

<i>Заполняется членами жюри. Пометки участников не допускаются!</i>						
ШИФР	Задача 1	Задача 2	Задача 3	Задача 4	Задача 5	Итого баллов
	Max 16	Max 18	Max 22	Max 22	Max 22	Max 100

**ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ВАРИАНТ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ  
ПО НАПРАВЛЕНИЮ «БИОЛОГИЯ»  
для 10-11 классов**

Время выполнения заданий – 180 минут  
Максимальная оценка – 100 баллов

**Внимание!** На олимпиадном состязании участникам будут выданы бланки с условиями пяти заданий. На этих бланках участники будут писать ответы. На первой странице бланка размещается инструкция с информацией, на каких страницах следует писать ответы на каждое из пяти заданий. Необходимо внимательно прочитать эту инструкцию перед выполнением заданий!

**Задание № 1.** (Максимальная оценка - 16 баллов)

*Прочитайте задание и выберите верные ответы, которые следуют из данных, приведенных в задании. Обратите внимание: ТОЛЬКО из этих данных, без привлечения иных известных вам сведений. Выпишите номера верных ответов.*

Вам стало известно, что:

Все королевские мушкетеры ездят только на лошадях.

Некоторые королевские мушкетеры плохо дерутся на шпагах.

Некоторые люди, которые ездят верхом на ослах, плохо стреляют.

Некоторые люди, которые ездят верхом на ослах, ездят также на лошадях.

==== Варианты ответов (*множественный выбор*) ====

(1) Все королевские мушкетеры стреляют хорошо.

(2) Ни один королевский мушкетер не ездит верхом на осле.

(3) Некоторые люди, которые ездят на лошадях, плохо дерутся на шпагах.

(4) Некоторые мушкетеры ездят на ослах.

(5) Некоторые плохо стреляющие люди могут ездить на лошадях.

**Ответ:**

(2), (3)

При подготовке к решению таких задач рекомендуем использовать учебник логики проф. Г. Челпанова (доступен, например, здесь:

[https://stavroskrest.ru/sites/default/files/files/books/chelpanov\\_logika.pdf](https://stavroskrest.ru/sites/default/files/files/books/chelpanov_logika.pdf)), особенно главы 13 и 14 о силлогизмах.

**Критерии оценки:**

		<i>10 класс</i>	<i>11 класс</i>
1		-4 балла	- 5 баллов
2	+8 баллов		
3	+8 баллов		
4		-4 балла	- 5 баллов
5		-4 балла	- 5 баллов

Оценка за задание не может быть ниже 0 баллов.

Баллы за каждый пункт теста зависят от числа вариантов ответа, их сложности и от количества правильных ответов. Т.е. критерий индивидуален для каждого задания такого типа.

**Задание № 2.** (Максимальная оценка - 18 баллов)

**Расчетная задача** (на состязании можно пользоваться простым калькулятором).

*Пишите подробное решение и поясняйте ваши действия.*



**Мечехвосты** – это морские членистоногие животные, обладающие толстым хитиновым панцирем и узким длинным хвостом, из-за которого они получили свое название. Несмотря на пугающий вид, для человека они не опасны: мечехвосты питаются моллюсками и другими морскими беспозвоночными, а также водорослями. Эти животные – живые ископаемые: современные мечехвосты появились в начале мезозойской эры, а значит, этому виду около 250 миллионов лет!

Гемолимфа мечехвостов содержит гемоцианин – дыхательный пигмент многих морских беспозвоночных животных. Молекула этого белка имеет в своем составе два иона меди и окисляется на воздухе, приобретая синий оттенок, поэтому иногда говорят, что обитатели морей имеют «голубую кровь».

В последние десятилетия гемолимфа этих животных нашла применение в иммунологии и медицине и служит предметом активного изучения биохимиков. Объем отбираемых для анализов проб обычно не превышает 30% (50 мл) от общего объема гемолимфы животного. Пользуясь справочной информацией, приведенной в конце задачи, посчитайте, сколько меди (в мг) потеряет мечехвост при отборе пробы объемом 50 мл. Для простоты считайте, что медь в гемолимфе мечехвостов содержится только в гемоцианине. Установите также, какая масса этого металла содержится в теле одного животного, если в гемоцианине аккумулировано 80% всей меди организма.

*Справочная информация:*  $M(\text{Cu})=64$  г/моль;  $M(\text{гемоцианина}) = 65,977$  кг/моль; число Авогадро  $N_A=6,02 \cdot 10^{23}$  частиц/моль вещества; концентрация гемоцианина в гемолимфе составляет 2,24 г/100 мл.

**Решение:**

- 1) Вычислим массу гемоцианина, которую теряет мечехвост при отборе пробы:

$$m=V \cdot C=2.24 \text{ г/100 мл} \cdot 50 \text{ мл}=1.12 \text{ г}$$

Найдем количество данного белка (в моль), исходя из массы и молярной массы, данной в условии:

$$\mu = 1.12 \text{ г} / 65977 \text{ г/моль} = 17 \cdot 10^{-6} \text{ моль}$$

- 2) Так как на одну молекулу гемоцианина приходится 2 атома меди, то количество меди, которое потеряет мечехвост, будет в 2 раза больше, чем количество гемоцианина:

$$\mu = 2 \cdot 17 \cdot 10^{-6} = 34 \cdot 10^{-6} \text{ моль}$$

- 3) Зная атомную массу меди, посчитаем, сколько металла потеряет мечехвост при отборе пробы:

$$m=34 \cdot 10^{-6} \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 0,002176 \text{ г} = 2.176 \text{ мг}$$

- 4) Исходя из информации о том, что на 50 мл пробы приходится 30% крови, посчитаем содержание меди в крови животного:

$$m = 2.176 \text{ мг} / 0.3 \approx 7.25 \text{ мг}$$

Зная, что в гемоцианине аккумулировано 80% всей меди организма, найдем общую массу этого металла во всем теле мечехвоста:

$$m = 7.25 \text{ мг} / 0.8 = 9.0625 \text{ мг} \approx 9.06 \text{ мг}$$

**Ответ:** при отборе пробы объемом 50 мл мечехвост потеряет 2.176 мг меди. Общая масса меди в организме животного составляет 9.06 мг

**Критерии оценки:**

По 4 балла - за массу и количество белка гемоцианина, потерянного при отборе пробы; 4 балла - за количество меди, потерянное при этом; 3 балла - за верно вычисленную массу меди в пробе; 1 балл - за массу меди в крови животного; 2 балла - за массу меди во всем организме.

Также допускалось другое начало решения, при котором участник находил общий объем крови (166.7 мл), а затем вычислял массу гемоцианина во всем организме животного (3.74 г). В случае, если на каком-либо из этапов решения была допущена ошибка и получен неверный числовой ответ на задачу, то за верно вычисленные значения суммарного объема крови и массы гемоцианина во всем организме ставилось по 2 балла.

За незначительную арифметическую ошибку (например, за неверное округление) снимался 1 балл в пункте, за искажающую ход решения и приводящую к получению неверного ответа – 2 балла; но только в случае, если ошибка была допущена на последних этапах решения задачи и не нарушала общую логику решения. Если ошибка была допущена в начале решения или приводила к нарушению биологического смысла ответа, то за ошибочный пункт ставили 1 балл, а последующие не оценивали. Если ответ на первый вопрос задачи был дан не в мг, то оценка снижалась на 1 балл.

Информация о числе Авогадро в условии была избыточной и при решении задания можно было обойтись без его использования. Однако если участник находил верный числовой ответ, при этом выполняя лишние действия и обращаясь к числу Авогадро, то оценку не снижали.

**Особенность заданий №№ 3-5 - наличие большого числа решений. Просьба помнить, что чем больше разумных вариантов ответа вы приведете, тем более высокой будет оценка. ВАЖНО: учитываются только верные ответы; за неверные гипотезы оценка не снижается!**

**Обратите внимание, как много верных ответов на самом деле имеет каждое задание!**

**Задание № 3.** (Максимальная оценка - 22 балла)

Для чего птицы могут использовать собственные перья? Если можете, то для каждого варианта ответа приведите по одному примеру.

**Ответ:**

Чаще всего птичьи перья находятся на своём «законном» месте, то есть прикреплены к коже, снабжены кровеносными сосудами и нервными окончаниями. В таком случае птица может использовать собственные перья многими способами. Разделим их на несколько категорий. Первая из них – защита.

1. Между перьями сохраняется воздух, который защищает тело птицы как от охлаждения, так и от перегрева. Особенное значение для согревания имеют пуховые перья.

2. Помимо согревания собственного тела, птицы согревают яйца при высидывании и птенцов, обеспечивая большую площадь покрытия и увеличивая эффективность обогрева с помощью перьев.

3. Перья экранируют кожу от воздействия ультрафиолетового излучения. Это особенно важно для птиц, живущих на открытых, интенсивно освещаемых пространствах.

4. Слой перьев достаточно прочен и упруг, а потому защищает и от механических повреждений, ударов (в том числе и при турнирных схватках в брачном ритуале у многих птиц).

5. Также перья обеспечивают частичную защиту от хищников, поскольку схвативший птицу за перья хищник остается с вырванными перьями в зубах, а птица успевает улететь.

6. Птицы смазывают перья секретом копчиковой железы, в результате чего перья приобретают водоотталкивающие свойства. Это особенно важно для водоплавающих птиц (уток, гусей, лебедей), но имеет значение и как защита от дождя для прочих птиц.

7. Перья вокруг глаз могут играть роль ресниц, защищая глаза от пыли и песка (например, у птиц-носорогов, страусов). Короткие перья могут защищать восковицу (ноздри) – например, у воронов, сов, ястребов (бородач)).

Вторая категория способов применения перьев – окраска.

1. Окраска тоже может быть защитной, маскирующей. Именно такая окраска у самок многих птиц, гнездящихся на земле (куропатки, перепела, утки). Защитная окраска характерна для птенцов выводкового типа.

2. Окраска может быть яркой – например, для привлечения партнера при размножении. Как правило, такая окраска характерна для самцов (куры, фазаны, павлины), составляя часть полового диморфизма. Во многих случаях приметное оперение (ярко окрашенное, необычной формы, с металлическим блеском и пр.) используется в поведенческом ритуале – например, в брачных танцах райских птиц или демонстрации оперения у павлинов. Также яркое оперение используется и при боевых демонстрациях самцов – например, у турухтанов, глухарей, индюков.

3. Окраска оперения может использоваться как маркер пола и/или возраста. Интересен пример турухтанов, у которых небольшая часть самцов по окраске сходны с самками, смешиваются с ними в стае и спариваются, избегая турнирных боёв.

К третьей категории отнесем прочие варианты использования перьев.

1. Разумеется, перья используются для полёта. Крупные перья крыла создают лёгкую, но в то же время прочную поверхность опоры. Кроме того, на теле перья распределены так, что создают удачную аэродинамическую конструкцию. Воздух обтекает тело птицы, сопротивление минимизируется, происходит гашение воздушных вихрей.

2. Хвостовое оперение используется для руления и увеличения маневренности при полете.

3. Перья необходимы для балансировки и маневрировании у быстробегающих птиц.

4. Перья используются для визуального увеличения размеров птицы в случае опасности, брачных демонстраций и боев. Некоторые птицы способны поднимать отдельные группы перьев, например, хохол на голове как попугай, или же поднимать все оперение сразу, как индюки.

5. Перья нужны для того, чтобы издавать звуки. Многие птицы шумно хлопают крыльями. Хорошо известно, что бекасы при токовом полёте издают хвостовыми перьями характерные вибрирующие звуки.

6. У основания контурных расположены нитевидные перья, служащие в качестве органа осязания. У некоторых птиц хорошо развиты вибриссы (киви, козодой).

7. У представителей Сивообразных короткие перья участвуют в формировании т.н. лицевого диска. Его форма и структура позволяют собирать звуки и направлять их к уху. Также за счёт подвижности перьев диска совы могут регулировать ширину ушных щелей.

Наконец, птицы могут использовать и выпавшие перья.

1. Перья могут быть материалом для гнезда. Крупные перья можно использовать как каркас, пуховые – для мягкой и тёплой выстилки. Многие птицы используют для выстилки гнезда перья и пух, выпавшие при образовании наседного пятна (курообразные, воробьиные, чайковые).

2. Шалашники могут использовать перья для украшения своего «шалаша» в ходе брачного ритуала.

### **Критерии оценки:**

1 балл - за правильную версию и 1 балл - за правильный пример, иллюстрирующий данную версию. Максимальная оценка - 22 балла.

### **Задание № 4. (Максимальная оценка - 22 балла)**

Какими способами растения защищаются от повреждающих их растительноядных животных? Если можете, то приведите примеры (не более одного примера для каждой версии).

### **Ответ:**

Растительноядные животные – очень обширная категория. В зависимости от размера животного, средства защиты будут разными, но можно выделить основные способы защиты растений.

1. Острые структуры – шипы, колючки. Множество растений имеют подобные образования разного происхождения – из листьев (барбарис), побегов (гледичия, боярышник), выросты покровной ткани (шиповник, малина).

2. Яды. По сути, все вещества растительного происхождения, оказывающие сильное действие на организм животных и зачастую используемые в медицине, возникли в эволюции как токсины. Таковы, например, рицин (алкалоид клещевины) или атропин (алкалоид красавки и некоторых других паслёновых). Токсины могут действовать и против мелких фитофагов – насекомых, клещей, нематод.

3. Неприятный вкус. Однако это не абсолютная защита, поскольку вкусовая чувствительность у разных животных разная.

4. Растительные стероиды могут воздействовать на организм животных, угнетая репродуктивную функцию и тем самым ограничивая численность травоядных. Известна, например, «клеверная болезнь» овец, вызываемая изофлавонами клевера.

5. Одревеснение, формирование плотной покровной ткани, которая сама по себе несъедобна и защищает от механических повреждений.

6. Можно предположить, что защитой от поедания может быть ритм развития растения. Так, растения-эфимероиды (например, хохлатка или гусиный лук) быстро формируют надземный побег и соцветие, образуют семена, когда фитофаги еще малоактивны, а затем вся надземная часть отмирает; сохраняется только подземная структура (клубень, луковица), которая покоится до следующей весны.

7. Специфическая жизненная форма. Таковы подушковидные растения высокогорий, степей, пустынь и тундр. Например, у некоторых остролодочников (сем. Бобовых) подушковидная жизненная форма сочетается с колючками, так что основная часть растения труднодоступна для потенциальных фитофагов.

8. Ожог при прикосновении. Например, известная всем крапива.

9. Мимикрия под ядовитые или обжигающе растения, например, «глухая крапива» (яснотка белая).

От более мелких фитофагов (например, от насекомых) могут быть действенными иные способы защиты.

Яды (см. выше №2).

10. Механический барьер, препятствующий проникновению некрупных вредителей: густое опушение или мощный восковой налёт, одревесневшая или иным образом уплотнённая покровная ткань, липкий секрет на поверхности листьев и побегов.

11. Смолы или другие клейкие вязкие вещества, которые выделяются при механическом повреждении органов и затрудняют продвижение фитофагов. Примерами могут служить многие хвойные растения.

12. Сильный отталкивающий запах. В садоводстве используют это явление, сажая бархатцы между грядками.

13. Симбиоз с муравьями. Некоторые тропические акации формируют очень крупные вздутые прилистники, внутри которых поселяются муравьи. На листьях акации образуются сладкие выросты, привлекающие муравьёв, которые, в свою очередь, отпугивают животных, угрожающих дереву.

### **Критерии оценки:**

2 балла - за правильную версию и 1 балл - за правильный пример, ее иллюстрирующий. Максимальная оценка - 22 балла.

### **Задание № 5. (Максимальная оценка - 22 балла)**

В настоящее время мир охвачен эпидемией новой болезни, получившей название COVID-19. Для сдерживания ее распространения и правильного лечения очень важна своевременная и точная диагностика. Существующие диагностические тесты направлены на детекцию генетического материала вируса или антител к нему. Однако не так уж редко тестирование дает ложноотрицательные результаты (когда больной человек определяется по результату теста как здоровый) или ложноположительные результаты (когда здоровый человек определяется по результату теста как больной). Как вы думаете, с чем это может быть связано? Для каждого случая (ложноотрицательный и ложноположительный результат) приведите возможные причины, приводящие к ошибочному диагнозу.

### **Ответ:**

**Ложноотрицательные результаты - т.е. человек болен, а тест показывает, что нет - могут быть получены в следующих случаях:**

Для ПЦР-тестов:

1. Плохо взяли биоматериал: не захватили нужного количества, и концентрация вируса оказалась ниже порога чувствительности теста.
2. Взяли пробу не из оптимального места: известно, что полость носа, ротоглотка и выделения из бронхов отличаются по концентрации вируса.
3. Взяли пробу в неподходящее время: слишком рано, когда вирус еще не успел размножиться, или слишком поздно, когда его концентрация уже ниже порога чувствительности теста, но болезнь еще продолжается (например, пробу брали из ротоглотки, а вирус уже распространился в нижние отделы дыхательных путей).
4. Пациент нарушил правила: поел, прополоскал рот и т.п. - т.е. смыл секреты верхних дыхательных путей, снизив концентрацию вируса.

Для тестов и на основе ПЦР, и на основе анализа антител:

5. Низкая чувствительность теста: концентрация РНК вируса/антител оказывается ниже минимальной концентрации, которую может детектировать тест. Используемые в настоящее время тесты могут довольно сильно различаться по чувствительности (например, ПЦР-тесты -- в десятки и сотни раз), так что проблема действительно существует.
6. Возможно - и в реальности эту возможность постоянно отслеживают - пациент заражен мутировавшим штаммом, к которому не подходят праймеры существующих ПЦР-тестов и потому не могут его детектировать. Предположение о том, что белки вируса мутировали настолько сильно, что тест перестал узнавать антитела к ним, намного менее вероятно, хотя и не исключено.
7. Нарушены условия транспортировки и/или хранения взятых проб (например, высокая температура, нарушение условий консервации и т.п.), что привело к деградации РНК или антител.
8. Нарушена технология тестирования: не добавили праймер, фермент, неисправность оборудования и т.п.

Для тестов, направленных на детекцию антител:

9. Взяли пробу слишком рано, когда человек уже болен, но антитела еще не выработались (эта версия дублирует версию №3 для ПЦР, и поэтому они обе оцениваются в 2 балла, а не в 4 балла).
10. Иммунная система без патологий, но антитела на вирус не выработались, или выработались в слишком малых количествах, ниже порога чувствительности теста. Такие случаи действительно описаны. Антитела не вырабатываются, например, когда с инфекцией справляется только неспецифический (innate) иммунитет.



11. Разумным выглядит предположение о том, что прием лекарств-иммунодепрессантов может снизить выработку антител, так что она оказывается ниже порога чувствительности теста.

12. Наличие у пациента заболеваний, приводящих к нарушениям в работе иммунной системы (иммуносупрессии) тоже могло бы снизить выработку антител.

13. Пациент сдал только IgG (а не IgM и IgG). Этот иммуноглобулин начинает вырабатываться позже, когда в большинстве случаев заболевание в стадии завершения или человек уже здоров. В острой фазе этот иммуноглобулин еще не вырабатывается.

14. Тест детектирует антитела к одному антигену (например, S-белку SARS-CoV-2), а у пациента выработались антитела к другому антигену (например, N-белку SARS-CoV-2). Это бывает редко, но такие случаи описаны.

**Ложноположительные результаты - т.е. человек здоров, а тест показывает, что болен - могут быть в следующих случаях:**

Для ПЦР-тестов:

15. Инфекция уже побеждена, ПЦР детектирует следовые количества вирусной РНК.

Для тестов и на основе ПЦР, и на основе анализа антител:

16. Тест имеет низкую специфичность, т.е. ПЦР детектирует не только SARS-CoV-2, но и другие вирусы или же - при анализе крови - антитела к возбудителю другого заболевания (в частности, к другим видам коронавирусов) идентифицируются как антитела к COVID-19.

17. Возможность перекрестной чувствительности действительно существует, но на самом деле при производстве тестов ее обычно исключают (хотя среди первых ПЦР-тестов на COVID-19 были двуступенчатые: на первом этапе детектировали сразу несколько коронавирусов, а на втором определяли, есть ли среди них SARS-CoV-2). Понимание участником олимпиады, что такая проблема существует, оценивалось как полноценная версия.

18. Проба тем или иным способом была загрязнена геномным материалом вируса или кровью с антителами к нему.

Для тестов, направленных на детекцию антител:

19. Человек уже переболел, более не заразен, но имеет высокий титр антител и потому определяется как больной. В настоящее время в этой ситуации до сих пор нет ясности из-за недостаточного количества клинических данных.

20. Известно, что при некоторых аутоиммунных заболеваниях могут наблюдаться ложноположительные результаты тестов к некоторым болезням (например, туберкулезу). Поэтому оценивалась идея о том, что при некоторых болезнях результаты теста на SARS-CoV-2 могут быть ложноположительными.

21. Вакцинация от SARS-CoV-2 22. Переливание крови с антителами к SARS-CoV-2 или наличие в крови новорожденного материнских антител к SARS-CoV-2.

Для обоих видов анализов и для обоих вариантов результатов:

22. Брак в тест-системе.

23. Человеческий фактор: ошибка человека во время постановки теста или после него (перепутали результаты и т.п.).

### **Критерии оценки:**

2 балла - за правильную версию, но не более 22 баллов за ответ. Для того чтобы версия была засчитана как правильная, она должна быть понятно и биологически грамотно объяснена. Краткие ответы, по форме похожие на правильные, но не содержащие подробностей, которые позволяют однозначно их истолковать (например, "загрязнение пробы") или содержащие в обосновании биологические ошибки (т.е. по форме верный ответ, к которому пришли, исходя из ошибочных посылок), не оценивались.