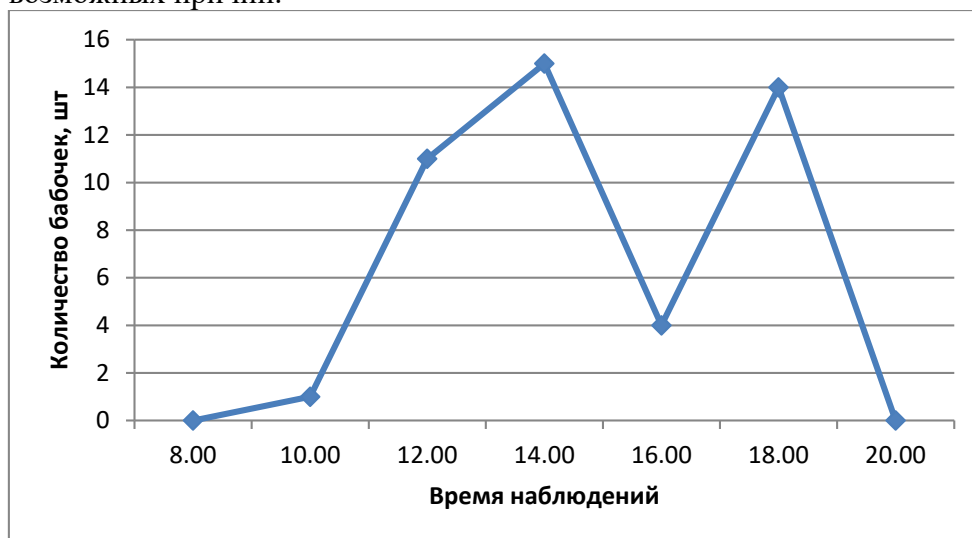


## Ответы на вопросы второго этапа Всероссийской олимпиады школьников "Высшая проба" по биологии, 9-10 класс, 2021 г.

Максимальное количество баллов — 100.

### Задание №1 (12 баллов). Эксперимент.

Ребята из кружка полевой зоологии исследовали активность дневных бабочек в светлое время суток. Для этого они выбрали участок луга с цветущими травами и периодически подсчитывали численность бабочек на нем. Данные, полученные в течение одного дня, представлены на графике. Чем, по Вашему мнению, может быть вызвано наличие двух пиков и спад численности между 14 и 18 часами? Приведите как можно больше возможных причин.



### Ответ

1. Так как насекомые - пойкилотермные животные, на их активность значительно влияет температура воздуха. Следовательно, можно предположить, что дневной спад активности обусловлен или понижением температуры (например, из-за облачности, дождя и т.д.), или значительным ее повышением.
2. Другие изменения погоды. Это могут быть влажность воздуха, дождь, ветер и иные явления, препятствующие полетам бабочек; при этом температура воздуха может и не измениться.
3. Появление именно в это время хищников, питающихся бабочками, - хищных насекомых, насекомоядных птиц и т.д.
4. Бабочки питаются нектаром, следовательно, их активность определяется наличием открытых цветков. Известно, что для разных растений характерно разное время открывания и закрывания цветков. Поэтому можно предположить, что пики и спад активности бабочек связаны именно с этим явлением в случае, если на лугу сочетаются цветки, открытые в первой и второй половине дня (так что в середине дня открытых цветков мало или нет). Это маловероятно, но в принципе возможно. Упоминание об усилении запаха некоторых цветков в определенное время суток также относится к этой версии. Закрывание большинства цветков во время дождя относится к версии 2.
5. В вопросе не сказано, изучали школьники динамику одного вида бабочек или нескольких. Поэтому пики могут быть обусловлены активностью одного вида в первой половине дня и другого ближе к вечеру. Иными словами, наблюдаемый график может представлять собой результат наложения двух графиков, каждый из которых имеет свой собственный максимум.

Всероссийская олимпиада школьников "Высшая проба" 2021, 2 этап

6. На поведение бабочек могли повлиять любые проявления воздействия человека – появление на данном участке людей, сельскохозяйственные работы (вспашка, покос, выпас скота и т.д.).
7. Если учитывали численность только одного вида бабочек (или нескольких определенных видов), то можно предположить, что спад численности вызван массовым появлением видов-конкурентов.
8. Если учитывали численность только одного вида бабочек (или нескольких определенных видов), то также можно предположить, что график отражает естественную биологическую активность вида. Например, у некоторых видов летающих днем пядениц наблюдается спад активности в дневные часы.
9. Представленный в вопросе график является результатом наблюдений в течение только одного дня, поэтому результат статистически недостоверен. В случае более продолжительного наблюдения, возможно, выяснилось бы, что никакого спада численности днем на самом деле не происходит. В некоторых ответах правильно указывалось, что повторные наблюдения дали бы более точную картину динамики активности бабочек.

**Это исчерпывающий список правильных ответов, которые приведены в работах участников. Все остальные варианты ответов не засчитывались и не будут засчитаны в случае апелляции.**

Версии об изменении спектра излучения солнца в течение суток, усилении или уменьшении уровня УФ-облучения и размножении бабочек строго «по расписанию», а также все остальные, приведенные в работах участников, но не получившие баллы, являются неверными.

### **Критерии оценки**

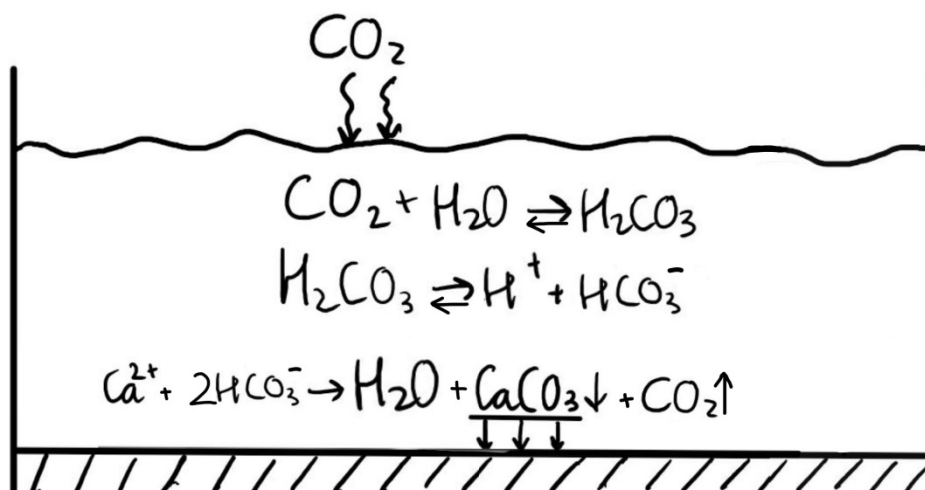
По 2 б. за каждую грамотно обоснованную и понятно объясненную верную версию, максимальная оценка - 12 б. В случае недостаточно ясно сформулированного ответа и негрубых биологических ошибок в обосновании версии оценку снижали на 1 б.

### **Задание №2 (12 баллов). Расчетная задача.**

*Пишите подробное решение и поясняйте Ваши действия.*

Коралловые рифы – одно из самых красивых природных сообществ на Земле. Это чудо природы построено главным образом рифостроящими коралловыми полипами – животными из типа Cnidaria, чьи известковые скелеты преимущественно состоят из карбоната кальция ( $\text{CaCO}_3$ ). Источником карбонат-иона в морской воде служит поступающий в основном из атмосферы углекислый газ, а донные осадки служат источником кальция.

Процесс образования карбоната кальция кораллом с участием углекислого газа воздуха приведен на рисунке.



Посчитайте, какой объем углекислого газа должен раствориться в океане, чтобы крупный одиночный коралл рода *Fungia*, имеющий высоту 3 см и диаметр 20 см, смог полностью построить свой известковый скелет. Для расчетов примите, что коралл имеет форму цилиндра и состоит из  $\text{CaCO}_3$  на 80%; весь карбонат-ион образован из углекислого газа воздуха; выделившийся при синтезе  $\text{CaCO}_3$  углекислый газ не участвует в образовании известкового скелета коралла.

Справочные данные: число Авогадро  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$  частиц/моль вещества;  $M(\text{CaCO}_3) = 100$  г/моль; молярный объем газа  $V_m = 22,4$  л/моль; плотность  $\text{CaCO}_3$   $\rho = 2,8$  г/см<sup>3</sup>; объем цилиндра находится по формуле  $V = \pi \cdot r^2 \cdot h$ , где  $r$  - радиус основания,  $h$  - высота.

### Решение

1) Найдем объем коралла по формуле, предварительно вычислив его радиус и разделив диаметр на 2:

$$V = 3,14 \cdot 10^2 \cdot 3 = 942 \text{ см}^3$$

Далее вычислим массу  $\text{CaCO}_3$  в коралле:

$$M = 942 \text{ см}^3 \cdot 0,8 \cdot 2,8 \text{ г/см}^3 \approx 2110 \text{ г.}$$

2) Вычислим количество карбоната кальция, участвующего в образовании скелета:

$$\mu = \frac{2110 \text{ г}}{100 \text{ г/моль}} = 21,1 \text{ моль}$$

3) Исходя из рисунка, устанавливаем зависимость: для образования одной молекулы карбоната кальция необходим один гидрокарбонат-ион, так как второй в ходе реакции не расходуется на осаждение  $\text{Ca}^{2+}$ . Таким образом, для образования 21,1 моль  $\text{CaCO}_3$  необходимо 21,1 моль  $\text{CO}_2$ .

4) Вычислим объем углекислого газа, умножив величину молярного объема на количество углекислого газа:

$$V = 22,4 \text{ л/моль} \cdot 21,1 \text{ моль} = 472,64 \text{ л.}$$

**Ответ:** необходимо 472.64 литра углекислого газа.

### Критерии оценки:

2 б. за правильно посчитанный объем коралла. За неполный ответ (напр. с  $\pi$ ) ставился 1 б; 2 б за массу  $\text{CaCO}_3$  в коралле; 2 б. за количество карбоната кальция, участвующего в образовании скелета; 2 б. за верно установленную зависимость между количеством бикарбонат-иона и  $\text{Ca}^{2+}$ , 1 б. за вычисленное количество  $\text{CO}_2$ ; 3 б. за объем  $\text{CO}_2$ . За вычисление «объема  $\text{CaCO}_3$  в коралле» баллы не ставили. За арифметическую ошибку ставили 1 б. в пункте с неверным значением и в последующих, если ход решения был верным. Если в таком случае количество  $\text{CO}_2$  было вычислено неверно, то за данный пункт ставили 0 б., а не 1 б. Если допущенная ошибка искажала решение, делая его бессмысленным (например, «масса коралла составляет 2100000кг»), то пункты с неверными значениями не оценивали.

### Задание № 3 (14 баллов). Расчетная задача.

*Пишите подробное решение и поясните Ваши действия.*



Доминантный аллель гена А у мышей приводит к отсутствию шерсти; рецессивный аллель того же гена (а) росту шерсти не препятствует. Другой ген контролирует окраску шерсти: доминантный аллель (В) ответственен за серую окраску, рецессивный (b) – за белую.

[www.herdofcats.ca](http://www.herdofcats.ca)

Для эксперимента взяли серую самку и лысого самца. Среди большого числа потомков от нескольких скрещиваний наблюдали расщепление: 1/4 серых, 2/4 лысых, 1/4 белых.

Всех лысых потомков данного скрещивания пересадили в несколько клеток, обеспечив свободное скрещивание между ними. Какие потомки и с какой частотой появятся в следующем поколении?

Ответ (в процентах) впишите с точностью до десятой – например, 14,9 % или 23,0 %.

*Примечание.* Гены А и В не сцеплены с полом; ни один генотип не имеет преимущества при скрещивании; потомки всех скрещиваний имеют равную выживаемость; все генотипы имеют равную плодовитость.

### Решение

Так как у взятой для скрещивания самки есть серая шерсть, ее генотип  $aa\ B\_.$  Генотип самца –  $A\_ \_.$  Однако среди потомков есть белые мыши ( $bb$ ); значит, в генотипах обоих родителей есть хотя бы по одному рецессивному аллелю этого гена. Получаем скрещивание вида  $aa\ Bb \times A\_ \_b.$  Возможны четыре варианта:  $aa\ Bb \times AA\ Bb,$   $aa\ Bb \times AA\ bb,$   $aa\ Bb \times Aa\ Bb,$   $aa\ Bb \times Aa\ bb.$  В принципе, можно заметить, что расщепление

1:2:1 соответствует решетке Пеннетта  $2 \times 2$  (или  $4 \times 1$ , но это точно не наш случай): каждый родитель образует по два вида гамет.

Если же вы этого не заметили, несложно перебрать все четыре варианта и посмотреть, какое подходит под условия. Сразу можно исключить два случая, когда самец гомозигота AA: тогда все гибриды первого поколения были бы лысыми (Aa).

Нам подходит вариант  $aa Bb \times Aa bb$ . Запишем схему скрещивания.

P: ♀  $aa Bb$  (серая)  $\times$  ♂  $Aa bb$  (лысый)

F<sub>1</sub>:  $1/4 Aa Bb$  (лыдые),  $1/4 Aa bb$  (лыдые),  $1/4 aa Bb$  (серые),  $1/4 aa bb$  (белые)

Далее всех лысых мышей поместили в условия свободного скрещивания друг с другом. Узнать, каким будет потомство от этих скрещиваний, можно двумя способами. Можно записать три скрещивания ( $Aa Bb \times Aa Bb$ ,  $Aa Bb \times Aa bb$ ,  $Aa bb \times Aa bb$ ; обратите внимание, что скрещивание  $Aa Bb \times Aa bb$  происходит вдвое чаще, чем два других), получить частоты потомства, домножить их на вероятность каждого скрещивания (она будет составлять  $1/4$  для двух комбинаций и  $1/2$  для одной) и сложить частоты образования одинаковых фенотипов.

Можно поступить чуть более хитро. Посмотрим, какие гаметы образуются у этих лысых мышей.

У мышей  $Aa Bb$  (их доля от всех лысых потомков F<sub>1</sub> составляет  $1/2$ ) образуется четыре вида гамет с одинаковой вероятностью:  $1/4 AB$ ,  $1/4 Ab$ ,  $1/4 aB$ ,  $1/4 ab$ . Среди всех гамет, образуемых лысыми мышами, их частоты составят  $1/2 \times 1/4 = 1/8 AB$ ,  $1/2 \times 1/4 = 1/8 Ab$ ,  $1/2 \times 1/4 = 1/8 aB$ ,  $1/2 \times 1/4 = 1/8 ab$ .

У мышей  $Aa bb$  образуется два вида гамет. Среди всех гамет, образуемых лысыми мышами, их частоты составят  $1/2 \times 1/2 = 1/4 Ab$ ,  $1/2 \times 1/2 = 1/4 ab$ .

Сложим частоты образования одинаковых гамет и составим решетку Пеннетта.

		Яйцеклетки			
		AB (1/8)	Ab (3/8)	aB (1/8)	ab (3/8)
Сперматозоиды	AB (1/8)	AABV лысые (1/64)	AABb лысые (3/64)	AaBV лысые (1/64)	AaBb лысые (3/64)
	Ab (1/8 + 1/4 = 3/8)	AABb лысые (3/64)	AAbb лысые (9/64)	AaBb лысые (3/64)	Aabb лысые (9/64)
	aB (1/8)	AaBV лысые (1/64)	AaBb лысые (3/64)	aaBV серые (1/64)	aaBb серые (3/64)
	ab (1/8 + 1/4 = 3/8)	AaBb лысые (3/64)	Aabb лысые (9/64)	aaBb серые (3/64)	aabb белые (9/64)

Суммируем частоты образования одинаковых фенотипов и получим:

Лыдые:  $1/64 + 3/64 + 1/64 + 3/64 + 3/64 + 9/64 + 3/64 + 9/64 + 1/64 + 3/64 + 3/64 + 9/64 = 48/64$  (75,0%)

Серые:  $1/64 + 3/64 + 3/64 = 7/64$  (10,9%)

Белые:  $9/64$  (14,1%)

### Критерии оценки

4 б. за расшифровку генотипов первого скрещивания

4 б. за правильно указанные генотипы лысых мышей-родителей и получившегося потомства

по 2 б. за правильно установленную долю одного фенотипа в потомстве от свободного скрещивания (2 б. - лыдые, 2 б. - серые, 2 б. - белые).

**Задание №4 (15 баллов). Анализ текста.**

*Внимательно прочитайте текст, затем приступайте к выполнению заданий.*

Воспаление — это защитный многоступенчатый процесс, возникающий в ответ на повреждение клеток или действие патогена. Повреждение может быть вызвано разными факторами, однако характер воспалительного ответа в общем не зависит от природы повреждающего воздействия (ожог, рана, бактериальное повреждение), поскольку воспаление развивается по своим собственным внутренним законам. Ход воспалительного процесса управляется эндогенными химическими веществами, которые называются медиаторами воспаления.

Существуют специальные клетки иммунной системы, которые особенно чувствительны к повреждающим воздействиям — так называемые тучные клетки. Их можно назвать часовыми на страже безопасности организма. Тучные клетки присутствуют в большинстве тканей и часто расположены вблизи сосудов и нервов. Их особенно много в пограничных тканях организма: коже, слизистых дыхательных путей и кишечника. Морфологически эти клетки очень близки к базофилам (это один из типов лейкоцитов кровотока) — и те, и другие формируются из общей клетки-предшественника в костном мозге. И те, и другие содержат в цитоплазме многочисленные гранулы с медиатором воспаления — гистамином. Гистамин — это декарбоксилированная аминокислота гистидин. При стимулировании (например, содержимым поврежденных клеток или непосредственно бактериями) тучная клетка выделяет гистамин. Гистамин вызывает увеличение проницаемости сосудов, что приводит к отеку поврежденной области, локальному повышению температуры, а также к выходу лейкоцитов из кровотока. Эти лейкоциты направляются в место повреждения и нейтрализуют инфекцию. Гистамин также вызывает активацию болевых рецепторов и спазм гладких мышц.

Многие болезни вызваны неправильным развитием событий с участием гистамина: различные виды аллергий, астма, некоторые аутоиммунные заболевания. Врачам важно иметь вещества, уменьшающие влияние гистамина. Такие вещества были открыты и теперь широко используются в медицине. Они получили название "антигистаминные препараты". Таких препаратов достаточно много, и действуют они на разные ступени гистамин-зависимых процессов. Однако гистамин — это не только медиатор воспаления, но и возбуждающий медиатор синапсов в части головного мозга, ответственной за поддержание ритма сон-бодрствование. Именно поэтому блокаторы гистамина, проникая в мозг, вызывают побочный эффект — сонливость и торможение. Самые известные блокаторы гистамина первого поколения — супрастин и димедрол. Новое поколение антигистаминовых препаратов слабо проникает в ЦНС, поэтому у них побочный эффект в виде сонливости существенно снижен (например, кларитин, цетрин).

Второй важный участник воспалительного процесса — это простагландины (обширная группа веществ с близким строением). Они образуются из жирных кислот фосфолипидов клеточных мембран (в том числе мембран тучных клеток) под действием фермента циклооксигеназы. Время жизни простагландинов обычно мало, поэтому они действуют в основном вблизи места их секреции. Простагландины выполняют различные функции, в том числе регулируют иммунный ответ. При воспалении простагландины повышают чувствительность болевых рецепторов, и возникает сильная боль. Давно известны блокаторы фермента циклооксигеназы — например, аспирин и анальгин. Эти вещества

хорошо снижают болевой симптом при воспалении. Интересно, что эффективность этих препаратов отличается у разных людей. Одна из причин – разная активность разрушающих эти вещества ферментов.

### **Задания**

*Для ответа на задания используйте материал прочитанного текста. В каждом задании содержится не менее одного верного утверждения. Вам нужно выбрать все верные утверждения. Запишите их в поле ниже, используя числовые и буквенные обозначения, например: №1. А, Б, В.*

#### **1. На основе прочитанного текста выберите варианты, верно описывающие последовательность событий.**

А. Повреждение ткани организма - активация тучных клеток - выброс гистамина из гранул - увеличение проницаемости стенок капилляров - возникновение отека - локальное повышение температуры.

Б. Активация тучных клеток - выброс простагландинов из гранул - увеличение проницаемости стенок капилляров - возникновение отека - локальное повышение температуры.

В. Активация тучных клеток - выброс тучными клетками гистамина - возникновение отека.

Г. Повреждение ткани организма - активация тучных клеток - возникновение отека - выброс гистамина - увеличение проницаемости стенок капилляров - локальное повышение температуры

Д. Активация тучных клеток - выброс гистамина - увеличение проницаемости стенок капилляров - выход лейкоцитов из кровотока к месту повреждения.

#### **2. Выберите верные утверждения:**

А. Если заблокировать фермент, разрушающий гистамин, то отек увеличится

Б. Тучные клетки - это компоненты иммунной системы.

В. Чувствительность всех болевых рецепторов одинакова и не подлежит настройке.

Г. Гистамин и простагландины относятся к одному классу органических соединений.

Д. Увеличение проницаемости сосудов вызывает спазм гладких мышц мелких сосудов.

#### **3. Припухлость, которая часто возникает в месте укуса комара – это результат:**

А. Активации циклооксигеназы.

- Б. Выброса гистамина.
- В. Локального повышения температуры.
- Г. Активации тучных клеток.

**4. Противоаллергические препараты нового поколения не вызывают сонливости, поскольку:**

- А. Не блокируют циклооксигеназу.
- Б. Плохо проникают через гемато-энцефалический барьер.
- В. Не способствуют повышению общей температуры тела.
- Г. Имеют дополнительную функцию нейромедиаторов.

**5. Какие эффекты можно ожидать после применения лекарственного препарата, который снижает способность тучных клеток к выбросу гистамина?**

- А. Отек после укуса комара или не образуется совсем, или будет меньше, чем без лекарства.
- Б. Общая температура тела снизится.
- В. При воспалении боль будет более сильной, чем была бы без приема лекарства.
- Г. В случае вдыхания аллергена будет предотвращен возможный спазм бронхов.

#### **Ответ**

- №1. А, В, Д.
- №2. А, Б.
- №3. Б, Г.
- №4. Б.
- №5. А, Г.

#### **Критерий оценки.**

Оцениваются только полностью правильно выполненные задания. №1-№5 3 б. за задание.

**ВАЖНО!** В ответах к заданиям №5-№7 приведен исчерпывающий список правильных ответов, приведенных в работах участников. Все остальные варианты ответов не засчитывались и не будут засчитаны в случае апелляции.

**Задание №5 (15 баллов).** Какими способами млекопитающие сохраняют и поддерживают высокую температуру тела?



**Ответ**

Высокая температура тела у млекопитающих - это эффективный способ обеспечения активной жизнедеятельности. Однако эта стратегия требует больших энергозатрат и сложных биохимических, морфологических и поведенческих механизмов поддержания такой высокой температуры. Важно, что в вопросе речь не о физиологии и биохимии теплокровности, а о способах поддержания уже созданной высокой температуры. В поддержание высокой температуры вносят вклад две группы событий: получение тепла организмом за счет задействования дополнительных "экстренных" механизмов и препятствие потерям этого тепла.

Собственно, способов экстренного получения тепла всего два:

1. Мышечная активность - либо физические движения, либо дрожь, либо статическое напряжение мышц (одревенение замерзших пальцев - пример).
2. Повышенная генерация тепла тканями организма без мышечных сокращений: химическая энергия переходит в тепловую за счет разобщения окисления и фосфорилирования. Наиболее известный пример подобного процесса - разобщение окисления и фосфорилирования при расщеплении бурого жира.

Остальные механизмы подразумевают *удержание полученного тепла* в организме. Они разнообразны, рассмотрим наиболее распространенные в природе морфологические адаптации.

3. Шерстяной покров с подшерстком, препятствующий конвекционным и контактным теплопотерям. Дополнительная способность поднимать волоски дыбом увеличивает объем низко-теплопроводной прослойки воздуха.
4. Слой жира. Жир, как известно, обладает низкой теплопроводностью.
5. Сужение поверхностных сосудов, чтобы снизить поверхностную температуру и общие потери тепла организмом.
6. Противотоки разных температурных линий, снижающие потери тепла при контакте с холодом. Например, кровеносные противотоки в конечностях, где теплая кровь, идущая из тела по артерии, согревает возвращающуюся из ноги холодную венозную кровь, — в результате нога остается прохладной, зато тепло возвращается в тело, а не теряется в окружающей холодной среде.

Также у млекопитающих есть множество поведенческих механизмов противостояния холоду.

7. Уменьшение общей поверхности тела, теряющей тепло: сворачивание клубочком, поджимание лап и ушей.
8. Использование различных укрытий, где не так ветрено и холодно: норы, пещеры, берлоги.
9. Образование скоплений, где животные прижаты друг к другу. Это снижает площадь контактирующей с холодом поверхности тел. Например, детеныши млекопитающих прижимаются друг к другу или родителям.
10. Сезонные миграции в более теплые места обитания.
11. В холодном климате спячка в течение периодов с наиболее низкой температурой позволяет в остальное время поддерживать высокую температуру и таким образом осваивать новые пространства. Во время спячки температура тела снижается, что способствует снижению энергозатрат, поскольку разница температур тела и окружающей среды существенно уменьшается. Например, ежи и летучие мыши в спячке могут понижать температуру тела до 5<sup>0</sup>С. Однако физическая активность при таком радикальном решении почти невозможна.

12. Создание запаса продовольствия. Это позволяет не выходить в холодную погоду из укрытия, что снижает теплопотери.

13. Получение тепла от внешних источников - например, солнца, горячих водных источников.

Таким образом, у млекопитающих есть широкий спектр различных способов противостоять внешнему холоду, поддерживать высокую температуру тела и иметь возможность высокой активности в холодном климате.

Распространенные неправильные версии ответов, как правило, связаны с тем, что участники олимпиады невнимательно прочитали формулировку вопроса:

“Интенсивный обмен веществ, деление на два круга кровообращения, циркуляция крови по организму, четырехкамерное сердце” и т.д. - это общие свойства млекопитающих, отчасти объясняющие, почему млекопитающие имеют высокую температуру тела, но не имеющие прямой связи со способами сохранения высокой температуры. Иными словами, млекопитающие, живущие в жарком климате, также обладают всеми этими свойствами.

Часто встречались объяснения вида: “Центр регуляции температуры расположен в гипоталамусе”. Да, это так. Но эта фраза не является ответом на наш вопрос, потому что в нем спрашивается о механизмах поддержания высокой температуры, а не об устройстве системы терморегуляции.

### Критерии оценки

2 б. за правильную и понятно объясненную версию, но не более 15 б. за ответ.

**Задание № 6 (16 баллов).** Биоплёнка - сообщество бактерий, расположенных на какой-либо поверхности, с прикрепленными друг к другу клетками. Эти бактерии находятся в общем матриксе (гелеобразном веществе) из полисахаридов и белков. Биопленки часто образуются, например, в трубопроводах, а также на слизистых оболочках у людей и животных. С ними очень сложно бороться. Какие преимущества дает бактериям такой способ существования?

### Ответ

Биопленка:

- 1) Защищает от механических повреждений – матрикс предохраняет клетки от действия различного рода неблагоприятных факторов внешней среды.
- 2) Защищает от пересыхания – полисахарид и белок могут хранить воду.
- 3) Позволяет передвигаться скольжением – матрикс похож на слизь; двигаясь сообщество, биоплёнка может перемещаться.
- 4) Создаёт дополнительный осмотический барьер, что делает среду внутри пленки более благоприятной для бактерий.
- 5) Способна выступать в качестве фактора вирулентности у некоторых бактерий и бактериальных сообществ.
- 6) Служит барьером для бактериофагов, препятствуя их проникновению к клеткам.
- 7) Служит барьером для антибиотиков, препятствуя их проникновению и воздействию на бактерии.
- 8) Является источником запасных питательных веществ (полисахариды и белки).
- 9) Обеспечивают прикрепление клеток к поверхности субстратам
- 10) Упрощает процессы обмена генетическим материалом.
- 11) При разрыве биоплёнки у бактерий есть возможность занять большую территорию и расселиться с дальнейшим образованием дочерних биопленок.

12) При нарушении целостности плёнки больше шанс, что хоть какие-то особи выживут и смогут восстановить её.

13) При размножении вероятность гибели новых клеток меньше, чем если бы деление происходило в среде, отличной от биоплёнки.

14) В биопленках синтрофия (особый тип мутуализма, который характеризуется способностью двух или более видов бактерий осуществлять такие метаболические процессы, которые они не могут осуществлять по отдельности) будет более стабильной и эффективной.

### Критерии оценки

За правильные, грамотно раскрытые, не содержащие биологических ошибок идеи ставятся первичные баллы (отмечаются знаком «+»). Количество набранных баллов переводится в итоговый балл за задание по следующей шкале:

9 класс

Кол-во правильных вариантов	Балл за задание
0	0
1	3
2	5
3	8
4	10
5	12
6	14
7+	16

10 класс

Кол-во правильных вариантов	Балл за задание
0	0
1	3
2	5
3	7
4	9
5	11
6	13
7	15
8+	16

Максимальный балл за задание – 16.

Баллы выставляются за формулировки, явно раскрывающие преимущество проживания в биоплёнках над проживанием вне их. То есть нужно было сравнить свободноживущие бактерии и бактерии в биоплёнках. Если в ответе не раскрыто, в чём именно заключается преимущество и это не очевидно, балл не выставляется.

Если у участника в двух пунктах его ответа описано одно и то же преимущество, а пункты похожи по смыслу и дополняют друг друга, за каждый ставится 1 б.

В то же время:

Если приводится слишком абстрактный пункт без пояснения – балл не ставится. Если пункт абстрактен, но пояснен перечислением примеров (например, «защита от факторов химической, физической, биологической природы») – ставится 1 общий балл. Если та же защита упоминается в нескольких смыслах с примерами (например, антибиотики, бактериофаги), то за каждый пункт может быть выставлен отдельный балл.

**Задание №7 (16 баллов).** Основная часть современных лекарств производится в виде таблеток. Однако значительное количество препаратов вводится в организм другими способами. В каких случаях и почему целесообразно использовать другие лекарственные формы? Для каждого варианта ответа постарайтесь привести один-два примера.

### Ответ

В настоящее время лекарственные препараты весьма разнообразны. Они могут представлять собой самые необычные химические соединения, многие могут быть получены путем химической модификации природных соединений, а некоторые так сложны, что их могут синтезировать только живые организмы-продуценты (например, дрожжи или бактерии). Поэтому перед учеными и медиками возникает ряд сложных задач, например, как доставить вещество в место назначения, чтобы не изменилась его химическая структура, чтобы оно не накопилось в других органах, чтобы не превратилось в яд или не разрушилось под действием ферментов организма человека.

Почему же некоторые вещества сложно или даже невозможно доставлять в виде таблеток через пищеварительную систему?

1. Лекарственное вещество омерзительное на вкус (например, чрезвычайно горькое).
2. Маленькие дети, люди в бессознательном состоянии, животные - таким пациентам технически невозможно дать таблетку, поэтому приходится решать эту проблему инъекциями, капельницами или микстурами/сиропами.
3. Иногда возникает необходимость быстрого действия лекарств, и тогда путь через кишечник - слишком долгий, ведь даже если препарат всасывается в желудке - это займет минимум 15 минут. Их может не быть в распоряжении врачей. Таковы обезболивающие или сердечные препараты при инфарктах. Также нужно отметить, что жидкая форма лекарств может всасываться быстрее, чем тот же препарат в таблетках.
4. Лекарство может специфически воздействовать на слизистую пищеварительного тракта или менять кислотность среды, травмируя стенки пищеварительного тракта и/или ухудшая процессы переваривания.
5. Возможна ситуация, когда лекарственное вещество мешает нормальному всасыванию нужных веществ (например, витаминов) или других лекарств. Многие лекарственные препараты, напротив, усиливают действие друг друга или усугубляют возможные побочные эффекты.

Еще ряд проблем может быть вызван повреждением химической структуры самого лекарственного вещества.

6. Эти повреждения могут быть вызваны сильной кислотой (в желудке pH составляет 1,5-2) или, наоборот, щелочной реакцией кишечной среды. Также на лекарство могут повреждающим образом действовать пищеварительные ферменты, особенно если лекарство имеет белковую структуру (как, например, инсулин).
7. Некоторые лекарства очень быстро нейтрализуются печеночными ферментами, поэтому необходимо избежать быстрого попадания в печень, т.е. путь всасывания через кишечник для этого лекарства не рационален (кровь из кишечника проходит через печень). Исключением является нижняя часть прямой кишки: венозная кровь оттуда

попадает в нижнюю полую вену напрямую, минуя воротную систему печени. Это объясняет эффективность суппозитория.

8. Некоторые лекарственные вещества представляют собой жидкость, гель или даже газ - такие вещества сложно упаковать в таблетку.

Некоторые проблемы с доставкой лекарств могут быть связаны с организмом человека в целом.

9. Возможно, что для лекарственного действия необходима большая концентрация вещества в локальном месте, а не по всему организму. В таких случаях нецелесообразно поднимать концентрацию лекарства во всем организме, а проще применять лекарство местно - например, ингаляционные препараты при астме, закапывание лекарства в глаз, мазь для обезболивания/восстановления суставов или спрей для снятия боли в горле.

10. Некоторые лекарства плохо проникают в ткани, где им необходимо действовать. Причиной может быть, например, гематоэнцефалический барьер. И тогда лекарства доставляют локальной инъекцией - в спино-мозговой канал, например, при сильной инфекции мозга.

11. А некоторым лекарственным веществам вообще не нужно попадать в организм - их действие происходит снаружи: таковы средства от комаров, блох, вшей и других эктопаразитов.

12. Лекарство образует ДЕПО в мышце или на коже (антиникотиновый пластырь, например).

13. При наружном применении можно увидеть аллергию и прекратить использование лекарства - так применение становится более безопасным.

14. Лекарство не всасывается в кишечнике из-за сильного повреждения ЖКТ в результате заболевания, или химическая структура лекарства препятствует его всасыванию.

Таким образом, ученым, создающим новые лекарства, приходится учитывать и проверять огромное количество факторов, прежде чем новое лекарство попадет в аптеки.

### **Критерии оценки**

3 б. за правильную и понятно объясненную версию в 9 классе, но не более 16 б. за ответ.

2 б. за правильную и понятно объясненную версию в 10 классе, но не более 16 б. за ответ.