судя по тому, что эукариотические таксоны, отказавшиеся от полового размножения, не бывают крупными и высокого ранга, то есть «долго не живут» (либо переходят на горизонтальный перенос генов, как бделлоидные коловоротки), то комбинативная изменчивость вносит значительный вклад в эволюцию большинства эукариот.

Горизонтальный перенос генов является важнейшим фактором эволюции вирусов и прокариот, у эукариот же встречается редко (в качестве наиболее значимого исключения можно привести возникновение самих эукариот и различных фотосинтезирующих групп эукариот в результате эндосимбиогенеза, который можно рассматривать как массивный горизонтальный перенос генов).

Дрейф генов наибольшее значение имеет для популяций, размер которых постоянно или иногда оказывается мал. Например, популяционные волны: за счет выработки иммунитета, гибели хозяйского вида или появления лекарственных препаратов может резко падать численность инфекционных агентов (вирусов, некоторых бактерий и простейших). Или размеры популяций крупных хищников (хищных млекопитающих) – они не могут быть велики из-за ограниченности кормовой базы. Наоборот, стабильно высокой является численность популяций многих растений и беспозвоночных.

В качестве иллюстрации максимального вклада географической изоляции можно привести, дрозофил Гавайских островов. Эти острова по цепочке образовывались в результате вулканической деятельности и в таком же порядке заселялись дрозофилами. В результате порядок отделения ветвей на филогенетическом дереве дрозофил Гавайских островов соответствует последовательности образования этих островов. Слабо актуальна географическая изоляция для видов с узким ареалом обитания, например, для эндемиков. Также географическая изоляция может быть затруднена у животных с высокой мобильностью, например, летающих птиц. В качестве примера важного вклада экологической изоляции можно привести 1500 видов цихлид, занявших в Великих Африканских озерах все доступные рыбам экологические ниши. Репродуктивная изоляция важна для эволюции видов-двойников (встречаются во многих животных таксонах).

Примерные решения задач предоставили: 6-7 классы – Лимонова Е.Н., 8 класс – Колупаева Ю.М., 9-10 классы авторы задач: 15 – Шилов Е.С.; 16 – Черных О.Н.; 17, 18 - Пупов Д.В.; 19 - Кузин И.А.