

ЗАДАНИЯ
теоретического тура заключительного этапа
41-й Всероссийской олимпиады школьников по биологии.
ОЦ «Сириус». 2024-25 уч. год.

11 класс

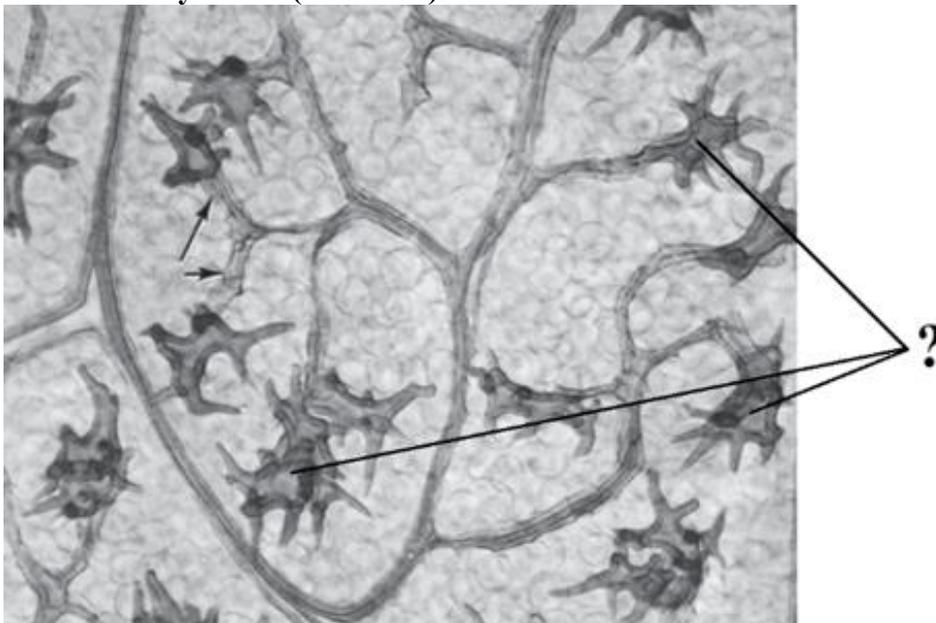
Дорогие ребята!

Поздравляем Вас с участием в заключительном этапе Всероссийской олимпиады школьников по биологии! Отвечая на вопросы и выполняя задания, не спешите, так как ответы не всегда очевидны и требуют применения не только биологических знаний, но и общей эрудиции, логики и творческого подхода. Успеха Вам в работе!

Часть 1. Вам предлагаются тестовые задания, требующие выбора только одного ответа из четырех возможных. Максимальное количество баллов, которое можно набрать – **20** (по 1 баллу за каждое тестовое задание). Индекс ответа, который вы считаете наиболее полным и правильным, укажите в матрице ответов. Образец заполнения матрицы:

№	а	б	в	г
...		X		

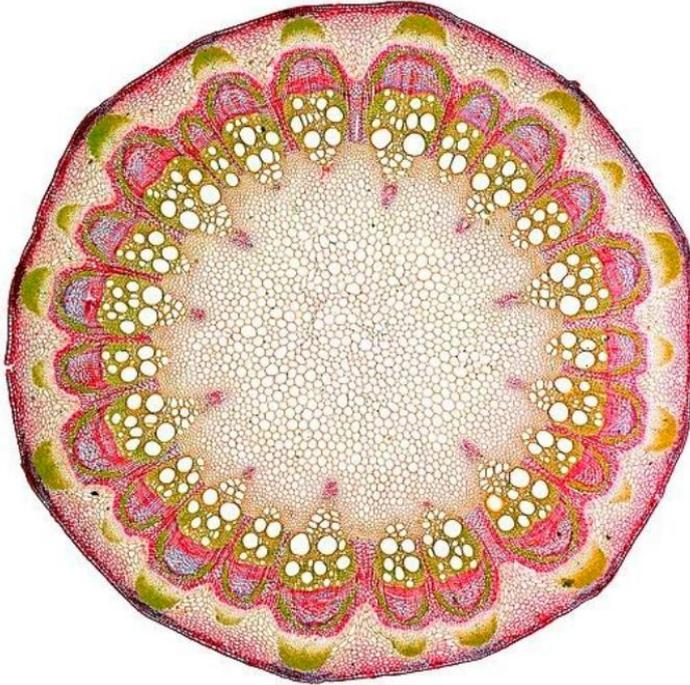
- 1. Выберите верное название процесса, приводящего к высвобождению азота из органического почвенного детрита.**
а) нитрификация;
б) денитрификация;
в) азотфиксация;
г) аммонификация.
- 2. Перед Вами фотография клеточного строения органа борони, кустарника из семейства Рутовые (Rutaceae).**



Проанализируйте ее и выберите правильное утверждение о структурах, которые обозначены знаком (?):

- а) астросклерейды;
- б) клетки паренхимы с кристаллами оксалата кальция;
- в) литоцисты с цистолитами из карбоната кальция;
- г) трахеиды.

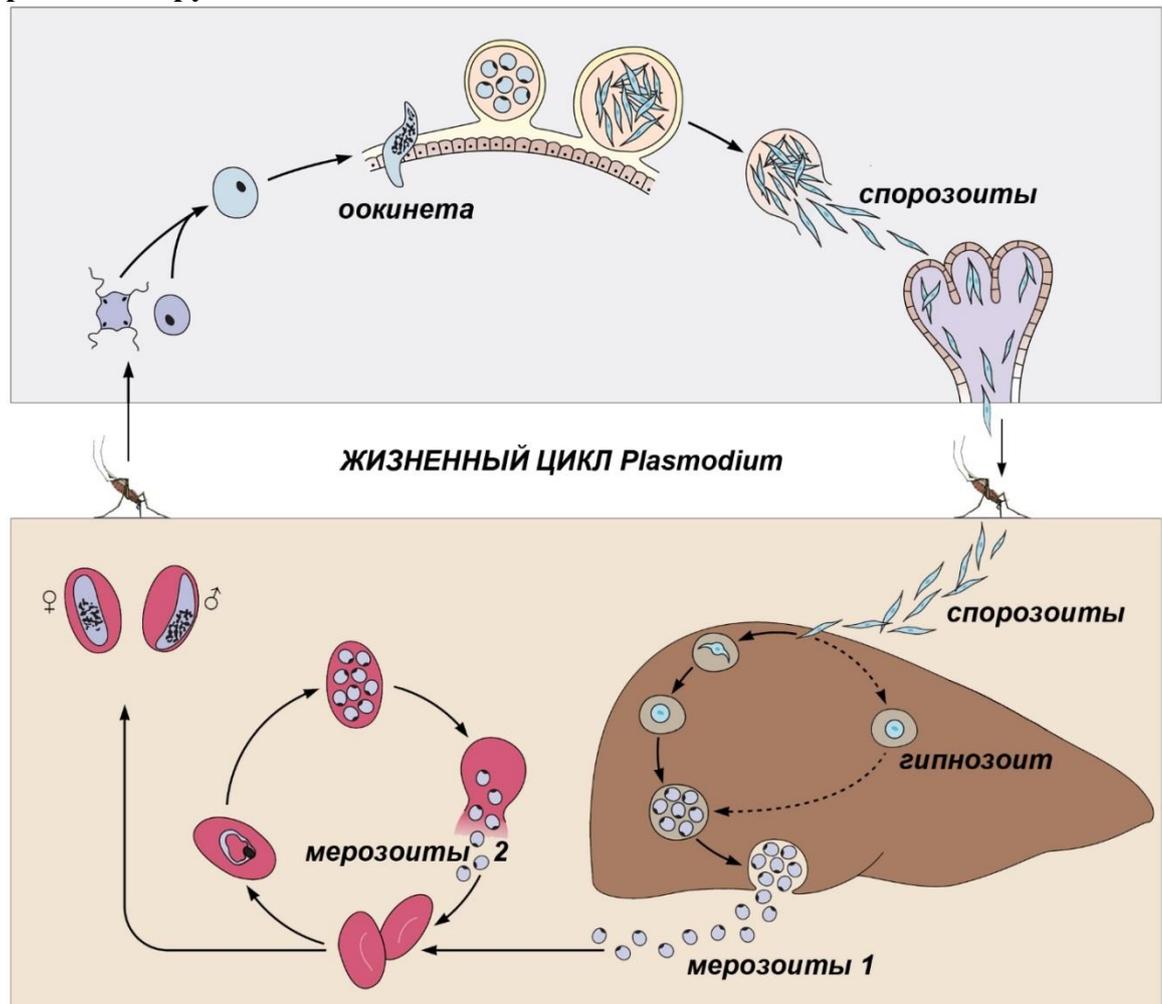
3. На рисунке ниже изображено фото поперечного среза органа высшего растения. Рассмотрев рисунок, можно утверждать, что это срез:



- а) корня однодольного растения;
 б) корня двудольного растения;
 в) вторично утолщенного стебля;
 г) стебля двудольного растения первичного строения.
4. Любопытный Савелий решил помочь бабушке с огородом и посадил огурцы и горчицу для ее знаменитых солений. Читая информацию об этих культурах, он решил, что потребность в сульфатах одной из них больше, чем другой. Выберите правильное утверждение:
- а) Савелий все напутал, потребность в сульфатах у этих культур одинаковая, а вот в фосфатах – разная.
 б) Огурцам нужно гораздо больше сульфатов, чем горчице, потому что у них снижена активность ферментов, восстанавливающих серу и включающих ее в состав органических соединений.
 в) Горчице нужно больше сульфатов, чем огурцам, потому что горчица использует серу не только для первичного, но и для вторичного метаболизма.
 г) Горчице нужно меньше сульфатов, чем огурцам, потому что горчица вступает в симбиоз с бактериями рода Ризобиум, которые дополнительно снабжают ее сульфатами.
5. В учебниках принято характеризовать кровеносную (циркуляторную) систему животных как замкнутую либо незамкнутую. Стандартные определения таковы. Замкнутая кровеносная система – тип кровеносной системы, в которой кровь циркулирует по непрерывной сети сосудов. Незамкнутая кровеносная система – это система, в которой кровь из сердца или аорты изливается в щелевидные пространства между органами, непосредственно их омывая. В действительности у очень многих животных в процессе циркуляции кровь/гемолимфа из сердца поступает в ветвящиеся артериальные сосуды, затем изливается в лакуны и синусы, после чего собирается в венозные сосуды и возвращается в сердце. Кровеносные системы такого типа предложено называть не полностью замкнутыми, или полужамкнутыми. При таком определении полужамкнутой можно считать кровеносную систему:

- а) медоносной пчелы (*Apis mellifera*);
- б) дафнии большой (*Daphnia magna*);
- в) речного рака (*Astacus astacus*);
- г) нереиса зелёного (*Nereis virens*).

6. Споровики (Sporozoa, Apicomplexa) – группа одноклеточных эукариот, глубоко приспособленных к паразитизму. На различных этапах жизненного цикла у споровиков формируются подвижные стадии (зоиты). Как правило, они заражают новые клетки хозяев и имеют для этого специфический набор внутриклеточных структур – так называемый апикальный комплекс. В состав апикального комплекса входят специализированные секреторные вакуоли (роптрии и микронемы) и структуры, сформированные из тубулина: коноид, апикальные и полярные кольца. Коноид укрепляет передний конец клетки паразита, помогает передвигаться и способствует внедрению в клетку хозяина, вдавливаясь в неё. Малярийный плазмодий (*Plasmodium*) – возбудитель малярии, представитель споровиков; на схеме изображён его жизненный цикл. У малярийного плазмодия коноид сильно редуцирован, однако недавно было обнаружено, что на нескольких стадиях жизненного цикла сохранились различные рудименты коноида.

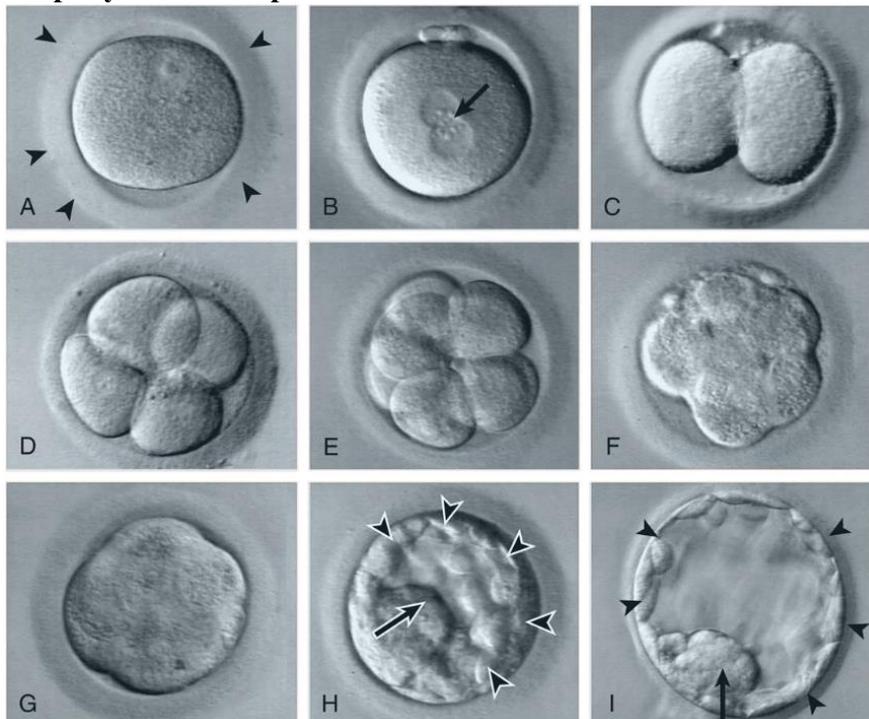


В наибольшей степени коноид сохранился на стадии:

- а) мерозоит 1;
- б) мерозоит 2;
- в) оокинета;
- г) спорозоит.

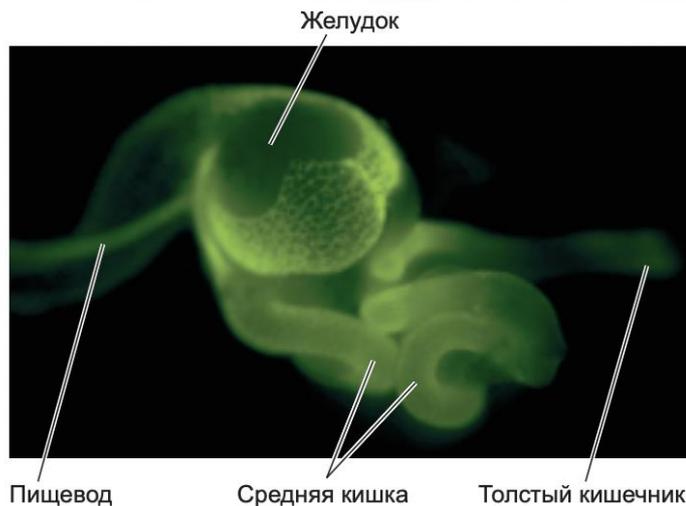
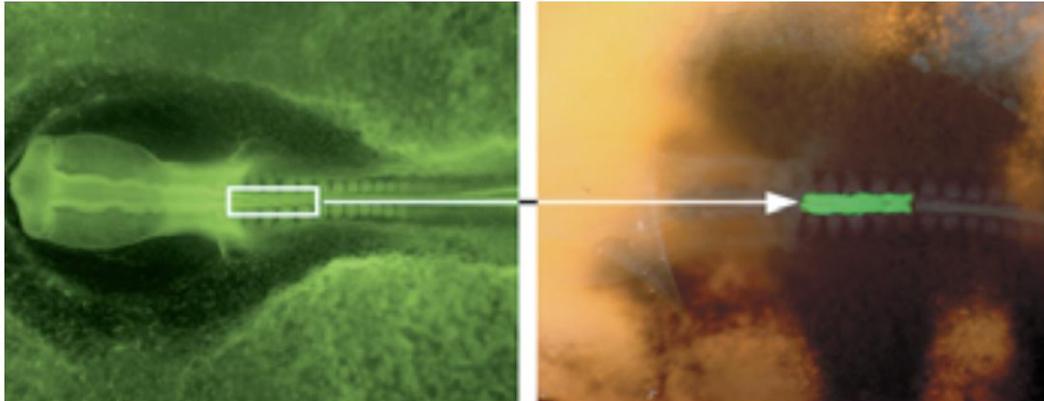
- 7. Выберите последовательность, верно описывающую двойное дыхание птиц:**
- а) При вдохе одна часть богатого кислородом воздуха проходит в лёгкие, отдавая кислород, а вторая часть запасается в передних воздушных мешках. При выдохе запасённый в передних воздушных мешках богатый кислородом воздух поступает в лёгкие, отдавая кислород.
 - б) При вдохе одна часть богатого кислородом воздуха проходит в лёгкие, отдавая кислород, а вторая часть запасается в задних воздушных мешках. При выдохе запасённый в задних воздушных мешках богатый кислородом воздух поступает в лёгкие, отдавая кислород.
 - в) При вдохе одна часть богатого кислородом воздуха проходит в лёгкие, отдавая кислород, а вторая часть запасается как в передних, так и в задних воздушных мешках. При выдохе запасённый в передних и задних воздушных мешках богатый кислородом воздух поступает в лёгкие, отдавая кислород.
 - г) При вдохе богатый кислородом воздух проходит в лёгкие, отдавая кислород, а затем попадает в передние и задние воздушные мешки. При выдохе запасённый в передних и задних воздушных мешках воздух поступает в лёгкие, отдавая кислород.
- 8. Выберите утверждение, правильно характеризующее фоторецепторы:**
- а) амплитуда электрического ответа колбочки не зависит от интенсивности падающего света;
 - б) в палочках присутствуют 3 разных вида йодопсинов;
 - в) в палочках, в отличие от колбочек, действие света вызывает открытие каналов для натрия;
 - г) в темноте наблюдается секреция медиатора из синаптического тельца колбочек.
- 9. Одним из факторов, способствующих развитию эпилептического приступа, является утечка вещества X из синапсов вследствие его повышенного выброса нейронами и одновременно сниженного захвата астроцитами. Вещество X – это:**
- а) ГАМК;
 - б) глутамат;
 - в) серотонин;
 - г) дофамин.

- 10. На рисунках А-І представлены последовательные этапы:**



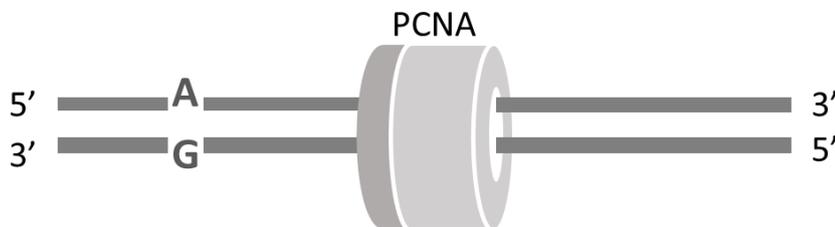
- а) гаструляции морского ежа;
- б) формирования бластоцисты человека;
- в) нейруляции амфибии;
- г) гаструляция человека.

11. Перед вами схема эксперимента по пересадке части нервной трубки и клеток нервного гребня от одного цыпленка другому. Трансплантат экспрессирует репортерный ген GFP, поэтому все его производные клетки можно идентифицировать. Изучите приведенные фотографии и ответьте, почему в результате трансплантации репортерный ген экспрессируется в клетках желудочно-кишечного тракта реципиента?



- а) в ходе эксперимента трансплантировали кишечную трубку, и ее производные несут репортерный ген;
 - б) в ходе эксперимента трансплантировали сомиты, которые формируют мышечные оболочки пищевода, желудка и кишечника;
 - в) трансплантированный участок содержит клетки нервного гребня, которые дают начало нейронам желудочно-кишечного тракта;
 - г) в ходе эксперимента трансплантировали часть желтка, который попал в желудочно-кишечный тракт донора.
- 12. Известно, что многие витамины являются предшественниками коферментов, необходимых для работы ферментов, участвующих в энергетическом и пластическом обмене клеток. В состав какого из названных коферментов не входят производные витаминов?**
- а) кофермент А;
 - б) кофермент Q;
 - в) НАД⁺;
 - г) ФАД.

13. Бактерия вольбахия (*Wolbachia*) является облигатным внутриклеточным паразитом членистоногих и передается через цитоплазму яйцеклеток. Из перечисленных явлений НЕ является результатом воздействия вольбахии на организм хозяина:
- а) партеногенез (половое размножение без оплодотворения);
 - б) андрогенез (развитие яйцеклетки с мужским пронуклеусом);
 - в) андроцид (гибель эмбрионов мужского пола);
 - г) феминизация генетических самцов (изменение пола самцов на женский).
14. В каком порядке происходят события при инициации транскрипции у эукариот?
- а) Расплетение ДНК → удаление или смещение нуклеосом с области промотора → посадка РНК-полимеразы на промотор → сборка комплекса общих факторов транскрипции.
 - б) Удаление или смещение нуклеосом с области промотора → сборка комплекса общих факторов транскрипции → расплетение ДНК → посадка РНК-полимеразы на промотор.
 - в) Удаление или смещение нуклеосом с области промотора → расплетение ДНК → сборка комплекса общих факторов транскрипции → посадка РНК-полимеразы на промотор.
 - г) Удаление или смещение нуклеосом с области промотора → сборка комплекса общих факторов транскрипции → посадка РНК-полимеразы на промотор → расплетение ДНК.
15. Скользящий зажим PCNA взаимодействует с ДНК-полимеразой, синтезирующей ДНК. На схеме показан PCNA на ДНК, более темным цветом показана сторона, контактировавшая с ДНК-полимеразой во время репликации; также показана ошибка репликации. Укажите, какую замену должна произвести система репарации неспаренных оснований:



- а) G → C в нижней цепи ДНК;
 - б) A → C в верхней цепи ДНК;
 - в) G → T в нижней цепи ДНК;
 - г) A → G в верхней цепи ДНК, G → C в нижней.
16. Какая пара праймеров подходит для амплификации в полимеразной цепной реакции фрагмента ДНК, последовательности начала и конца которого показаны на рисунке? Праймеры записаны в направлении 5' → 3'.

5' GCACTGCACTCCTAAAGCATGACCAGT ... TTGGCACCGCCTGTTATTCCATATATCAG
3' CGTGACGTGAGGATTTCTGACTGGTCA ... AACCGTGGCGGACAATAAGGTATATAGTC

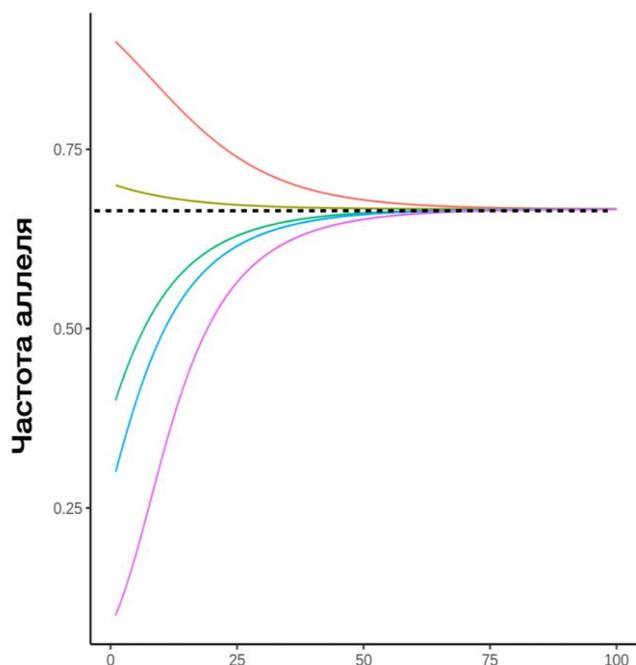
- а) CTGCACTCCTAAAGCATGACCA и ATATATGGAATAACAGGCGGTGC;
- б) CTGCACTCCTAAAGCATGACCA и GCACCGCCTGTTATTCCATATAT;
- в) TGGTCATGCTTTAGGAGTGACAG и GCACCGCCTGTTATTCCATATAT;
- г) TGGTCATGCTTTAGGAGTGACAG и ATATATGGAATAACAGGCGGTGC.

17. Пингвины (*Spheniscidae*) – группа вторичноводных птиц, которая потеряла способность к полёту и адаптировалась к быстрому плаванию в воде. На графиках представлены логотипы белковых последовательностей миоглобина (MB) у пингвинов и других птиц. Ось абсцисс отражает позицию в выравнивании, а ось ординат – информационное содержание позиции, выраженное в битах. Какое из представленных утверждений является верным?



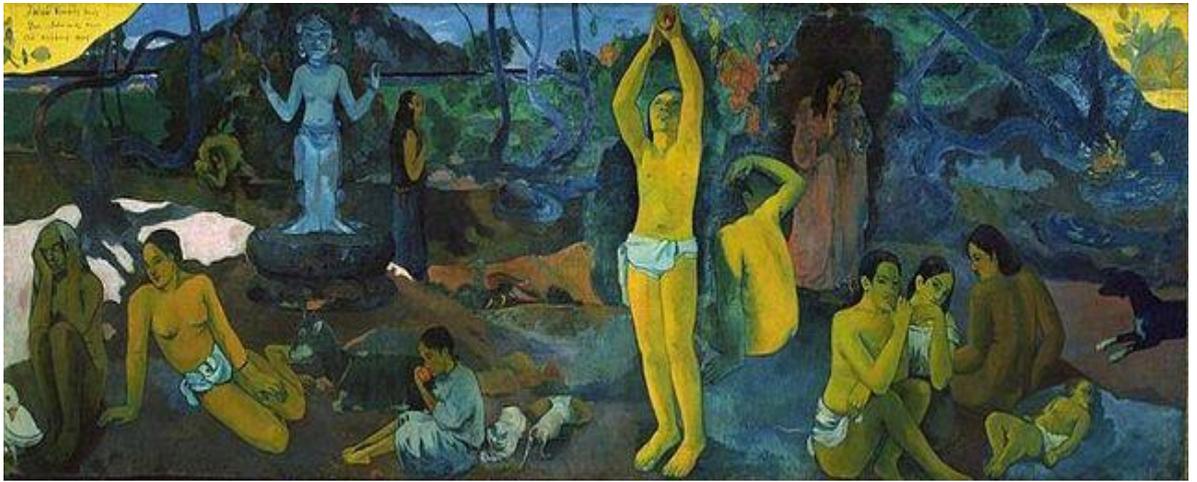
- а) любая позиция в миоглобине пингвинов гораздо более консервативна, чем у других птиц;
- б) гидрофобные аминокислоты в миоглобине всегда или почти всегда находятся под действием очищающего (стабилизирующего) отбора;
- в) можно предположить, что как минимум на несколько позиций в миоглобине пингвинов действовал движущий (положительный) естественный отбор;
- г) миоглобин является чрезвычайно консервативным белком, поэтому в 90% позиций у всех птиц встречаются одинаковые аминокислоты.

18. На графике показано изменение частоты доминантного аллеля ($f(A)$) в некоторой диплоидной популяции во времени. Разными цветами обозначены кривые, соответствующие разным начальным условиям. Можно утверждать, что:



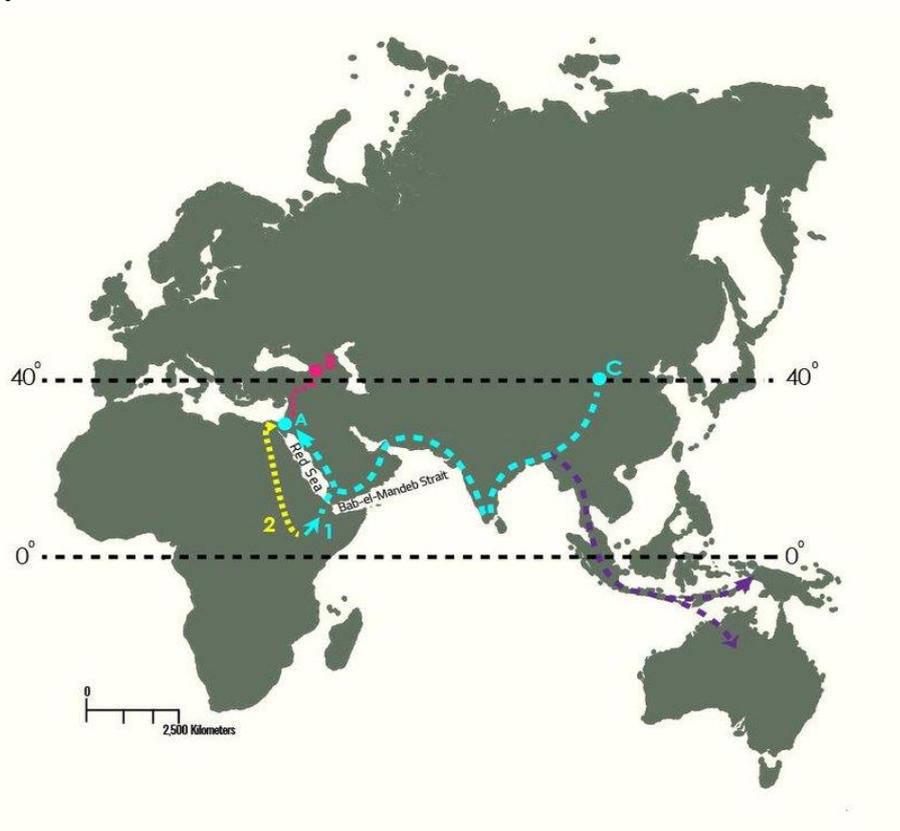
- а) представленная картина изменения частоты аллеля свидетельствует об отборе в пользу гетерозигот;
- б) особи, являющиеся доминантными гомозиготами по гену А обладают наибольшей приспособленностью в популяции;
- в) все генотипы в популяции имеют одинаковую приспособленность, а изменения частот аллелей обусловлены действием дрейфа генов;
- г) через множество поколений в популяции зафиксируется доминантный аллель данного гена.

19. В одной из своих знаменитых картин “Откуда мы пришли? Кто мы? Куда мы идём?” французский художник Поль Гоген изображает аборигенов с острова Таити (Французская полинезия). Смотри на зрителя они заставляют задуматься нас не только о происхождении человека и развитии человечества, но и о том, откуда взялась жизнь. На сегодняшний день уверенно можно утверждать, что первыми молекулами репликаторами, способными к дарвиновской эволюции были молекулы:



- а) РНК;
- б) ДНК;
- в) белков;
- г) липидов.

20. Известно, что ископаемые виды рода Человек (*Homo*) мигрировали по Земле, заселяя новые пространства. На карте представлены миграции одного из видов рода Человек. Можно утверждать, что направление миграций соответствует виду:



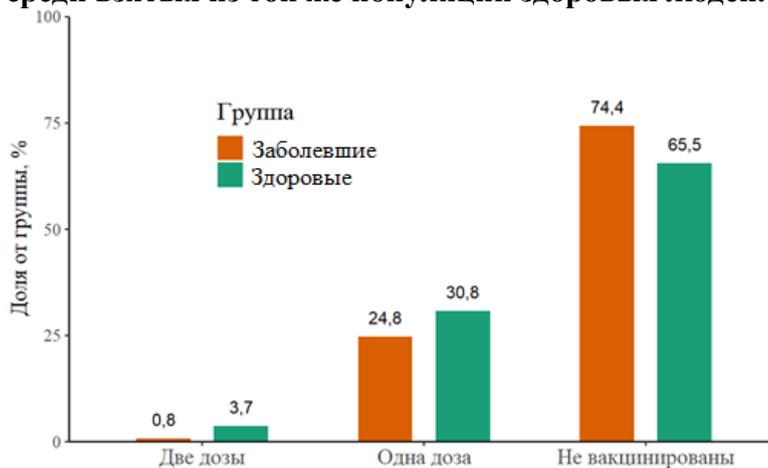
- а) Человек умелый (*H. habilis*);
б) Человек разумный (*H. sapiens*);
в) Человек неандертальский (*H. neanderthalensis*);
г) Человек прямоходящий (*H. erectus*).

Часть 2. Вам предлагаются тестовые задания с множественными вариантами ответа (от 0 до 5). Индексы верных ответов (В) и неверных ответов (Н) отметьте в матрице знаком «Х». Максимальное количество баллов, которое можно набрать – **75** (по 2,5 балла за каждое тестовое задание).

Образец заполнения матрицы («ПО» и «Бал.» заполняется жюри при проверке!):

№	?	а	б	в	г	д	ПО	Бал.
...	В		X	X		X		
	Н	X			X			

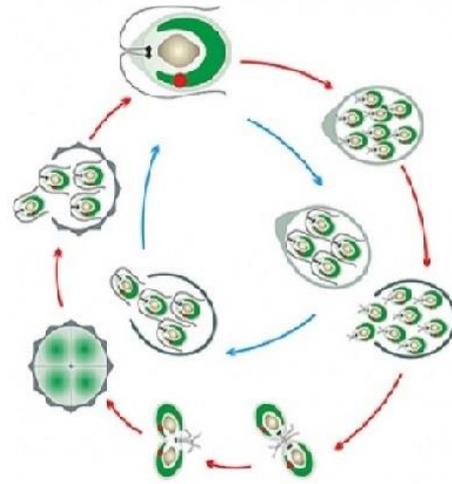
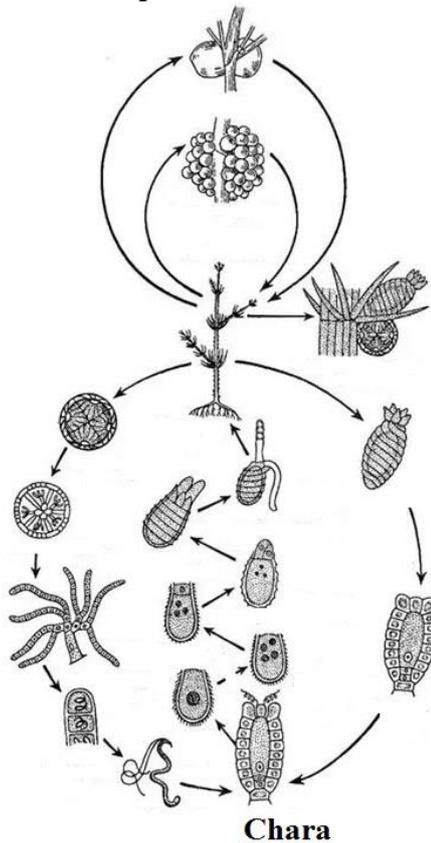
- Микробиологическими показателями для контроля качества донных отложений водоёмов являются:**
 - общая численность бактериобентоса;
 - общая численность бактериопланктона;
 - численность аэробных сапротрофных бактерий;
 - соотношение аэробных/анаэробных бактерий;
 - наличие бактерий азотфиксаторов.
- На рисунке представлены результаты исследования эффективности вакцины от ветрянки, проведенного в Катаре на группе детей и подростков. Это исследование «случай-контроль», в котором для расчета эффективности препарата определяют долю вакцинированных как среди заболевших, так и среди взятых из той же популяции здоровых людей.**



Используя информацию с рисунка, выберите правильные утверждения.

- Вакцина эффективна, так как среди не вакцинированных доля больных пациентов выше, чем здоровых.
- Две дозы вакцины менее эффективны, чем одна: в первом случае доля заболевших снижается примерно на 3% (с 3,7% до 0,8%); при этом одна доза вакцины снижает заболеваемость сильнее, на 6% (с 30,8% до 24,8%).
- Две дозы вакцины эффективнее, чем одна: в первом случае доля заболевших снижается в 4,6 раза (с 3,7% до 0,8%); при этом одна доза вакцины снижает заболеваемость всего лишь в 1,24 раза (с 30,8% до 24,8%).
- Даже одна доза вакцины эффективна, так как в этом случае отношение вакцинированных к не вакцинированным среди заболевших пациентов (33,3%) оказалась существенно ниже, чем среди здоровых (47,0%).
- Применение двух доз вакцины даёт высокую эффективность: отношение вакцинированных два раза к не вакцинированным среди заболевших пациентов примерно в 5 раз меньше, чем среди здоровых.

3. На рисунке даны жизненные циклы водорослей, относящихся к линии «Зеленые растения».



Chlamydomonas

Выберите верные и неверные утверждения для этих водорослей:

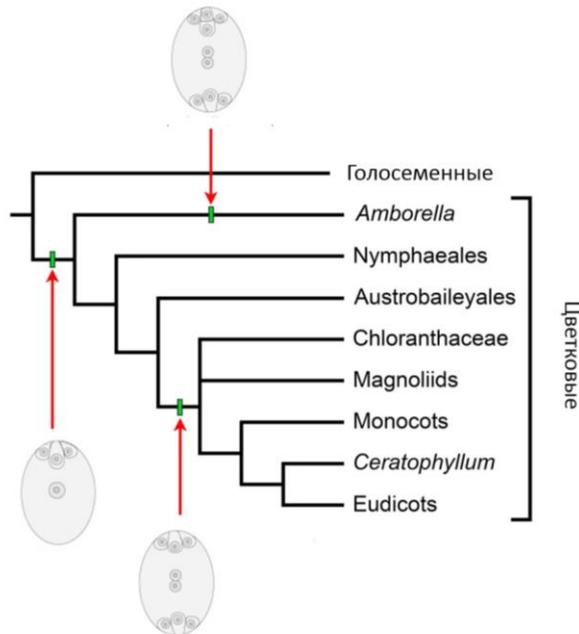
- а) Оба организма могут размножаться вегетативно.
 - б) Хара – однодомное растение;
 - в) Жизненные циклы у обеих водорослей проходит в гаплоидном состоянии, диплоидная стадия – зигота;
 - г) У хары, в отличие от хламидомонады, жизненный цикл диплоидный, мейоз связан с образованием гамет;
 - д) У хары многоклеточные половые органы.
4. Перед Вами фотографии багульника, произрастающего совместно с кустарниковыми березами и голубикой.



Выберите верные утверждения о данном растении:

- а) плод – гесперидий (помаранец), образованный нижней завязью 5-членного синкарпного гинецея;
- б) вид растений из семейства Вересковые (Ericaceae);
- в) растение по классификации И.Г. Серебрякова относится к травам;
- г) ксероморфное строение с листьями, покрытыми плотной кутикулой;
- д) растение произрастает на болотах и торфяниках.

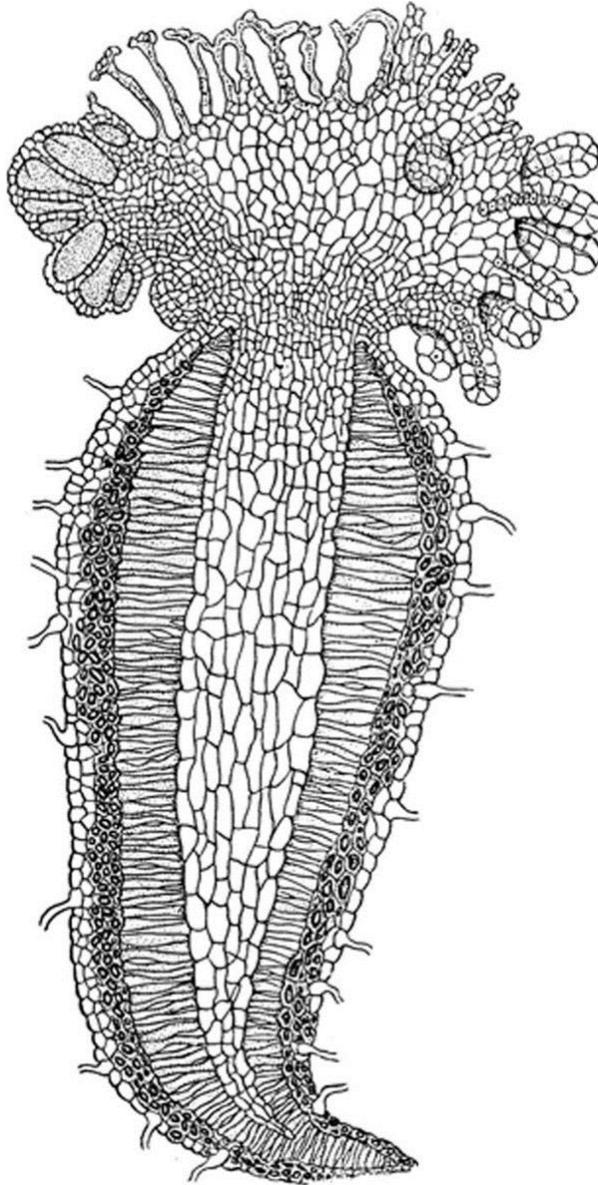
5. Кубышка желтая (*Nuphar lutea*) – широко распространенное водное растение семейства Кувшинковые (Nymphaeaceae). Ее ареал охватывает значительную территорию, включая различные климатические зоны, от умеренных до субтропических. Это свидетельствует о высокой адаптивности растения к различным условиям окружающей среды.



Выберете правильные утверждения, которые характерны для данного растения:

- а) в листовой пластинке развиваются астроклереиды (звездчатые клетки склеренхимы), обеспечивающие механическую прочность листа;
- б) по классификации И.М. Распопова данный вид относится к экологической группе плейстофитов;
- в) андроцей состоит из 10 тычинок, расположенных в два круга;
- г) относится к настоящим двудольным растениями (Eudicota);
- д) имеет четырехклеточный женский гаметофит.

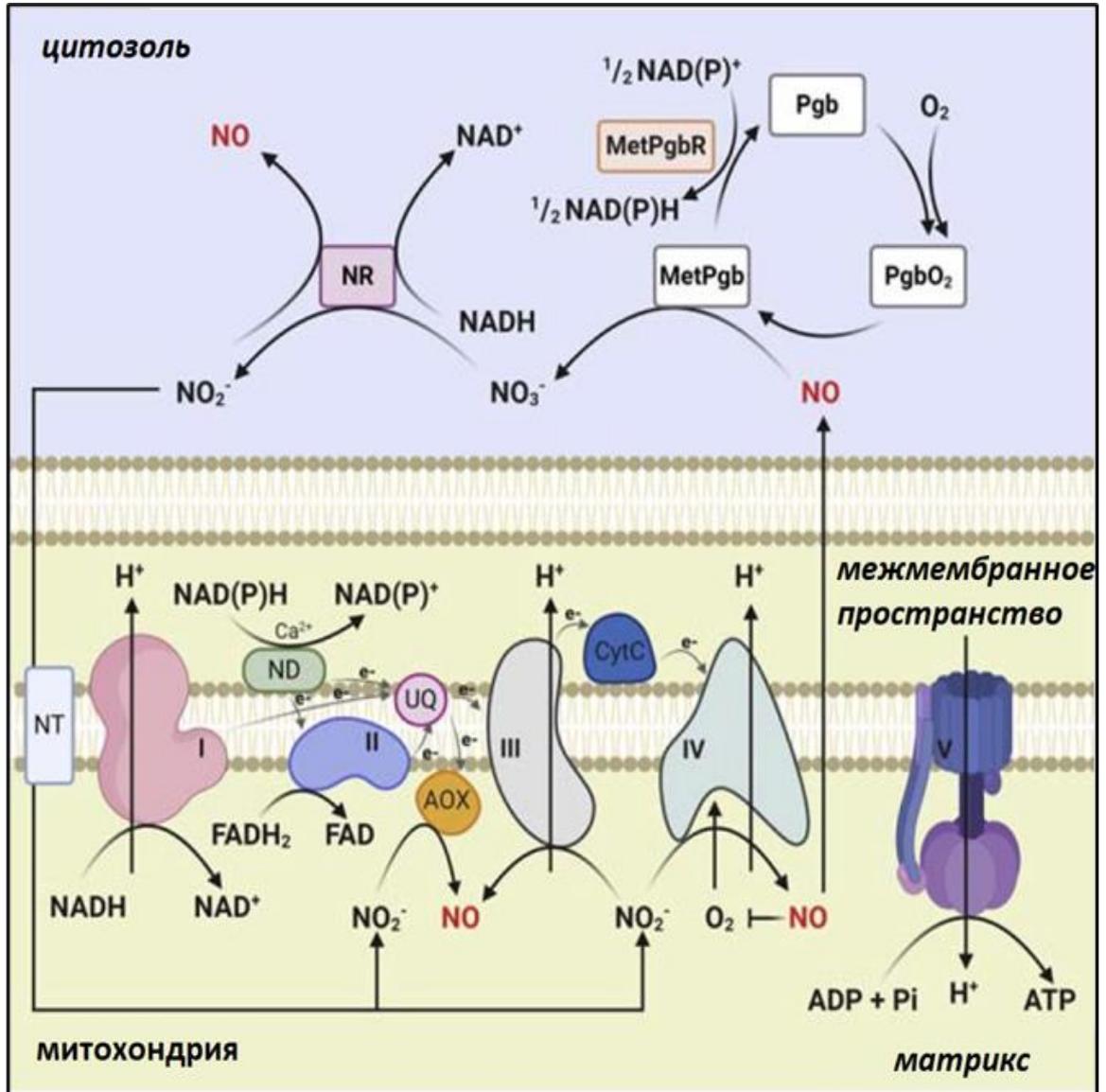
6. На рисунке ниже изображено высшее растение – целый свободноживущий организм.



Рассмотрев рисунок, можно утверждать, что:

- а) это цветковое растение;
- б) это голосеменное растение;
- в) это гаметофит мохообразного;
- г) это равноспоровое растение;
- д) изображен обоеполый организм.

7. У растений были обнаружены аналоги гемоглобина – фитоглобины (ФГ), с очень высоким сродством к кислороду. На рисунке представлен цикл фитоглобин-NO, необходимый растениям в условиях гипоксии. NR – нитратредуктаза; Pgb – фитоглобин (Fe^{2+}); MetPgb – метфитоглобин (Fe^{3+}); MetPgbR – метфитоглобин-редуктаза; ND – НАД(Ф)Н дегидрогеназа наружной стороны внутренней мембраны митохондрий; AOX – альтернативная оксидаза.



Рассмотрите рисунок и выберите правильные утверждения:

- NO_2^- восстанавливается до NO нитратредуктазой, альтернативной оксидазой, а также комплексами III и IV дыхательной цепи митохондрий;
- растениям, находящимся в условиях гипоксии, необходимо хорошее снабжение нитратом;
- растениям, находящимся в условиях гипоксии, необходимо хорошее снабжение аммонием;
- семена мутантов с повышенным количеством ФГ возможно могут прорасти в условиях гипоксии;
- цикл фитоглобин-NO особенно важен для сортов риса, которые растут глубоко в воде.

8. В клетках растений протекает уникальный процесс - прямая конверсия жиров в углеводы. Выберите верные утверждения об этом процессе:
- накопление триацилглицеридов происходит в олеосомах;
 - повышение активности каталазы в пероксисомах можно наблюдать в осенний период у листопадных растений;
 - в глиоксилатном цикле присутствует уникальный фермент, позволяющий переходить от C2 к C4-соединениям. Этот фермент отсутствует у человека, поэтому люди не способны к осуществлению прямой конверсии жиров в углеводы;
 - этот процесс затрагивает несколько компартментов: глиоксисому, митохондрию и цитоплазму;
 - ввиду усиленного образования восстановительных эквивалентов при протекании конверсии жиров в углеводы, требуется активация альтернативной оксидазы.
9. Отметьте те группы животных, представители которых имеют голопелагический жизненный цикл (все стадии онтогенеза протекают в толще воды):
- Морские стрелки (*Chaetognatha*);
 - Кольчатые черви (*Annelida*);
 - Гребневики (*Stenophora*);
 - Моллюски (*Mollusca*);
 - Мшанки (*Bryozoa*).
10. Отметьте те группы эукариот, которые не имеют в своем составе паразитических представителей:
- Метамонады (*Metamonada*);
 - Альвеоляты (*Alveolata*);
 - Бурые водоросли (*Fucophyceae*);
 - Хоанофлагелляты (*Choanoflagellata*);
 - Стрекающие (*Cnidaria*).
11. Во внешнюю среду НЕ выводятся яйца и/или личинки паразитических червей:
- нитчатка Банкрофта (*Wuchereria bancrofti*, возбудителя «слоновой болезни»);
 - «собачий сердечный червь» (*Dirofilaria immitis*, возбудитель диروفилариоза);
 - трихинелла (*Trichinella spiralis*, возбудитель трихинеллёза);
 - токсокары (*Toxocara canis*, *Toxocara cati* – возбудители токсокароза);
 - гвинейский червь, или ришта (*Dracunculus medinensis*, возбудитель дракункуллёза).
12. В конце пермского – начале триасового периодов (около 250 млн лет назад) произошло одно из крупнейших вымираний живых организмов в истории Земли, которое привело к исчезновению 96% всех морских и 73% наземных видов животных. Немногие пережившие это вымирание дали начало развитию новых групп животных. В это время вымерли:
- архозавры;
 - парейзавры;
 - динозавры;
 - трилобиты;
 - териодонты.

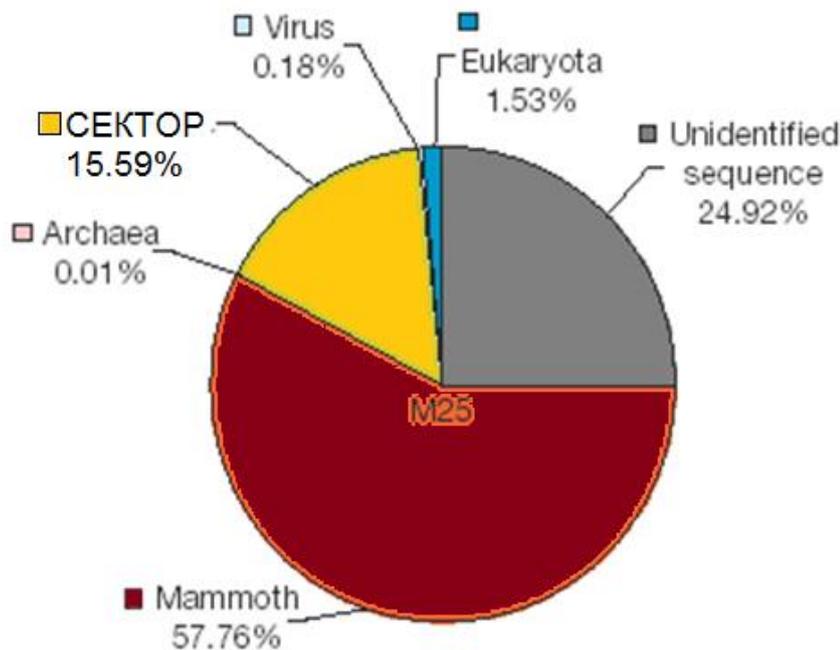
13. Все представители семейства хамелеонов (*Chamaeleonidae*) способны изменять свою окраску.



Как выяснили учёные это достигается за счет:

- а) изменения угла отражения падающего света прозрачными клетками верхнего слоя кожи;
 - б) растягивания и сжимания пигментных клеток кожи;
 - в) выработки в коже пигментов разных цветов в различных условиях освещённости;
 - г) изменения температуры отдельных участков кожи;
 - д) преломления лучей света в кристаллах гуанина, содержащихся в верхнем слое кожи.
14. **Альдостерон – основной минералокортикостероидный гормон коры надпочечников у человека. Минералокортикоиды вызывают усиление канальцевой реабсорбции катионов натрия, анионов хлора и одновременно усиливают канальцевую экскрецию катионов калия. Какие из приведенных факторов усиливают секрецию альдостерона?**
- а) снижение концентрации натрия в плазме крови;
 - б) снижение объема циркулирующей крови;
 - в) повышение активности ренин-ангиотензин-альдостероновой системы;
 - г) снижение синтеза ангиотензина I;
 - д) повышение артериального давления.
15. **При гипертиреозе в организме человека наблюдается:**
- а) повышение уровня общего энергетического обмена;
 - б) снижение интенсивности термогенеза;
 - в) стимуляция превращения эстрогенов в андрогены;
 - г) увеличение частоты сердечных сокращений;
 - д) появление диффузного токсического зоба.

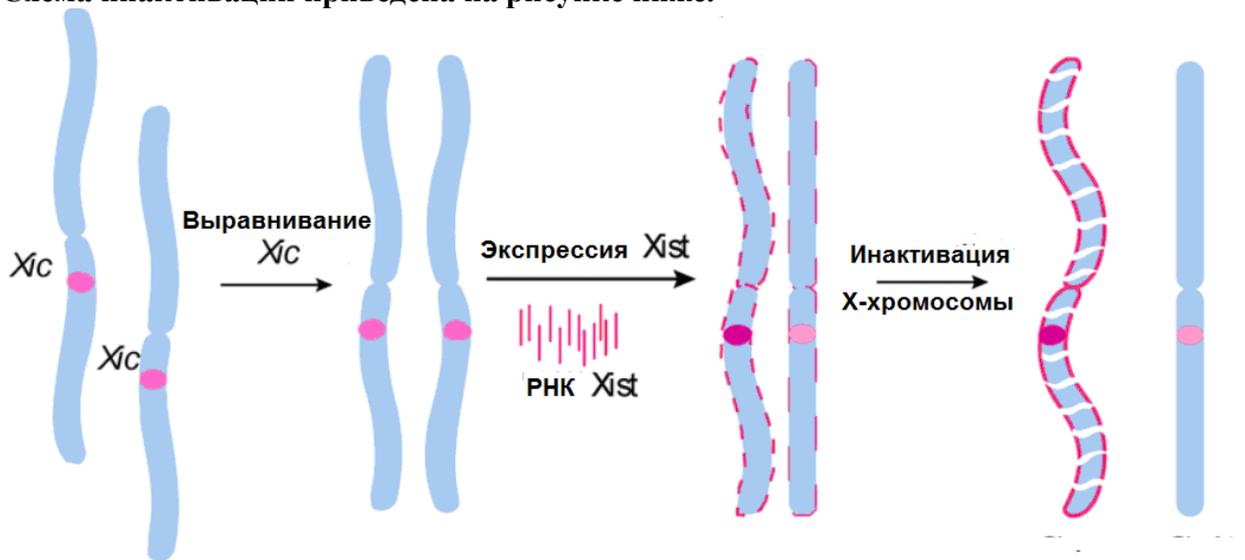
16. Многие возбудители заболеваний находятся внутри поражённых клеток вне досягаемости для гуморальных факторов иммунитета, таких как антитела. Чтобы уничтожить инфицированные клетки, возникла обособленная система клеточного приобретённого иммунитета, основанная на функционировании Т-цитотоксических лимфоцитов (Т-киллеров). Какие из процессов характерны для активированных Т-цитотоксических лимфоцитов (CD8+)?
- высвобождение перфорина и гранзимов для индукции апоптоза;
 - фагоцитоз инфицированных клеток;
 - распознавание антигена, связанного с молекулами главного комплекса гистосовместимости МНС I;
 - активация через взаимодействие с Т-хелперами (CD4+), секретирующими интерлейкин-2;
 - модуляция силы и продолжительности иммунного ответа.
17. Сужение просвета бронхов наблюдается при:
- действии адреналина на гладкие мышцы бронхов;
 - активации симпатической нервной системы;
 - выделении гистамина иммунными клетками дыхательных путей;
 - действии ацетилхолина на стенку бронхов;
 - выработке медиаторов воспаления.
18. Рассмотрите диаграмму, показывающую происхождение последовательностей, полученных при секвенировании генома мамонта.



Можно утверждать, что:

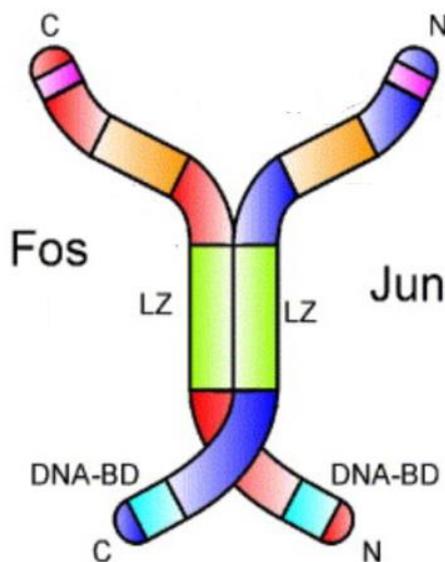
- оранжевый сектор (15.59%) соответствует бактериальной ДНК;
- розовый сектор (0,01%) соответствует ДНК паразитической микрофлоры;
- ДНК мамонта по размеру менее фрагментирована, чем ДНК других фракций;
- идентифицировать ДНК из серого сектора (24,92%) не удалось, потому что это ДНК принадлежит ныне вымершим видам;
- человеческая ДНК входит в состав синего сектора (1,53%).

19. Инактивация одной из двух X-хромосом в клетках млекопитающих начинается с локуса, называемого XIC, с которого синтезируется РНК Xist. Схема инактивации приведена на рисунке ниже.



Верно, что:

- РНК Xist кодирует белок XIC, участвующий в инактивации X-хромосомы;
 - в случае трисомии будут инактивированы две X-хромосомы из трех;
 - инактивация X-хромосомы каждый раз начинается заново в фазе G2;
 - на Y-хромосоме есть локус, гомологичный локусу XIC;
 - дупликация локуса XIC на аутосоме может привести к инактивации этой аутосомы.
20. Рассмотрите схематичную структуру транскрипционного фактора AP1, приведенную на рисунке.



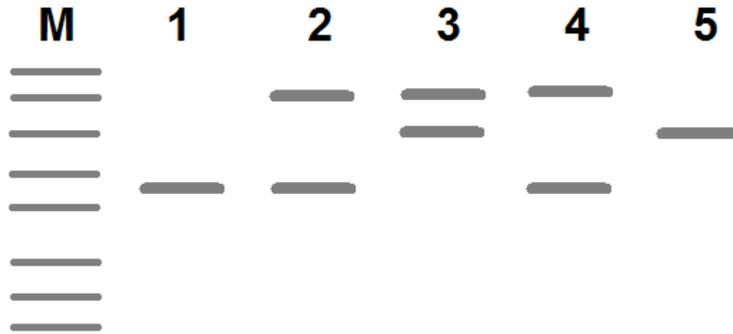
Этот белок:

- гетеродимер, состоящий из белков Fos и Jun;
- имеет палиндромный сайт связывания в ДНК;
- содержит димеризационный мотив «лейциновая молния»;
- имеет сигналы ядерной локализации;
- имеет сайты гликозилирования.

21. Принципиальными отличиями вторичного иммунного ответа от первичного является то, что:

- а) размножение лимфоцитов происходит в лимфоузлах, а не в костном мозге;
- б) появляются не только антитела и В-клетки, но и Т-клетки;
- в) размножаются потомки клеток памяти, а не наивных лимфоцитов;
- г) в гуморальном иммунитете преобладают IgG вместо IgM;
- д) он может быть направлен против патогена любого типа.

22. Рассмотрите результаты геномной дактилоскопии (гель-электрофорез результатов ПЦР для X-сцепленного STR-локуса) семьи, состоящей из родителей и трех детей. Дорожка М соответствует маркеру молекулярных масс, дорожки 1 - 5 соответствуют членам семьи. В этой семье:



- а) две дочери и один сын;
- б) отцу соответствует дорожка 1;
- в) матери соответствует дорожка 2;
- г) дочери соответствует дорожка 3;
- д) сыну соответствует дорожка 5.

23. Пируватдегидрогеназный комплекс обеспечивает декарбоксилирование пировиноградной кислоты (пирувата) с образованием ацетил-КоА. Это комплекс состоит из трех ферментов: пируватдегидрогеназы, дигидролипоилтрансацилазы и дигидролипоилдегидрогеназы. Какие коферменты необходимы для работы этого комплекса?

- а) пиридоксальфосфат;
- б) биотин;
- в) фолиевая кислота;
- г) кофермент Q;
- д) тиаминпирофосфат.

24. Известно, что многие археи могут обитать в экстремальных условиях, в частности, при очень высоких температурах. В связи с этим их плазматические мембраны построены из липидов, которые значительно отличаются от липидов, из которых построены плазматические мембраны клеток большинства бактерий и эукариот.

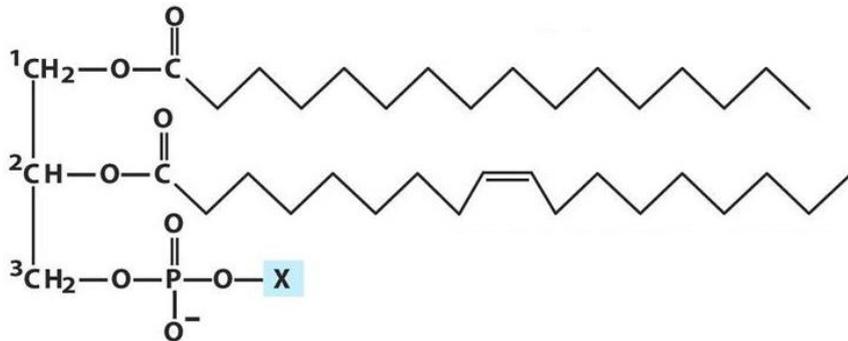


Рис.1 Мембранный липид бактерий и эукариот

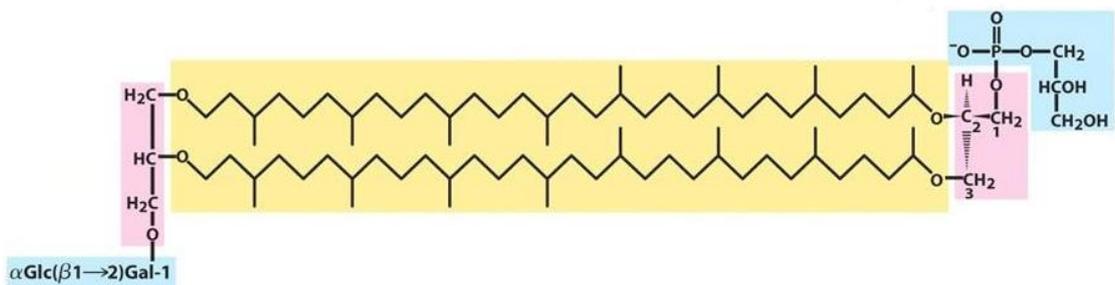
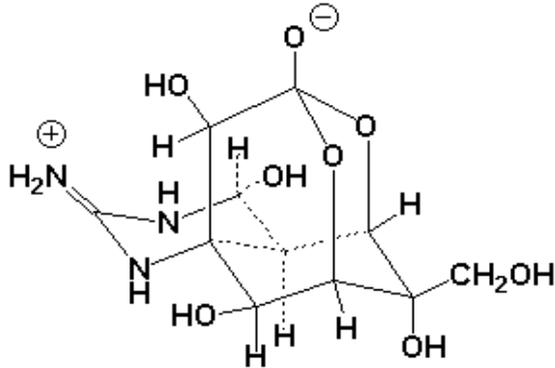


Рис.2 Мембранный липид архей

Внимательно рассмотрите приведенные выше рисунки и ответьте, являются ли приведенные утверждения верными или неверными:

- а) гидрофильные «головки» мембранных липидов в обоих случаях построены на основе глицерина;
- б) гидрофобные компоненты мембранных липидов в обоих случаях связаны с компонентами полярных головок сложноэфирными связями.
- в) структура мембраны в обоих случаях представляет собой классический липидный бислой;
- г) приведенные на рисунках липиды в обоих случаях можно отнести к фосфолипидам;
- д) липиды мембран архей относятся к изопреноидам.

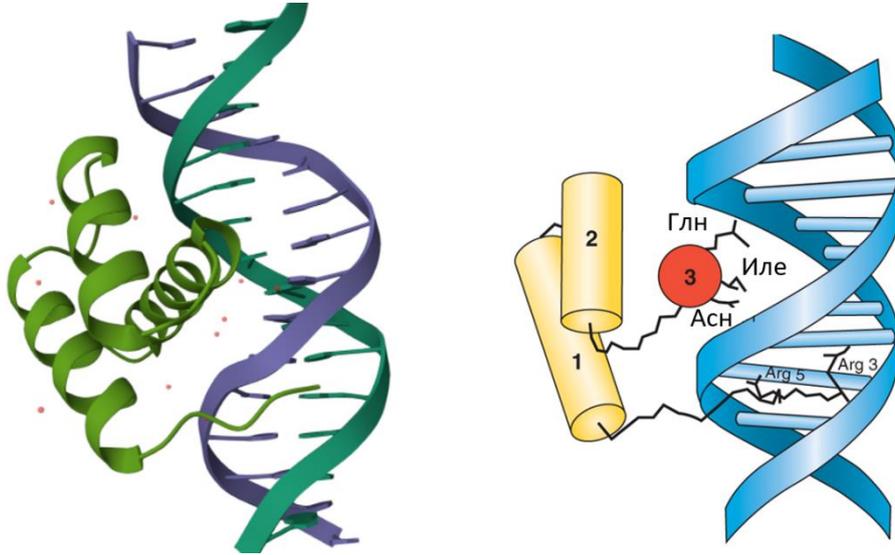
25. В эксперименте на изолированном гигантском аксоне кальмара исследователь регистрирует величину потенциала покоя. После этого он добавляет в перфузионную жидкость блокатор натриевых каналов тетродотоксин (формула дана ниже).



К каким последствиям это приведет?

- а) снизится потенциал покоя;
 - б) повысится потенциал покоя;
 - в) снизится потенциал действия;
 - г) повысится потенциал действия;
 - д) уменьшится период рефрактерности.
26. Термогенез в митохондриях — это процесс, при котором митохондрии производят тепло за счет окислительного фосфорилирования. Данные реакции играют важную роль в поддержании гомеостаза тела, особенно при экстремальных температурах окружающей среды. Укажите верные и неверные утверждения об этом процессе:
- а) термогенез в митохондриях осуществляется за счет работы белка термогенина (UCP1), расположенного во внутренней митохондриальной мембране и использующего протонный градиент для выделения тепла;
 - б) источником термогенеза может являться работа креатинового цикла, в котором креатин фосфорилируется креатинкиназой, выделяющей тепло;
 - в) в белой жировой ткани млекопитающих происходит активный термогенез в митохондриях;
 - г) Активация термогенеза в митохондриях может происходить под влиянием холода, гормонов щитовидной железы, адреналина и норадреналина;
 - д) Увеличение термогенеза в митохондриях может способствовать снижению веса, поскольку этот процесс требует значительного количества энергии, которое может быть получено за счет окисления жиров и углеводов.

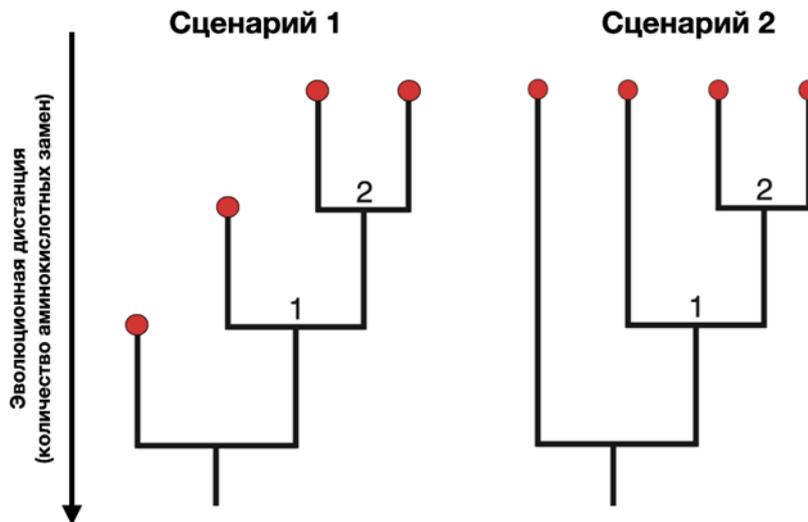
27. ДНК-связывающие домены — домены белков, специфически узнающие ДНК, то есть селективно связывающие определенные последовательности нуклеотидов. К ДНК-связывающим доменам, например, относятся гомеодомены. На рисунках показано взаимодействие гомеодомена с ДНК. Слева — структура из базы данных Protein Data Bank, справа — схематичное изображение: цилиндрами показаны альфа-спирали белка, а ломаные линии обозначают боковые цепи аминокислот или участки полипептида без вторичной структуры. Известно, что спираль 1 состоит из 13 аминокислотных остатков.



Выберите верные утверждения:

- а) Гомеодомен связывается с большой бороздкой ДНК специфически;
- б) Гомеодомен связывается с малой бороздкой ДНК неспецифически;
- в) Показанные на третьей альфа-спирали остатки могут иметь порядковые номера Глн 45, Иле 47 Асп 48;
- г) Показанные на третьей альфа-спирали остатки могут иметь порядковые номера Иле 45, Глн 48, Асп 49;
- д) Делеция участка, кодирующего спираль 2, не приведет к потере функции специфического узнавания ДНК гомеодоменом.

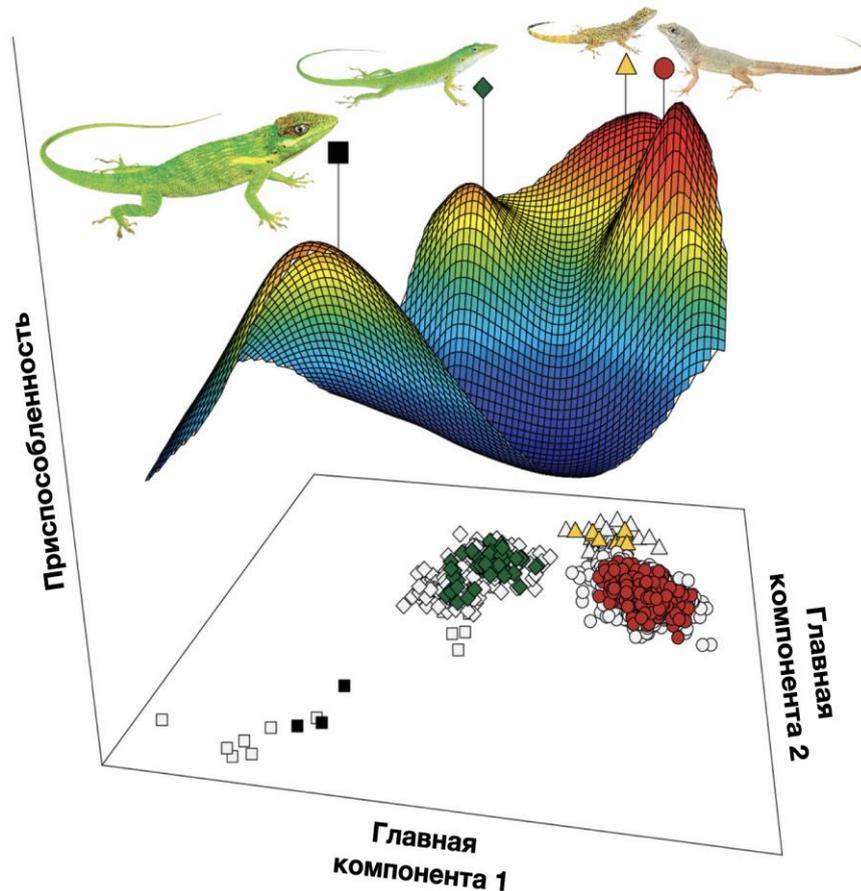
28. Вопрос о том, равномерен ли темп (скорость) эволюции является одним из ключевых для эволюционной биологии. Оценки молекулярных генетиков, предсказывают, что эволюция должна быть равномерной (градуалистической). Палеонтологические данные часто свидетельствуют о том, что эволюция имеет высокую скорость при формировании видов, а затем сильно замедляется: наступает эволюционный стазис. Второй тип темпа эволюции называют пунктуалистическим.



Выберите верные утверждения о темпах эволюции:

- а) накопление нейтральных мутаций, вероятнее всего, будет соответствовать градуалистическому темпу эволюции;
 - б) накопление синонимичных однонуклеотидных замен в белках соответствует филогенетическому дереву в сценарии 1;
 - в) филогенетическое дерево в сценарии 1 соответствует пунктуалистической эволюции;
 - г) кембрийский взрыв – один из редких примеров градуалистической эволюции, который можно обнаружить в палеонтологической летописи;
 - д) в консервативных генах, например, цитохромоксидазе 1 не наблюдается ни один из вариантов эволюции, так как все возникающие мутации в этом белке отсеиваются отбором.
29. **Кембрийский взрыв – это резкое увеличение количества ископаемых отложений в ископаемой летописи, произошедшее на границе докембрия и фанерозоя. Из перечисленных событий в это время произошло:**
- а) массовое появление хищных животных, которые питались другими многоклеточными животными, а не соскребали бактериальные маты;
 - б) по-видимому, первое появление животных с радулой;
 - в) выход первых животных на сушу из океанов;
 - г) формирование зарывающихся в грунт животных, которые строили трубки;
 - д) появление в палеонтологической летописи представителей большинства современных типов животных.

30. **Адаптивный ландшафт** – это графический способ отображения приспособленности определенного генотипа (генофонда), впервые предложенный Сьюэллом Райтом в 1931 году. Высоты пиков на адаптивном ландшафте соответствуют локальным или глобальным максимумам приспособленности. В недавнем исследовании четырех близких видов ящериц рода *Anolis* построили адаптивный ландшафт для фенотипов животных. При этом сначала у групп ящериц разных видов измерили множество морфологических признаков, а затем провели анализ главных компонент.



Полученную поверхность, задаваемую компонентами, рассматривали как пространство возможных фенотипов:

- движение вниз по ландшафту приспособленности (от пиков к впадинам) может быть обусловлено мутационным процессом и дрейфом генов;
- образование гибридов у ящериц маловероятно, так как гибридный вид скорее всего попадет в жёлоб на адаптивном ландшафте;
- движение по адаптивному ландшафту может быть обусловлено только естественным отбором и отражает процесс адаптации видов к среде обитания;
- адаптивный ландшафт не меняется со временем, то есть является константой, а меняется лишь приспособленность и положение популяций на нём;
- разные виды ящериц занимают различные пики приспособленностей на адаптивном ландшафте, а значит адаптированы к своим экологическим нишам наилучшим образом.

Часть 3. Вам предлагаются тестовые задания с множественными вариантами ответа (от 0 до 5), в формате Международной биологической олимпиады. В заданиях содержатся все данные, которые наряду с базовыми знаниями необходимы и достаточны для установления верного ответа. Индексы верных ответов (В) и неверных ответов (Н) отметьте в матрице знаком «X». Максимальное количество баллов, которое можно набрать – **70 (по 5 баллов за 14 тестовых заданий)**.

При оценивании будет использована **прогрессивная шкала оценивания**. Подсчет очков за один вопрос:

Если все пять ваших ответов будут правильными, то вы получите **5 баллов**.

Если только четыре ответа будут правильными, то вы получите **3 балла**.

Если только три ответа будут правильными, то вы получите **2 балла**.

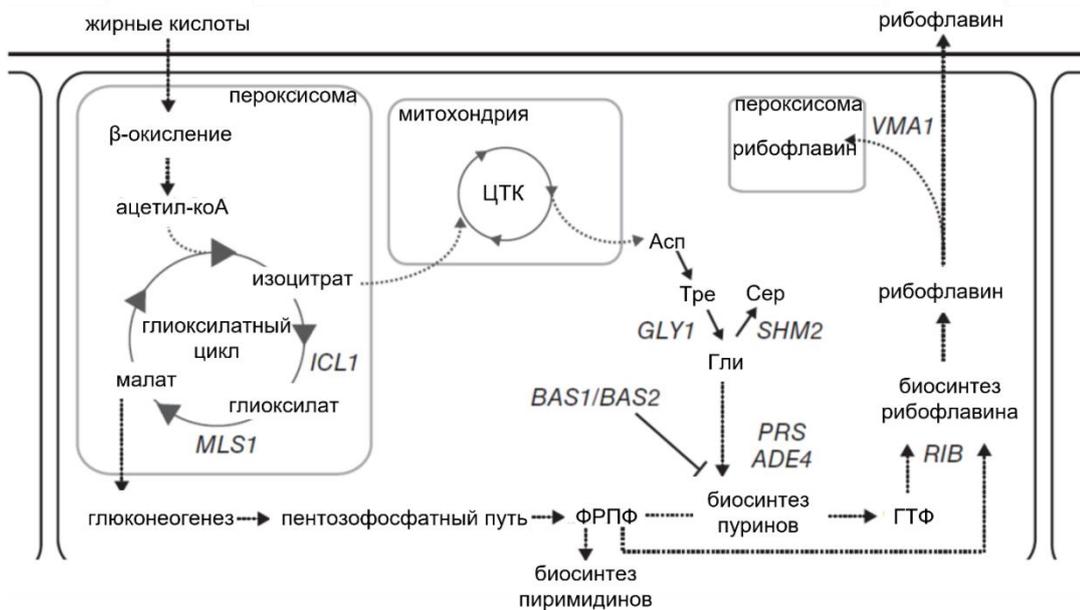
Если только два ответа будут правильными, то вы получите **1 балл**.

Если правильными будут менее двух ответов, то вы ничего не получите (**0 б.**).

Образец заполнения матрицы («ПО» и «Бал.» заполняется жюри при проверке!):

№	?	а	б	в	г	д	ПО	Бал.
	В		X	X		X		
...	Н	X			X			

1. Микробицет *Ashbya gossypii* является основным продуцентом рибофлавина в промышленной биотехнологии. Представьте, что вам необходимо получить улучшенный штамм из природного микробицета с помощью современных технологий геномного редактирования. Рассмотрите схему метаболических путей, связанных с синтезом рибофлавина, и выберите гены, которые целесообразно гиперэкспрессировать с целью увеличения выхода целевого продукта.



Укажите в Листе Ответов, по каждой позиции Верно (В) или Неверно (Н):

А) *ICL1*;

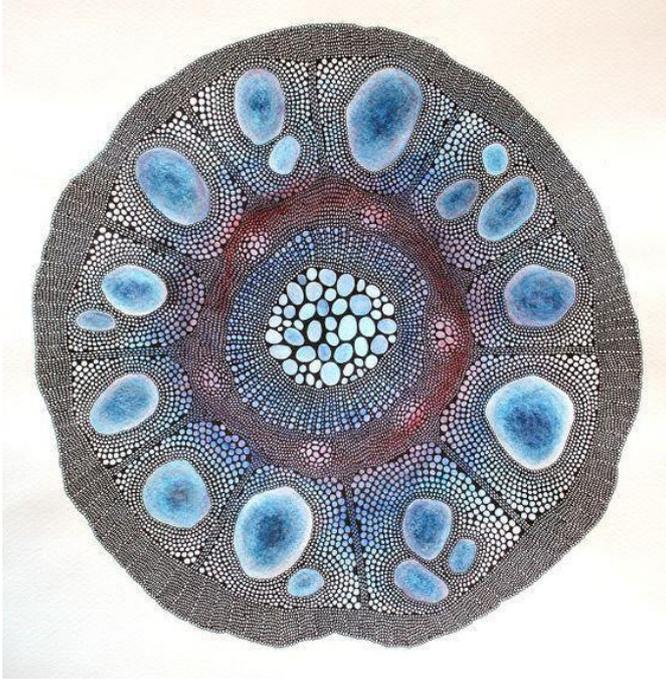
Б) *BAS2*;

В) *SHM2*;

Г) гены ферментов пентозо-фосфатного пути;

Д) гены ферментов биосинтеза пиримидинов.

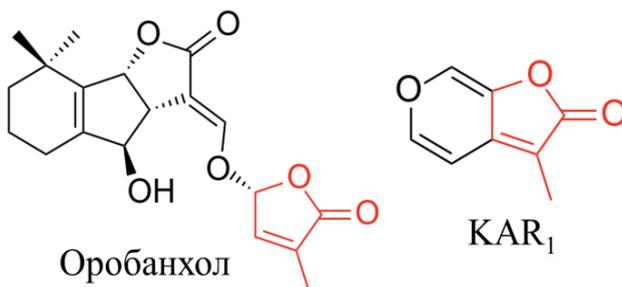
2. Ниже приведен рисунок, изображающий поперечный срез органа растения.



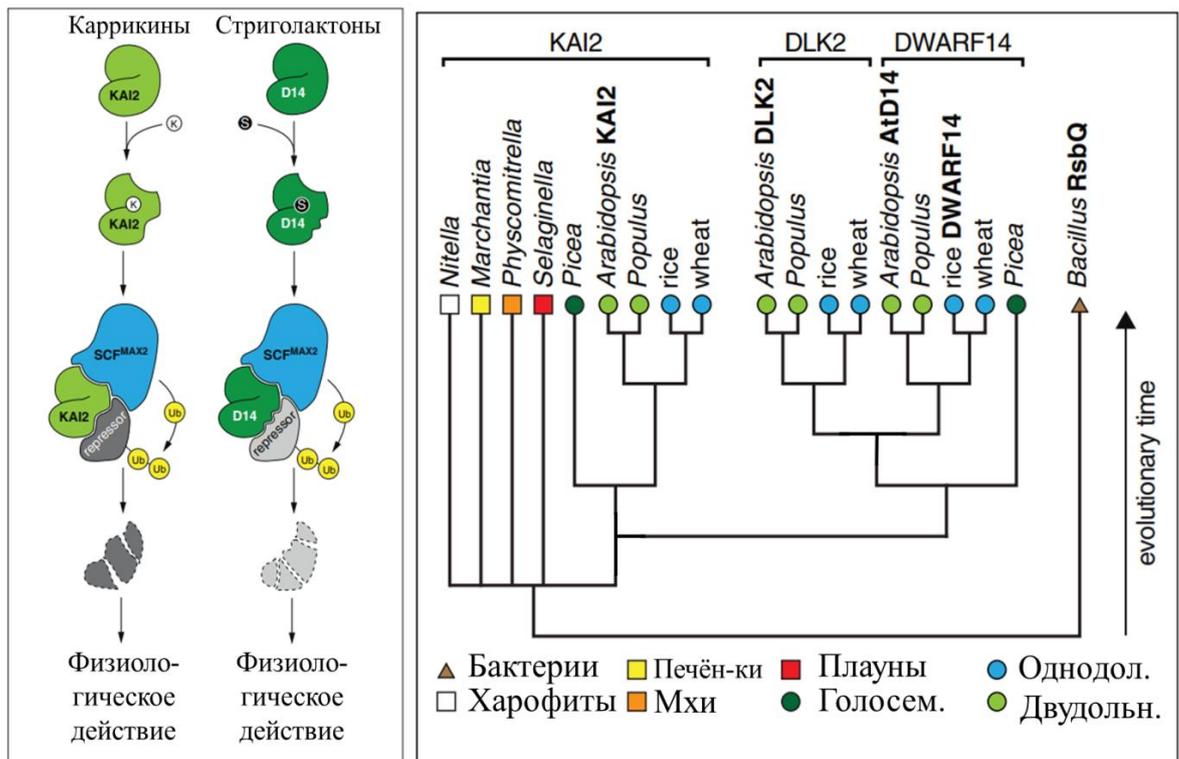
Рассмотрев рисунок, укажите в Листе Ответов, является каждое из следующих утверждений Верным (В) или Неверным (Н).

- А) У данного растения имеются ребра жесткости, состоящие из клеток, стенки которых инкрустированы оксидом кремния.
- Б) Это поперечный срез стебля.
- В) этот орган покрыт ризодермой.
- Г) У этого растения имеется уголковая колленхима, которая располагается сразу под эпидермой.
- Д) Это абстракция, нарисованная нейросетью.

3. Во многих семействах растений обнаружены виды, прорастающие лишь после лесного пожара. Каррикины – это компоненты дыма, появляющиеся при горении древесины и вызывающие прорастание у таких растений. Разнообразие семейств, где есть представители, способные прорасти в ответ на каррикины, натолкнуло исследователей на мысль о том, что они воздействуют на рецептор распространённых у всех растений гормонов. Взгляд учёных пал на стриголактоны – гормоны, способные вызывать прорастание семян паразитических растений, участвующих в регуляции микоризообразования, регулирующих апикальное доминирование, архитектуру корня и др. Ниже приведены структуры стриголактона оробанхола и каррикина KAR₁ (по Waters & Nelson, 2022).



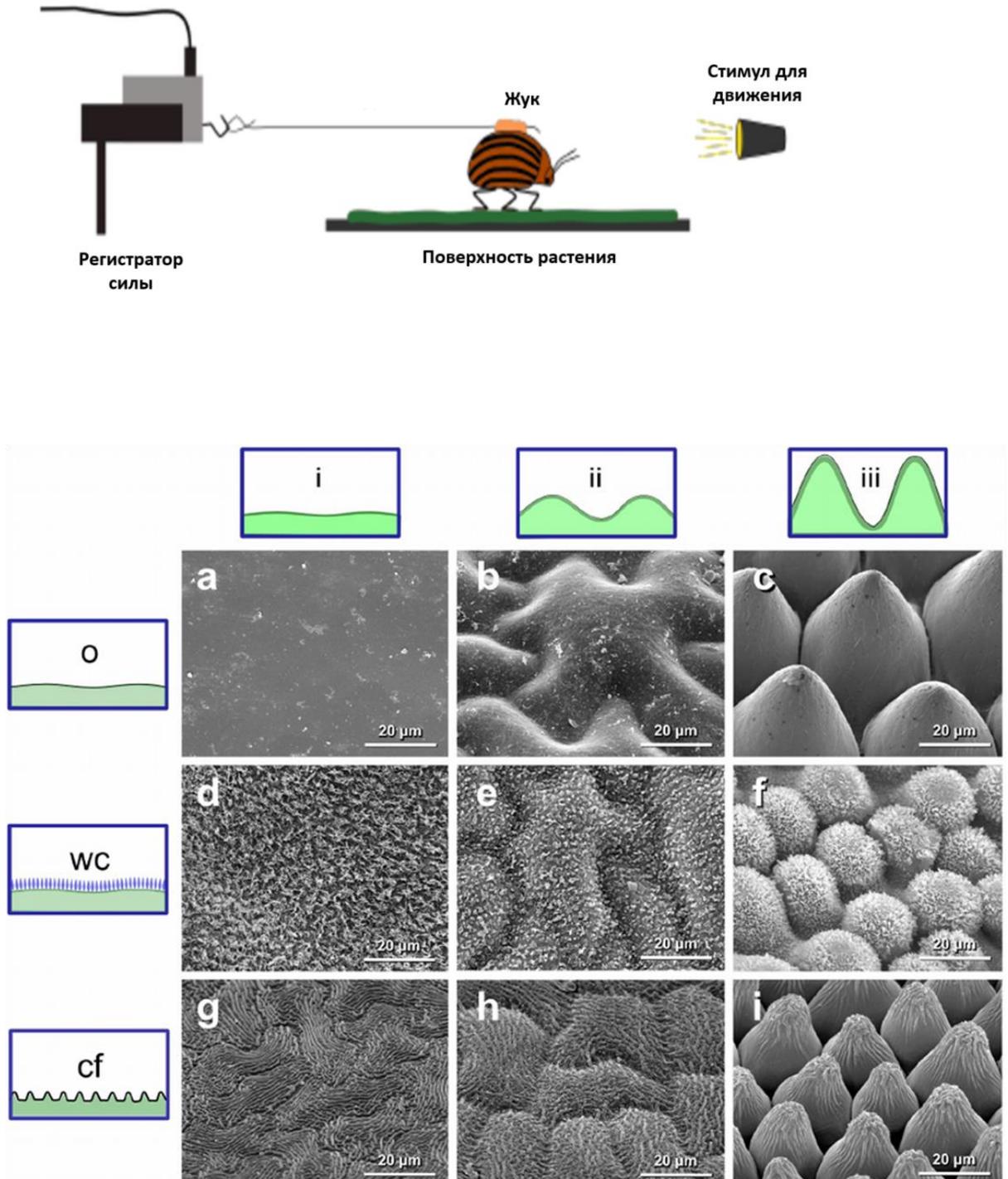
Тем не менее, вскоре выяснилось, что каррикины и стриголактоны имеют разные рецепторы (KAI2 и D14, или DWARF14, соответственно), которые, однако, имеют общую эволюционную историю и могут быть объединены в единое семейство KAI2-D14 (по Waters et al., 2013 с изменениями). Представители этого семейства имеются у харовых водорослей и высших растений, в то время как у зелёных водорослей они обнаружены не были. Рисунки, демонстрирующие системы рецепции каррикинов и стриголактонов и филогенез последовательностей генов KAI2, D14 и схожего белка DLK2, представлены ниже.

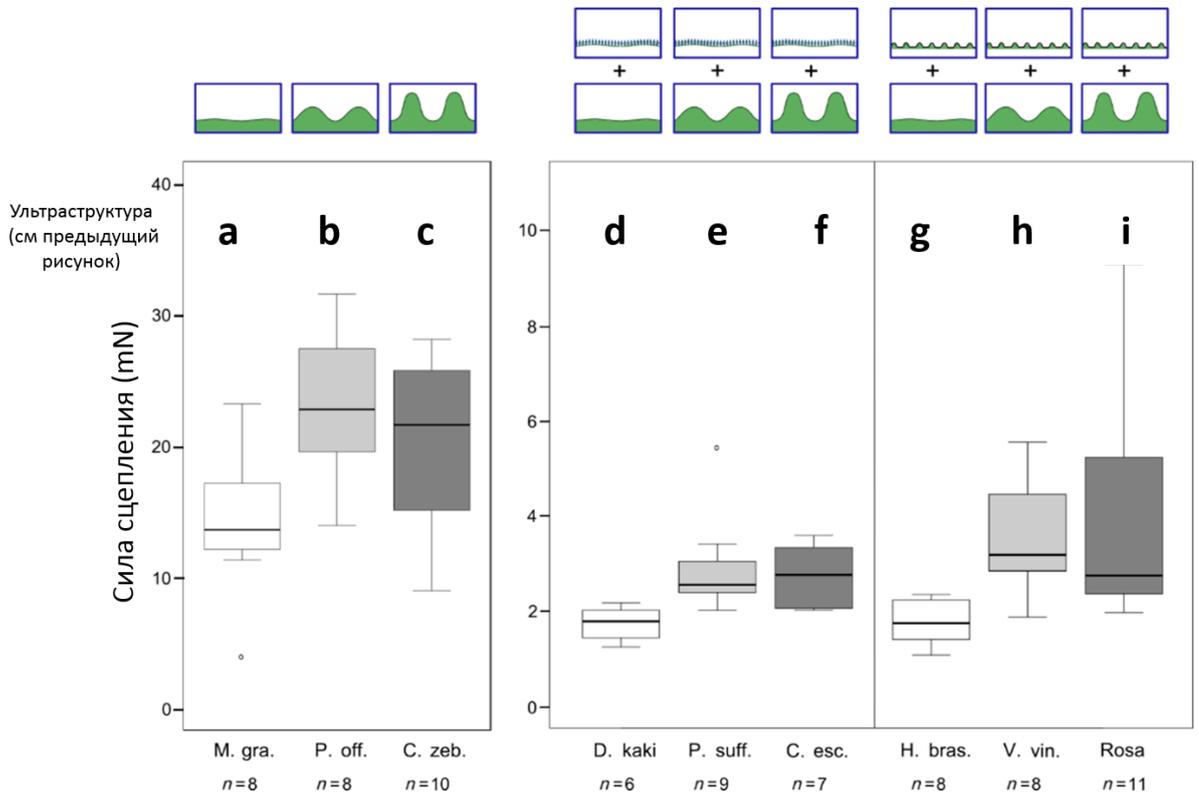


Основываясь на собственных знаниях и информации, представленной в задании, укажите в Листе Ответов, является каждое из следующих утверждений о каррикинах **Верным (В)** или **Неверным (Н)**.

- А) Рецептор каррикинов является E3-компонентом убиквитинлигазного комплекса, то есть отвечает за узнавание субстрата, который будет полиубиквитинилирован с дальнейшим разрушением в протеасоме.
- Б) Каррикины, вероятно, способны запускать выход семян из состояния физиологического покоя, воздействуя на рецептор стриголактонов благодаря схожести их химических мотивов.
- В) Помимо растений, требующих для прорастания лесного пожара, в ответ на каррикины могут прорасти и другие растения, например, *Arabidopsis thaliana*.
- Г) Наличие у бактерий ортолога KAI2-D14 однозначно свидетельствует о том, что это семейство белков могло появиться у Архепластид в ходе первичного эндосимбиоза пластид.
- Д) Белки KAI2 и D14 – паралоги, чья дивергенция в эволюционной истории произошла на уровне сосудистых растений.

4. Перед Вами серия фотографий поверхности эпидермы разных органов у разных растений, на которых отражены степень выпуклости клеток эпидермы (*i, ii, iii*) и варианты микроструктуры кутикулы (*o, wc, cf*). В статье анализировалась сила сцепления активно передвигающихся самцов колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata*) в зависимости от поверхностной структуры растений.

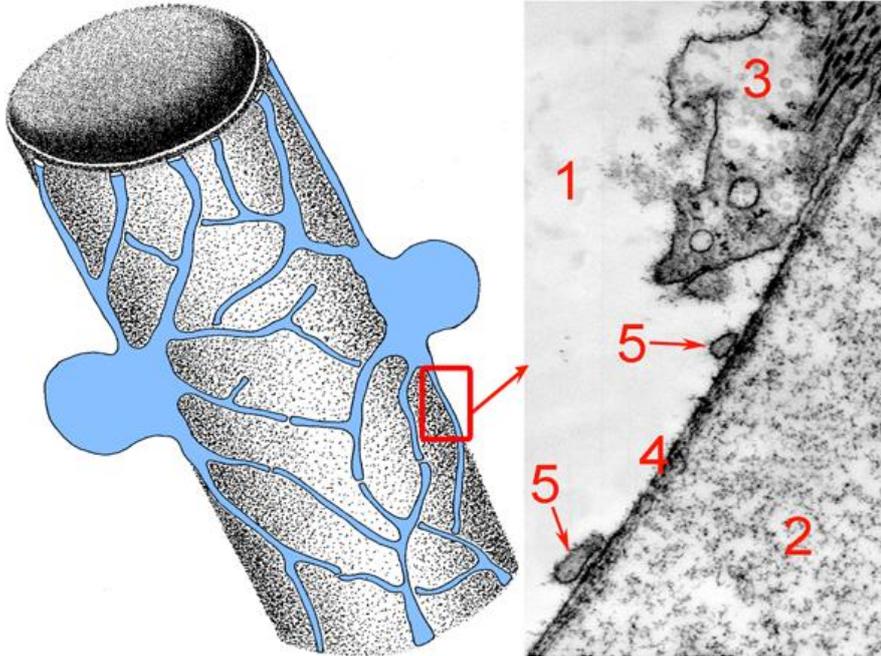




Основываясь на собственных знаниях и информации, представленной в задании, укажите в Листе Ответов, является каждое из следующих утверждений Верным (В) или Неверным (Н).

- А) Увеличение степени выпуклости клеток от выпуклых (ii) к сосочковым (iii) в большинстве случаев ведет к увеличению силы сцепления.
- Б) При любом варианте микроструктуры кутикулы выпуклые (ii) и сосочковые (iii) клетки обеспечивают лучшее прикрепление жука к поверхности органа, нежели плоские клетки (i).
- В) Наличие кристаллов воска (wc) или кутикулярных складок (cf) на поверхности клеток снижают способность жука закрепляться на поверхности растения.
- Г) Кутикулярные складки существенно повышают силу сцепления, так как насекомое может зацепиться за поверхность растения
- Д) Форма клеток (степень выпуклости) не оказывает никакого влияния на силу сцепления.

5. На рисунке слева дана схема, а справа – фотография, сделанная при помощи электронного микроскопа. На рисунке показан участок внутренних органов беспозвоночного животного.



Используя свои знания о строении и функционировании внутренних органов беспозвоночных животных, укажите в Листе Ответов, является ли каждое из следующих утверждений Верным (В) или Неверным (Н).

- А) У животного с таким строением органы выделения представлены метанефридиями;
 Б) У животного с таким строением полость тела выстлана целотелием;
 В) Структура, обозначенная цифрой 3, содержит миофиламенты;
 Г) Структура, обозначенная цифрой 4, является местом ультрафильтрации;
 Д) Цифрой 1 обозначено межклеточное вещество, преимущественно состоящее из крупных молекул белков и углеводов.
6. Личинки комаров рода Хаоборус (*Chaoborus*) – единственные известные истинно пелагические насекомые (Рис. 1, 2). Они обитают в пресных водоемах, от лесных луж до огромных озер по всему миру и могут совершать значительные суточные вертикальные миграции, чтобы избежать выедания рыбами. Личинки регулируют свою плавучесть, обратимо изменяя объем двух пар газовых пузырей. Газовый пузырь по форме напоминает короткую и изогнутую замкнутую трубку (Рис. 3). Стенка газового пузыря состоит из одного слоя клеток, внутри пузырь выстлан кутикулой. Состав газа, заполняющего пузырь, идентичен смеси газов, растворенных в воде. В стенке газовых пузырей выявлен резилин – белок, обладающий высокоэластичными свойствами и часто встречающийся в кутикуле членистоногих. Расправляясь после сжатия, резилин отдает до 97% накопленной энергии, превосходя по этому показателю эластин млекопитающих (до 90%) и лучшие марки резины (до 80%). Упругие свойства резилина обусловлены тем, что полипептидная цепь белка произвольно скручена за счет многочисленных ди- и тритиразиновых мостиков. Резилин сжимается и расправляется изометрически во всех измерениях.

Для изучения механизма изменения объема газовых пузырей у личинок хаборуса провели серию экспериментов.

Эксперимент 1. Изолированные газовые пузыри помещали в капли искусственной гемолимфы (ИГ) – буферных растворов с тем или иным известным показателем pH; после достижения равновесного объема пузыря фиксировали по фотографиям его форму и размеры в двух различных проекциях (Рис. 3).

Эксперимент 2. Изолированный газовый пузырь помещали в каплю искусственной гемолимфы (ИГ), куда добавляли FCCP либо ДМСО. В качестве контроля газовые пузыри оставляли в ИГ без добавления дополнительных реактивов. FCCP – карбонилцианид-4-(трифторметокси)фенилгидразон: протонный ионофор, делает мембраны проницаемыми для протонов; ДМСО (диметисульфоксид): полярный апротонный растворитель (Рис. 5).

Эксперимент 3. Интактным личинкам вводили в полость тела раствор бафиломицина до итоговой концентрации его в гемолимфе около 50 мМ; личинкам контрольной группы вводили равный объем ИГ без бафиломицина. Бафиломицин – специфический ингибитор H^+ -АТФазы вакуолярного типа (V-АТФазы), протонного насоса, широко распространенного у эукариот (Рис. 6).

Эксперимент 4. Задние воздушные мешки вырезали, поместили в капиллярные трубки квадратного сечения и промывали ИГ в течение 120 мин. Затем трубки начали промывать ИГ, содержащей 1 мМ бафиломицина. Контролем служили такие же препараты воздушных мешков тех же самых личинок, промывавшиеся в капиллярных трубках чистой ИГ в течение всего эксперимента (Рис. 7).



Рис. 1

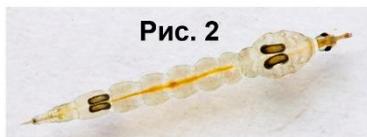


Рис. 2

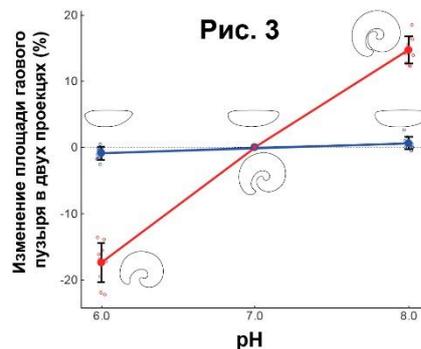


Рис. 3

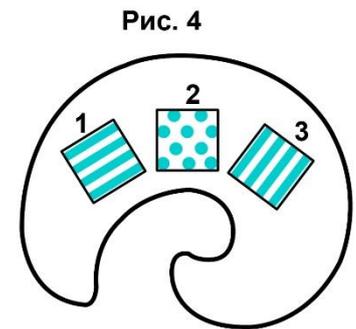


Рис. 4

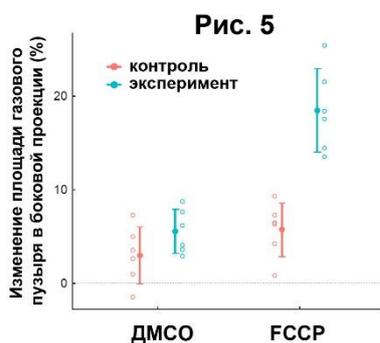


Рис. 5

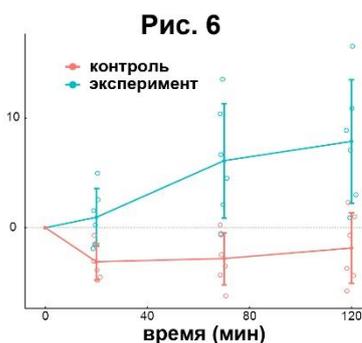


Рис. 6

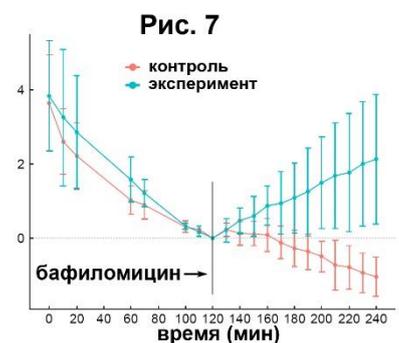
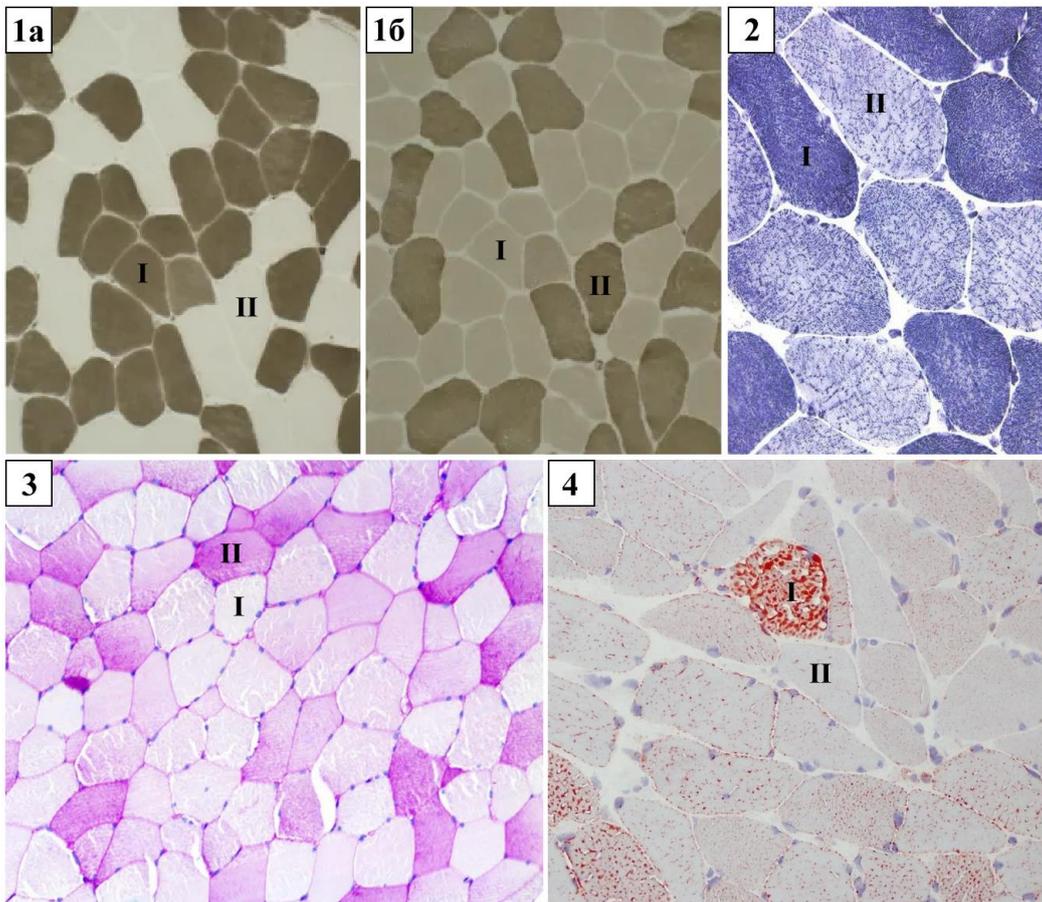


Рис. 7

Исходя из информации, представленной на рисунках и в тексте, установите, является ли каждое из следующих утверждений Верным (В) или Неверным (Н).

- А) Положительная плавучесть личинок достигается за счет выделения CO_2 в пузырьки до тех пор, пока давление в пузырьках не превысит гидростатическое давление на данной глубине.
- Б) Резилин в стенках пузырька совершает механическую работу в ответ на изменение рН.
- В) В кутикуле воздушных мешков богатые резилином участки (условно помеченные голубым цветом) расположены в соответствии со схемой 3 на Рис. 4.
- Г) При нарушении работы V-АТФазы плавучесть личинки увеличится.
- Д) Построив калибровочный график способом, который использовали в Эксперименте 1, можно оценить рН гемолимфы у живой личинки, если ввести в полость тела FCCP и затем измерить равновесный объем газового пузырька.

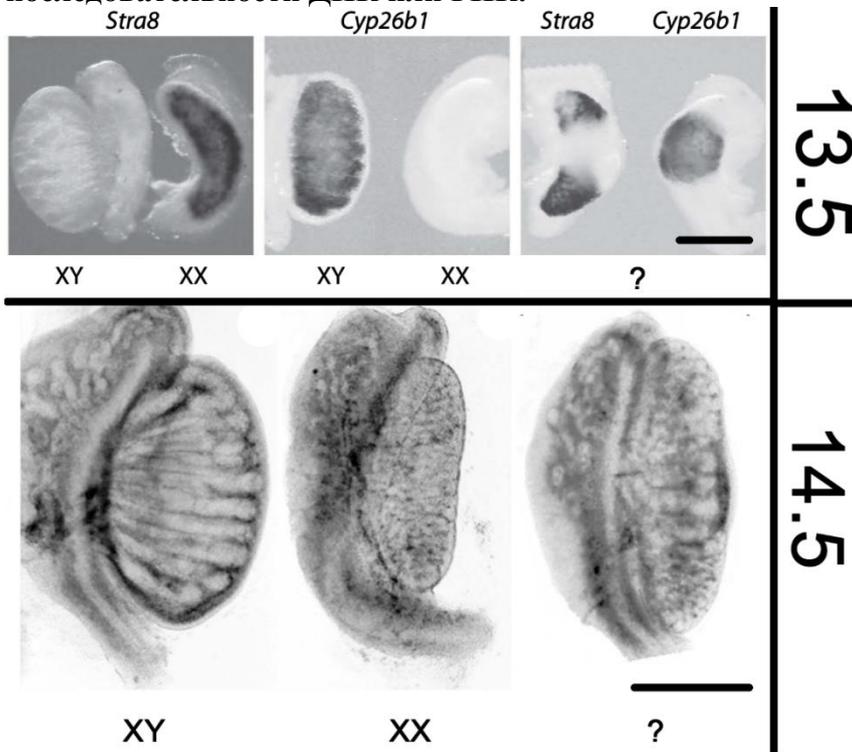
7. В скелетных мышцах встречаются мышечные волокна разных типов: они отличаются друг от друга строением, физиологией и особенностями метаболизма. На микрофотографиях (1-4) мышечные волокна двух основных типов обозначены цифрами I и II. Микрофотографии получены с помощью разных гистохимических методов: микрофотография 1а – гистохимическая реакция на АТФазную активность при рН=4.3; микрофотография 1б – гистохимическая реакция на АТФазную активность при рН=9.4; микрофотография 2 – гистохимическая реакция на НАД-тетразолийредуктазу (NADH-TR); микрофотография 3 – ШИК-реакция (реактив Шиффа-йодная кислота, Periodic Acid – Schiff reaction); микрофотография 4 – окраска маслянистым О-красным (Oil red O), красителем, используемым для окрашивания нейтральных триглицеридов и липидов.



Изучите микрофотографии и укажите в Листе Ответов, является ли каждое из следующих утверждений Верным (В) или Неверным (Н).

- А) С помощью гистохимических методов можно дифференцировать мышечные волокна разного типа.
 Б) Разные типы мышечных волокон могут присутствовать в составе одной и той же скелетной мышцы.
 В) Мышечные волокна II типа сохраняют свою активность в широком диапазоне значений pH и могут сокращаться длительное время без признаков утомления.
 Г) Мышечные волокна II типа – это волокна с высоким уровнем окислительного метаболизма.
 Д) По сравнению с волокнами I типа, волокна II типа содержат больше митохондрий, и активно используют липиды для получения энергии.

8. Перед вами фотографии эмбриональных гонад мыши, окрашенных методом *in situ* гибридизации на стадии E13.5 и фотографии неокрашенных гонад на стадии E14.5. Данный метод позволяет визуализировать определенные последовательности ДНК или РНК.



Рассмотрите представленные рисунки и укажите в Листе Ответов, является ли каждое из следующих утверждений Верным (В) или Неверным (Н).

- А) *Stra8* – маркер специфичный для женских гонад, а *Cyp26b1* – для мужских;
 Б) *Stra8* – проапоптотический ген, а *Cyp26b1* – антиапоптотический, поэтому мужская гонада больше женской;
 В) Образцы под знаком вопроса – орган, проявляющий свойства семенника и яичника одновременно (овотестис);
 Г) Развитие гонады и выделительной системы связано в эмбриональный период. В препарате под знаком вопроса мы видим, как клетки гонады дегенерируют и развивается материал туловищной почки;
 Д) Гонады, как мужские, так и женские за одни сутки увеличиваются примерно в 3 раза.

9. Известно, что многие организмы (как прокариоты, так и эукариоты, как одноклеточные, так и многоклеточные) обитают в разных температурных условиях: от температур ниже 0°C (морская вода в арктических и антарктических морях) до 60-80°C и выше (горячие источники и гейзеры). Кроме того, многие из них испытывают значительные сезонные и суточные колебания температуры.

Таблица. Жирнокислотный состав липидов плазматической мембраны клеток *E.coli*, выращиваемых при разных температурах

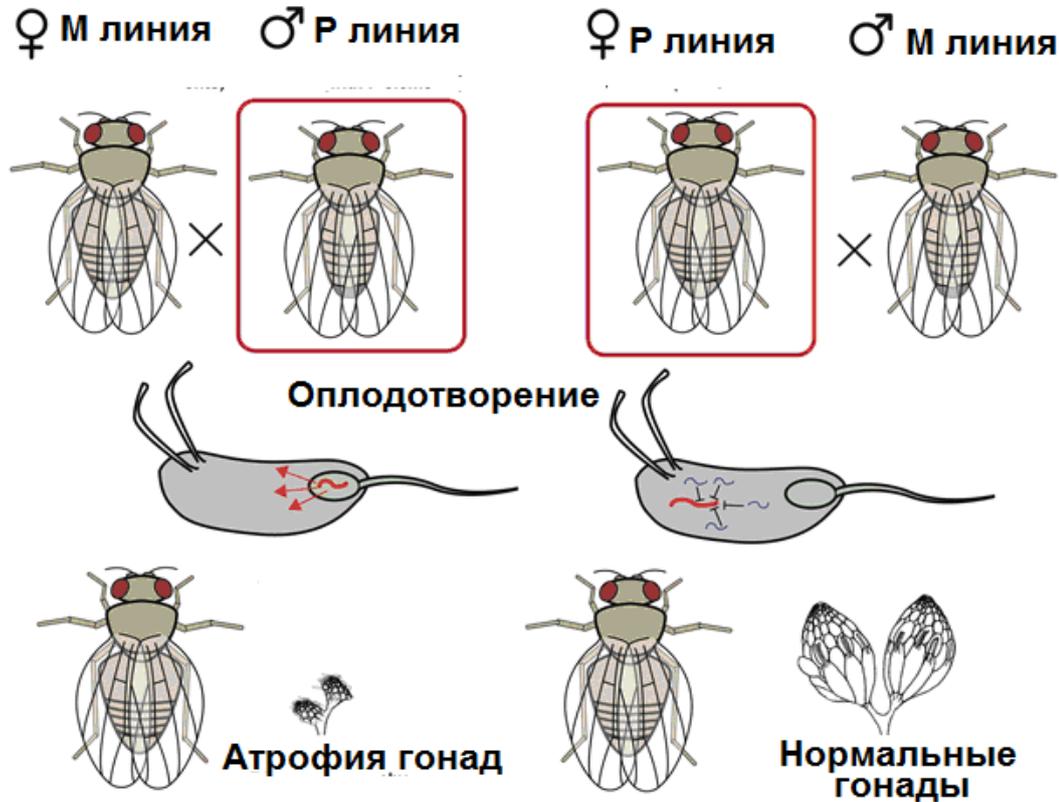
	Процент от общего количества жирных кислот			
	10°C	20°C	30°C	40°C
Миристиновая кислота (14:0)	4	4	4	8
Пальмитиновая кислота (16:0)	18	25	29	48
Пальмитоолеиновая кислота (16:1)	26	24	23	9
Олеиновая кислота (18:1)	38	34	30	12
Гидроксимиристиновая кислота (14:0)	13	10	10	8
Другие (минорные) жирные кислоты	1	3	4	15
Соотношение ненасыщенных и насыщенных жирных кислот (без учета минорных жирных кислот)	1,78	1,38	1,13	0,27

Внимательно рассмотрите Таблицу и укажите в Листе Ответов, является каждое из следующих утверждений Верным (В) или Неверным (Н).

- А) Изменение состава жирных кислот мембранных липидов при изменении температуры необходимо для поддержания микровязкости плазматической мембраны бактериальной клетки на определенном уровне в широком диапазоне температур.
- Б) Определенная микровязкость плазматической мембраны необходима для нормального функционирования интегральных мембранных белков (насосов, каналов, переносчиков, рецепторов и т.д.), работа которых сопряжена со значительными изменениями конформации их молекул.
- В) Температура плавления ненасыщенных жирных кислот всегда ниже температуры плавления насыщенных жирных кислот с тем же числом углеродных атомов.
- Г) Из приведенных в Таблице жирных кислот минимальную температуру плавления имеет олеиновая кислота.
- Д) Минорные жирные кислоты не вносят значительного вклада в поддержание определенной микровязкости плазматической мембраны бактерий при разных температурах.

10. Рассмотрите схему гибридного дисгенеза у дрозофилы.

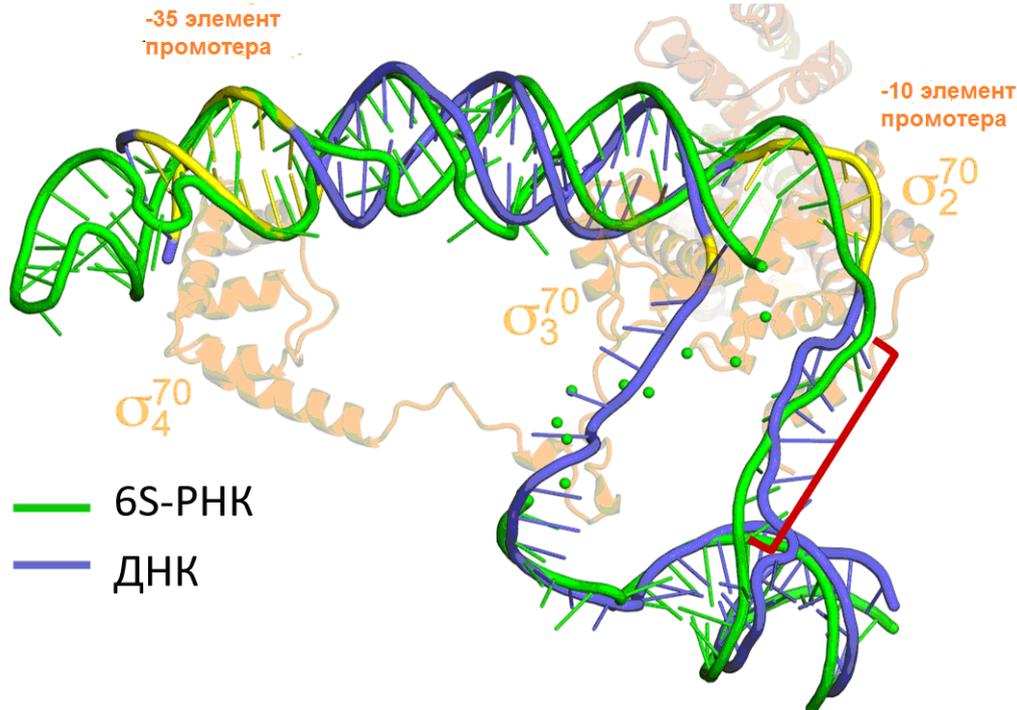
На ней показаны два реципрокных скрещивания между мухами из М и Р линий. У мух из Р линии есть транспозон Р-элемент, размножение которого находится под контролем цитоплазматических РНК-белковых комплексов. У гибридов от первого скрещивания в цитоплазме яйцеклетки таких комплексов нет, поэтому Р-элементы бесконтрольно распространяются по геному.



Основываясь на собственных знаниях и информации, представленной в задании, укажите в Листе Ответов, является каждое из следующих утверждений Верным (В) или Неверным (Н).

- А) Все потомки от второго скрещивания будут иметь Р-элементы.
- Б) В обоих скрещиваниях рождаются только самки.
- В) Стерильность потомства наступает из-за множества хромосомных перестроек после межхромосомной рекомбинации по новым Р-элементам в мейозе.
- Г) Контроль над Р-элементами происходит по механизму РНК-интерференции.
- Д) Среди потомков от первого скрещивания стерильными будут только самки, потому что самцов нет кроссинговера.

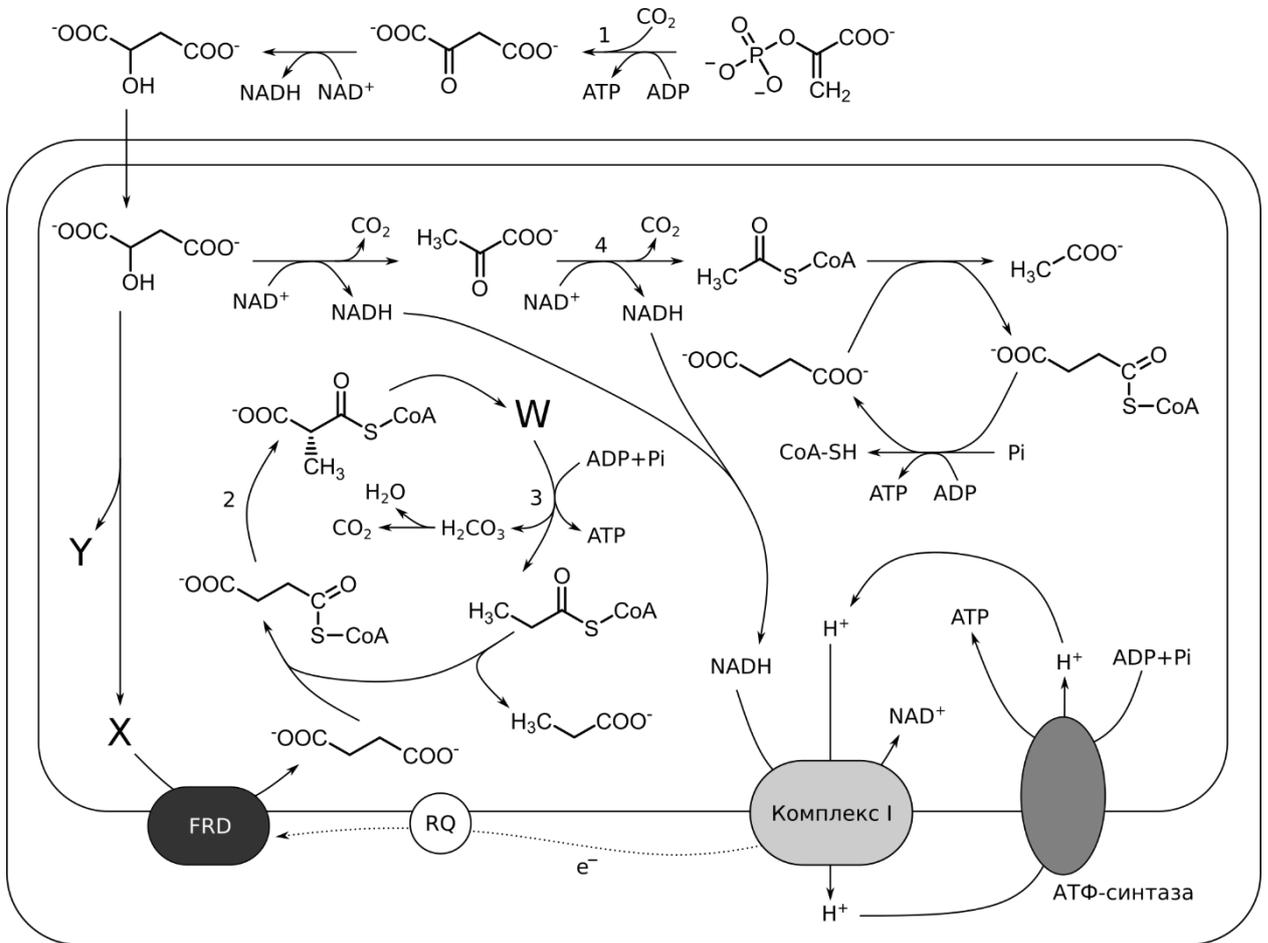
11. σ SPHK служит глобальным регулятором экспрессии большинства генов бактерии. На рисунке — наложение структуры, которую принимает промоторная область ДНК во время инициации транскрипции, и структуры σ SPHK в комплексе с РНК-полимеразой (фрагмент σ SPHK показан точками для улучшения наглядности). Сигма-70 — субъединица РНК-полимеразы, которая узнает промоторы большинства генов.



Основываясь на собственных знаниях и информации, представленной в задании, укажите в Листе Ответов, является каждое из следующих утверждений Верным (В) или Неверным (Н).

- А) Регуляция экспрессии с помощью σ SPHK основана на комплементарном взаимодействии σ SPHK с промоторной областью ДНК;
- Б) Регуляция экспрессии с помощью σ SPHK осуществляется за счет терминации транскрипции;
- В) Замена участка σ SPHK, отмеченного красной скобкой, на последовательность, полностью комплементарной участку, показанному шариками, приведет к усилению репрессии;
- Г) Промоторы генов, экспрессия которых падает при повышении содержания σ SPHK, узнаются иной сигма-субъединицей РНК-полимеразы (не сигма-70);
- Д) В культуре бактерий, вышедшей на стационарную фазу роста, накапливается σ SPHK.

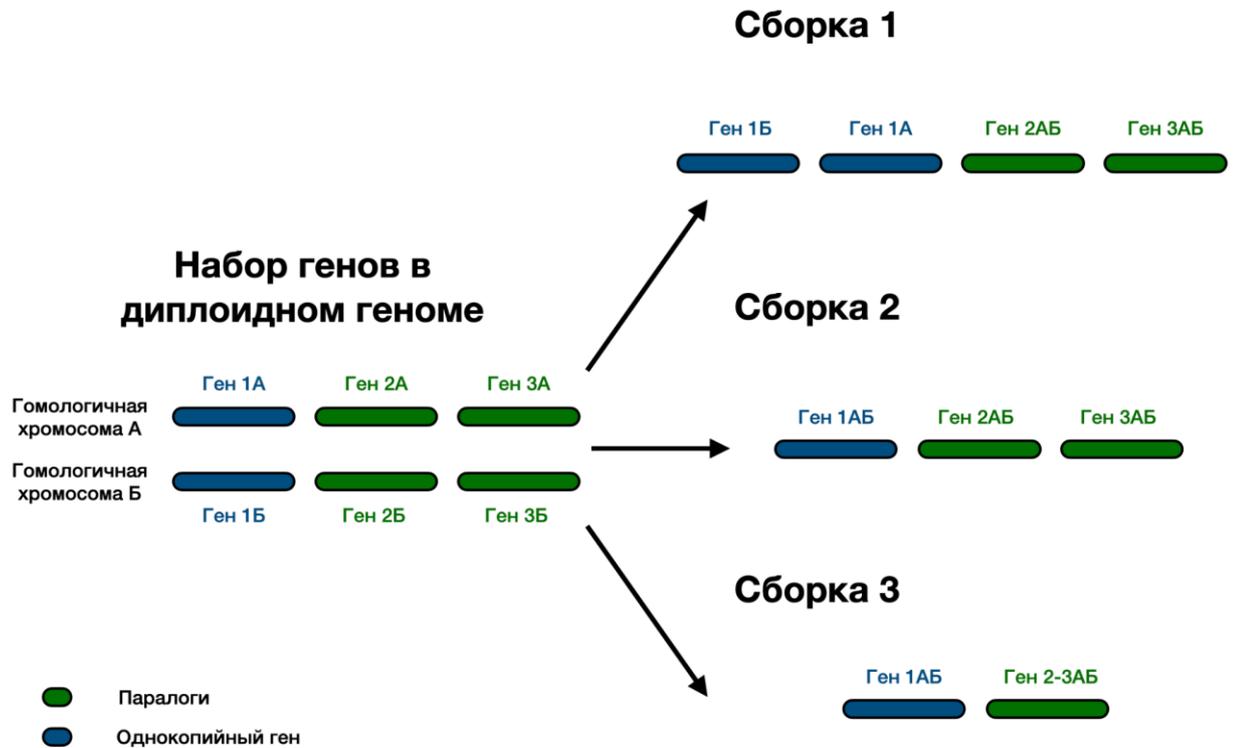
12. На рисунке изображены некоторые аспекты митохондриального метаболизма печеночного сосальщика. Мы зашифровали три соединения буквами X, Y и W. Мы также отметили некоторые реакции цифрами от 1 до 4. Pi соответствует остатку фосфорной кислоты.



Укажите в Листе Ответов, является каждое из следующих утверждений Верным (В) или Неверным (Н).

- А) Реакции 1 и 3 требуют один и тот же кофактор (биотин), участвующий в переносе карбоксильной группы из углекислого газа.
- Б) Реакция 2 протекает с образованием свободных радикалов.
- В) Соединение W является зеркальным изомером своего биосинтетического предшественника.
- Г) Перенос электронов на NAD^+ от FADH_2 в рамках реакции 4 протекает с участием тиаминпиррофосфата.
- Д) Соединение X является интермедиатом цикла Кребса.

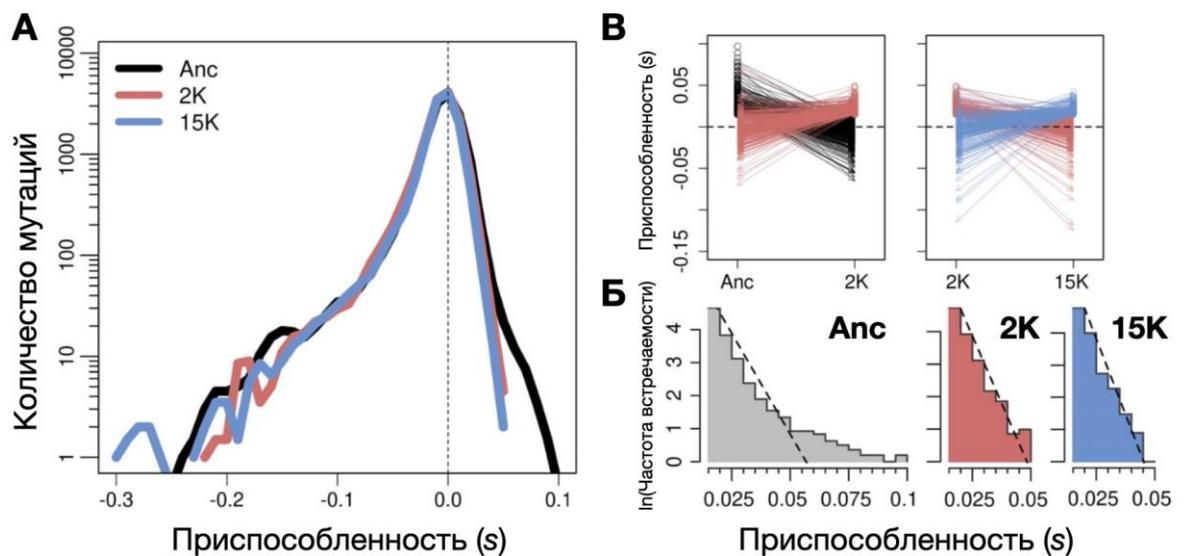
13. Одной из проблем сборок геномов (получения последовательностей геномов за счет объединения прочтений, полученных при секвенировании ДНК) – это некорректная сборка гомологичных генов. В идеале в геномной сборке должен содержаться ген, полученный с одной хромосомы и одной хроматиды, в то время как остальные варианты этого гена могут быть представлены в виде мутаций по отношению к референсному варианту. Если у гена в геноме имеются паралоги, то в сборке должна присутствовать ровно один вариант каждого паралога.



Рассмотрите варианты полученных сборок генома и укажите в Листе Ответов, является каждое из следующих утверждений Верным (В) или Неверным (Н).

- А) Полногеномные дубликации приводят к упрощению сборки, так как появляется больше похожих генов, а значит при сборке одной копии гена остальные можно восстановить исходя из нее.
- Б) Наиболее адекватная сборка генома организма представленного в задании показана в сценарии “сборка 3”.
- В) Высокая гетерозиготность (среднее различие между аллелями в одном генотипе, выраженное в процентах) может существенно осложнить сборку и приводит к ошибкам, продемонстрированным в сценарии “сборка 1”.
- Г) Недавние дубликации генов обычно плохо детектируются при сборке за счет низкой дивергенции последовательностей генов-паралогов (сборка 3).
- Д) Чем древнее дубликация генов, тем сложнее отличить дублицированные гены паралоги от аллелей.

14. Эффект (положительный, отрицательный или нейтральный), который мутация может оказать на организм зависит не только от природы самой мутации, но от генетического окружения, в котором она возникла. Чтобы измерить, как изменяется влияние мутаций на приспособленность провели анализ мутаций, возникающих у кишечной палочки (*E. coli*) в долговременном эволюционном эксперименте. Для этого измерили, какое влияние на приспособленность оказывают мутации, которые возникают в предковой популяции (Anc), популяции спустя 2000 и 15000 поколений эволюции (2K и 15K). На графике А показан относительный эффект всех мутаций, возникающих в разных поколениях. На графике Б показаны распределение эффектов от положительных мутаций в разных поколениях. На графике В показано, как изменяется приспособленность мутаций в зависимости от того, в каком генетическом окружении она сформировалась (цвет линий показывает то, в каком поколении мутация закрепилась в эксперименте):

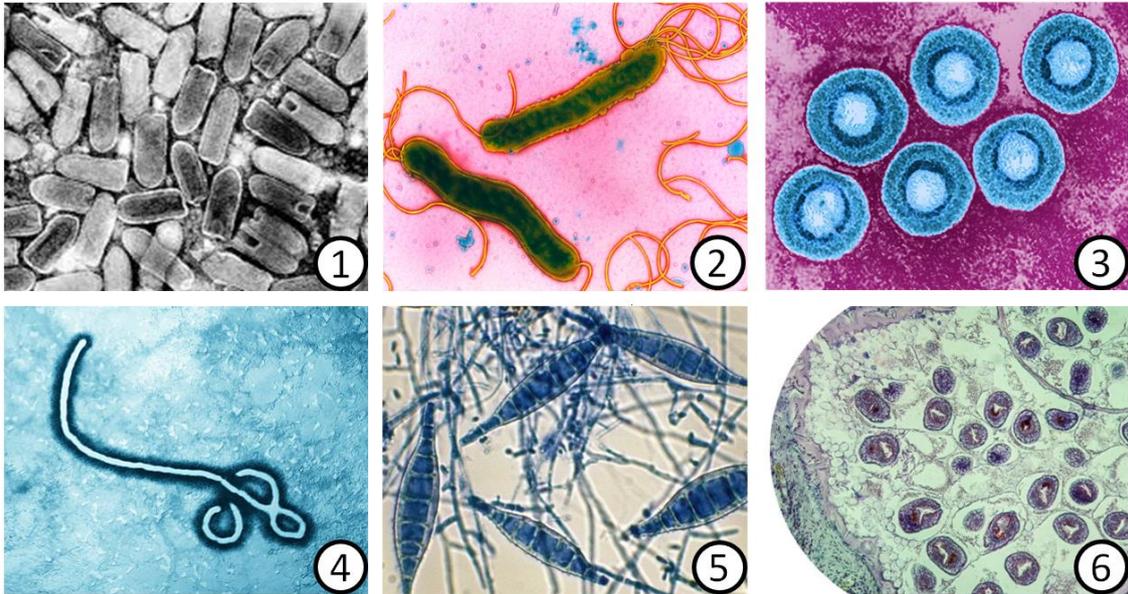


Основываясь на собственных знаниях и информации, представленной в задании, укажите в Листе Ответов, является каждое из следующих утверждений Верным (В) или Неверным (Н).

- А) На протяжении 15 тысяч поколений эффект от большинства мутаций остаётся неизменным.
- Б) Большинство мутаций, обеспечивающих положительный эффект в предковой популяции оказываются нейтральными или слабо вредными к 2000 поколению.
- В) Из-за снижения доли количества полезных мутаций по мере эволюции приспособленность кишечной палочки снижается.
- Г) Изменение характера мутации в зависимости от поколения, в котором эта мутация возникает (график В) может объясняться эпистазом, то есть влиянием генов окружения на эффект мутации.
- Д) Доля мутаций, которые могут существенно повысить приспособленность постепенно снижается по мере адаптации кишечной палочки, так как в процессе эволюции у неё постепенно фиксируются мутации, которые в целом повышают приспособленность популяции.

Часть 4. Вам предлагаются тестовые задания, требующие установления соответствия. Максимальное количество баллов, которое можно набрать – 52,5. Заполните матрицы ответов в соответствии с требованиями заданий.

1. [3 балла] Соотнесите широко известные заболевания (А–З, подходят не все) с изображениями вызывающих их организмов (1–6):



Заболевание:

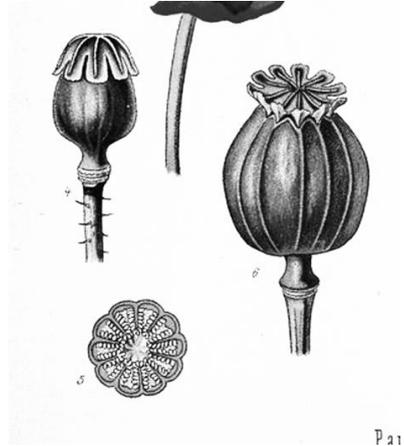
- А) Язва желудка;
- Б) Сибирская язва;
- В) Эхинококкоз;
- Г) Лихорадка Эбола;
- Д) Стригущий лишай;
- Е) Опоясывающий лишай;
- Ж) Бешенство;
- З) Ботулизм.

Организм:	1	2	3	4	5	6
Заболевание:						

2. [2 балла] Коробочка – сборное название для большого разнообразия ценокарпных вскрывающихся (иногда утративших способность к вскрыванию) сухих плодов, развивающихся как из верхней, так и из нижней завязи. Обычно они бывают многосеменными, реже односеменными. Установите соответствие между цветковыми растениями (1–4) и типом коробочки по морфогенетической классификации (А-Д):



1) Безвременник осенний
(*Colchicum autumnale*)



2) Мак снотворный
(*Papaver somniferum*)



3) Первоцвет весенний
(*Primula veris*)



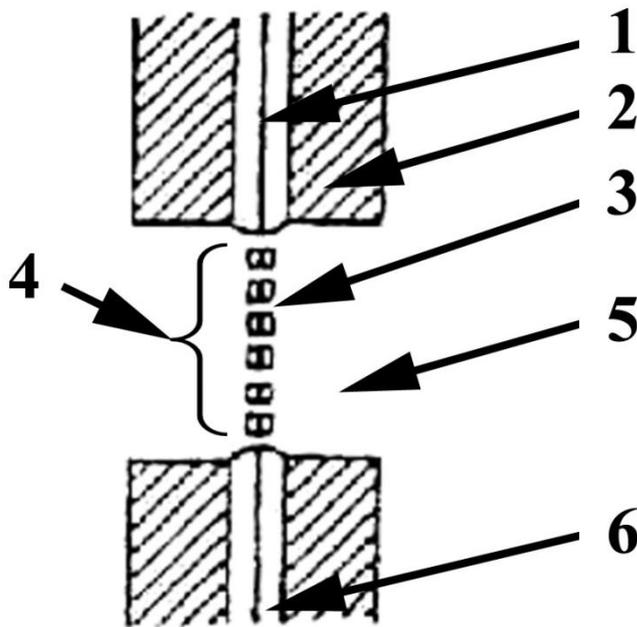
4) Чистотел обыкновенный
(*Chelidonium majus*)

Тип коробочки

- А) лизикарпная коробочка;
- Б) паракарпная локулицидная коробочка;
- В) паракарпная септицидная коробочка;
- Г) синкарпная локулицидная коробочка;
- Д) синкарпная септицидная коробочка.

Растение	1	2	3	4
Тип коробочки				

3. [3 балла] На рисунке изображена схема простой поры между двумя клетками высшего растения. Укажите соответствие указанных на схеме структур (1 – 6) и их названий (А – Е):

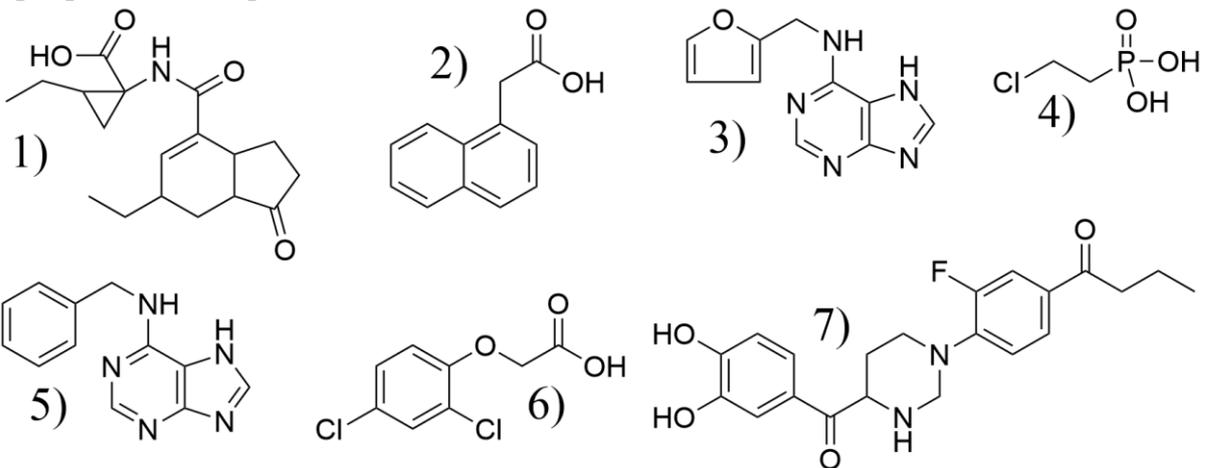


Названия структур:

- А - поровый канал
- Б - поровая мембрана
- В - плазмодесма
- Г - срединная пластинка
- Д - первичная клеточная стенка
- Е - вторичная клеточная стенка

Структура	1	2	3	4	5	6
Название						

4. [3,5 балла] Ниже представлены различные вещества, не синтезируемые растениями, но способные либо непосредственно связываться с рецепторами к соответствующим гормонам, либо превращаться в растительный гормон. Сопоставьте структуры веществ (1–7) с названиями гормонов (А–З), с чьими рецепторами могут взаимодействовать эти вещества или в которые они превращаются в растении.



Гормоны:

- А. Ауксины
- Б. Цитокинины
- В. Гиббереллины
- Г. Этилен

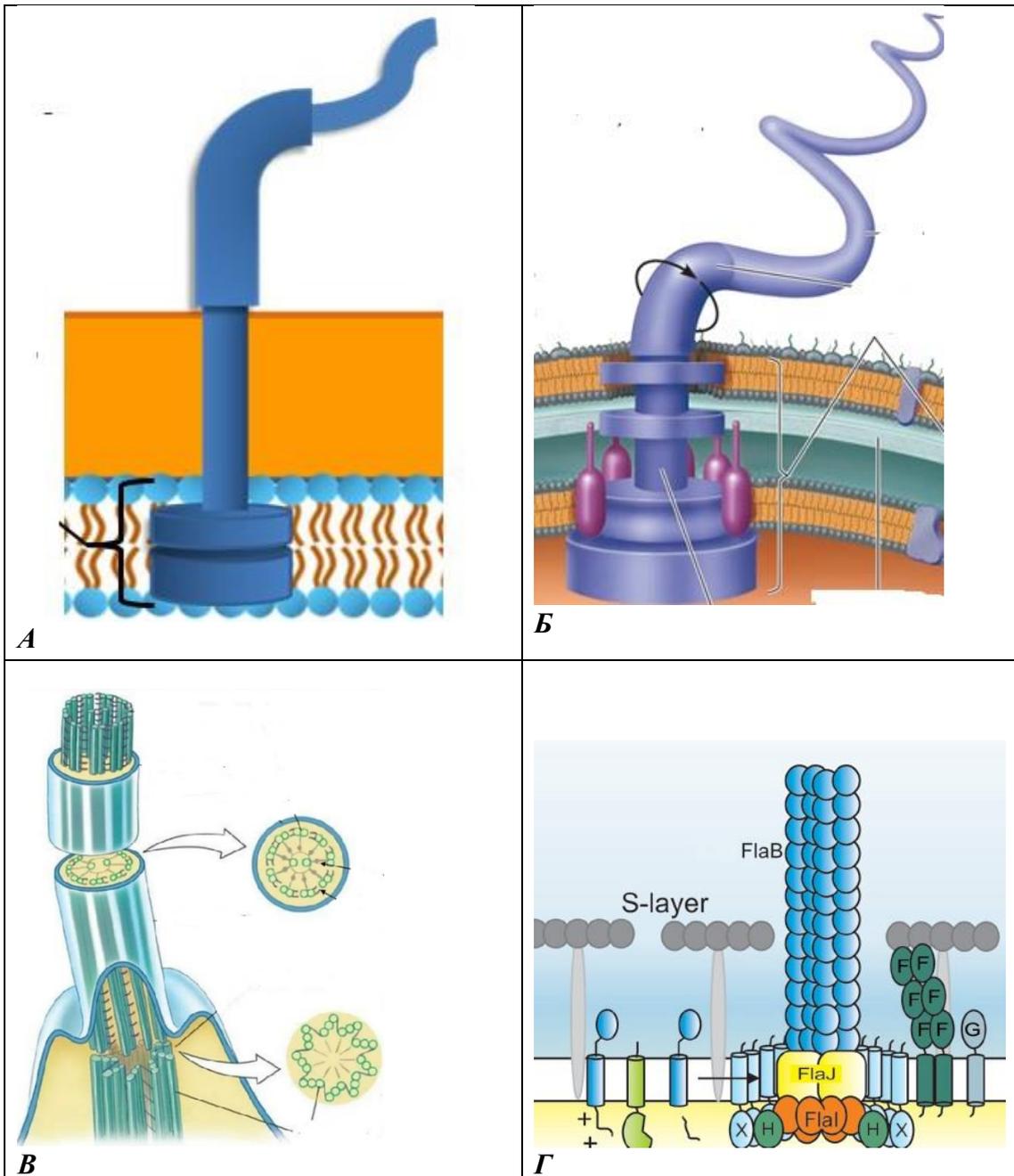
- Д. Абсцизины
- Е. Брассиностероиды
- Ж. Стриголактоны
- З. Жасмонаты

Структура	1	2	3	4	5	6	7
Группа гормонов							

5. **[2,5 балла]** Перед вами схемы строения аппарата для движения у разных организмов (положение на клетке не учитывать). Соотнесите организмы (1-5) и их структуры для движения (А-Д), если структура отсутствует, то ставить знак «X».

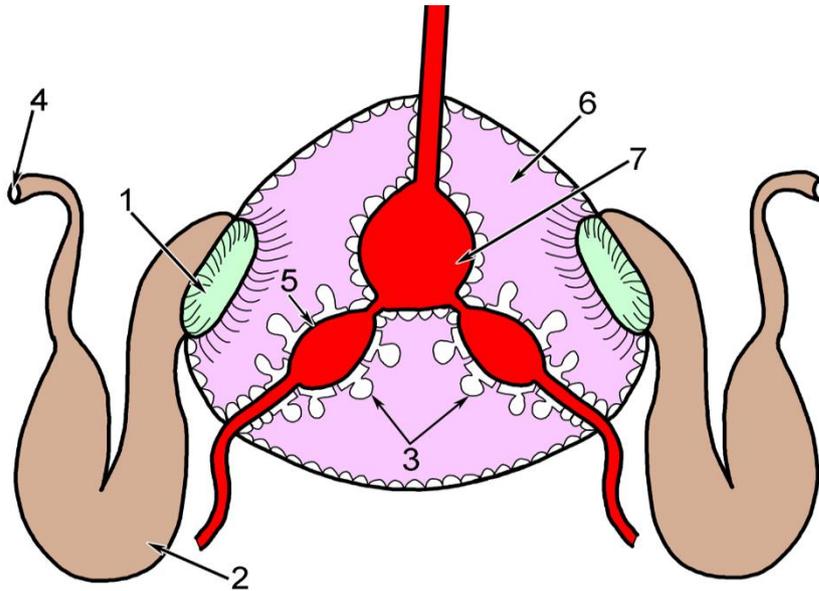
Организмы:

- 1) грамотрицательная бактерия
- 2) грамположительная бактерия;
- 3) архея;
- 4) гриб;
- 5) инфузория.



7. **[3,5 балла]**: На рисунке приведен общий план строения сердечной зоны брюхоногого моллюска. Соотнесите структуру (1-7) с её функцией (А-Ж).

Структуры обозначены на рисунке цифрами:



Функции:

- А) ультрафильтрация;
- Б) регуляция фильтрации;
- В) вторичное всасывание;
- Г) накопление первичной мочи;
- Д) создание тока жидкости;
- Е) выведение вторичной мочи;
- Ж) создание кровяного давления.

Структура	1	2	3	4	5	6	7
Функция							

8. **[3,5 балла]**: Известно, что у человека зрение играет наиболее важную роль для получения информации о внешнем мире. Нарушения зрения существенно снижают качество жизни человека, поэтому своевременно оказанная медицинская помощь очень важна. Представьте, что Вы офтальмолог, и к Вам на прием пришли 7 пациентов с разными проблемами. Установите соответствие между симптомами каждого из пациентов (1-7) и возможной причиной нарушения зрения (А-К). Обратите внимание, каждой цифре должна соответствовать только одна буква.

Симптомы:

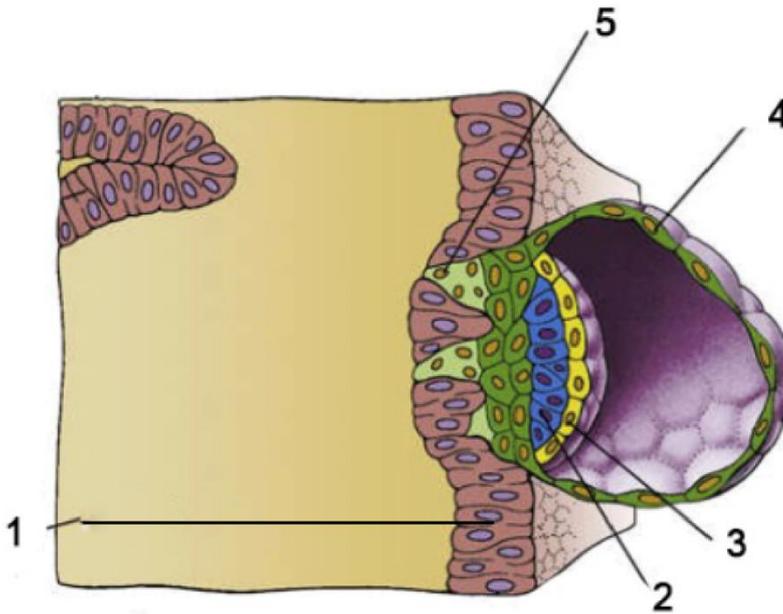
- 1) Пациент не видит в сумерках. В дневное время и при искусственном освещении зрительные функции не нарушены;
- 2) Пациент не способен узнавать лица знакомых и известных людей, но может описать любые другие детали изображения;
- 3) Пациент не различает красный и зеленый цвета;
- 4) У пациента снижена острота зрения как при рассматривании объектов вдали, так и при рассматривании объектов вблизи. Цвета кажутся тусклыми и блеклыми. Появляются блики, пятна и ореолы;
- 5) У пациента периферическое поле зрения концентрически сужено до 15° и менее от точки фиксации, при офтальмоскопии видны углубления на диске зрительного нерва;
- 6) Пациент может ясно видеть до определённого расстояния, но объекты, расположенные за пределами этого расстояния (более удаленные), кажутся ему размытыми;
- 7) Пациент в возрасте 60 лет плохо видит объекты, расположенные вблизи. Объекты, расположенные вдали, видит лучше.

Причины нарушения зрения:

- А) Повреждение среднего мозга;
- Б) Нарушение оттока внутриглазной жидкости;
- В) Нарушение работы сфинктера и дилататора зрачка;
- Г) Увеличенное в длину глазное яблоко;
- Д) Недостаточное выделение тиреотропного гормона;
- Е) Мутация в X хромосоме;
- Ж) Недостаток витамина А в пище;
- З) Уменьшение способности хрусталика изменять кривизну;
- И) Помутнение хрусталика;
- К) Повреждение нижневисочной коры головного мозга.

Симптомы	1	2	3	4	5	6	7
Причины нарушения							

9. [2,5 балла]: Перед вами схематическое изображение эмбриона человека на 7 сутки развития. Соотнесите представленные на рисунке структуры (1-5) с их названиями и функциями (А-Д). Обратите внимание, каждой цифре должна соответствовать только одна буква.



Названия и функции:

А) амнион – оболочка, окружающая и защищающая эмбрион эпибласт – вносит вклад в собственно эмбрион;

Б) внутренняя клеточная масса – небольшая группа клеток в бластоцисте млекопитающего, которая в конечном счете разовьется в собственно эмбрион и связанные с ним желточный мешок, аллантоис и амнион гипобласт – сформирует внутреннюю оболочку желточного мешка; это внезародышевый слой, который не войдет в состав собственно эмбриона;

В) гипобласт, сформирует внутреннюю оболочку желточного мешка. Это внезародышевый слой, который не войдет в состав собственно эмбриона;

Г) синцитиотрофобласт – структура из многоядерных клеток, способствующая закреплению эмбриона в стенке матки путем разрушения ее ткани;

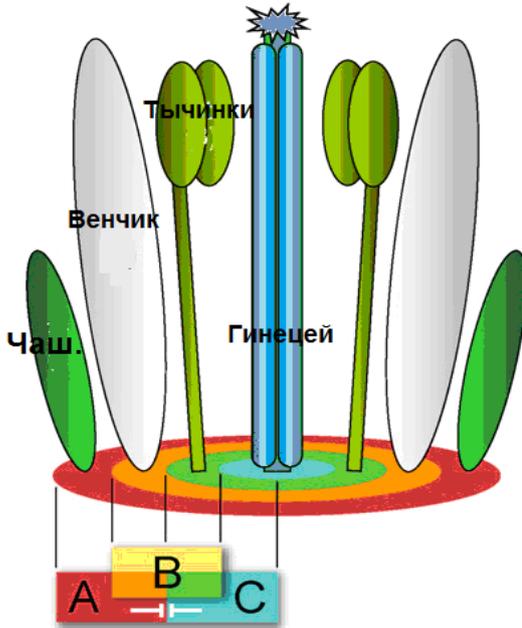
Д) цитотрофобласт – внезародышевый эпителий млекопитающих, прикрепляется к эндометрию матки с помощью молекул адгезии;

Е) эндометрий матки – формирует материнскую часть плаценты;

Ж) эпибласт – вносит вклад в собственно эмбрион.

Структуры	1	2	3	4	5
Названия и функции					

10. [3 балла] Регуляция развития кругов цветка регулируется хорошо известной ABC-моделью, представленной на рисунке ниже. Соотнесите мутации по генам ABC и фенотипы мутантов.



Фенотип:

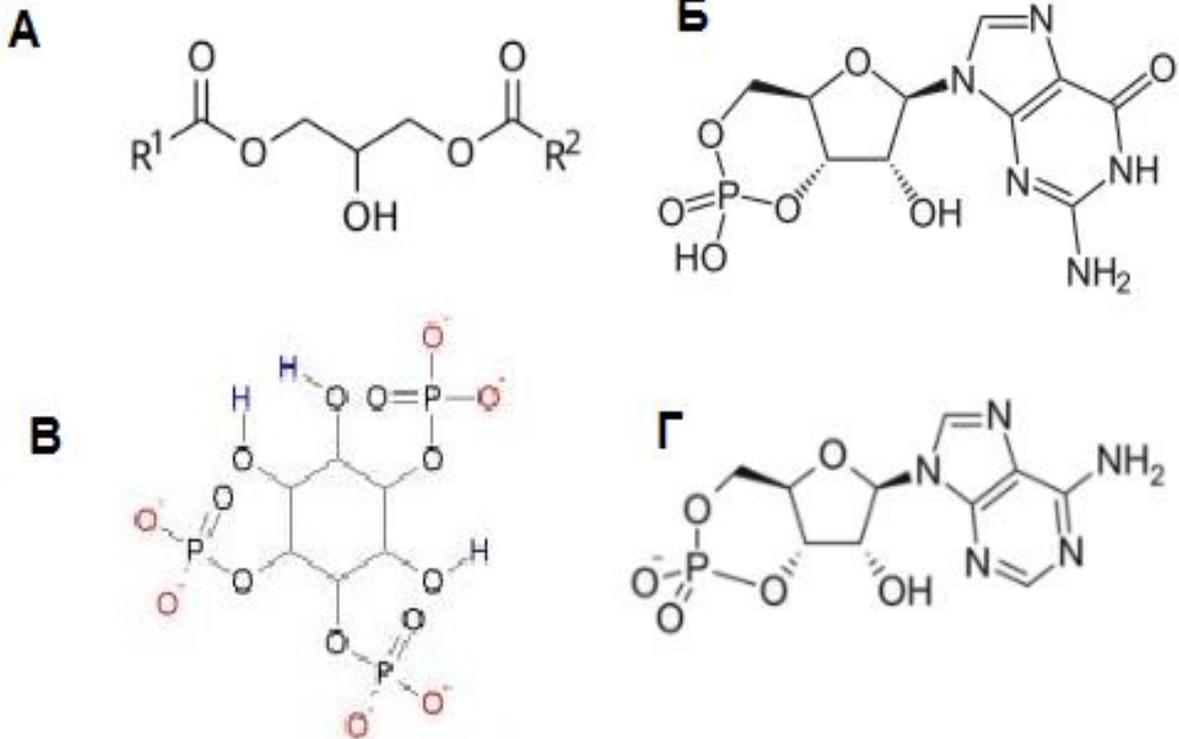
- 1) отсутствуют только тычинки
- 2) отсутствуют только плодолистики
- 3) отсутствуют чашелистики и лепестки
- 4) отсутствуют только лепестки
- 5) отсутствуют тычинки и лепестки
- 6) отсутствуют тычинки и плодолистики

Класс мутации:

- А) потеря функции А генов
- Б) потеря функции В генов
- В) потеря функции С генов
- Г) уменьшение зоны работы А генов
- Д) уменьшение зоны работы В генов
- Е) увеличение зоны работы В генов

Фенотип	1	2	3	4	5	6
Мутации						

11. [2 балла] Рассмотрите строение 4 внутриклеточных посредников (мессенджеров) и назовите эти молекулы.



Название:

- 1) циклоаденозинмонофосфат (цАМФ)
- 2) циклогуанозинмонофосфат (цГМФ)
- 3) инозитолтрифосфат (IP₃)
- 4) диацилглицерол (DAG)

Название	1	2	3	4
Формула				

12. [3 балла] Соотнесите вирусы человека и типы их геномов:

Вирус:

- 1) коронавирус SARS-CoV-2
- 2) аденовирус Ad5
- 3) аденоассоциированный вирус AAV2
- 4) ВИЧ
- 5) вирус гриппа А
- 6) вирус гепатита В

Геном:

- А) двунитевая ДНК
- Б) однонитевая ДНК
- В) однонитевая "+" РНК
- Г) несколько однонитевых "-" РНК
- Д) "полугоранитевая" кольцевая ДНК
- Е) в вирионе РНК, в клетке ДНК

Вирус	1	2	3	4	5	6
Геном						

13. [2,5 балла] Соотнесите названия нейромедиаторов и их функциональную роль в человеческой физиологии

Нейромедиатор:

- 1) ацетилхолин
- 2) дофамин
- 3) глутамат
- 4) ГАМК
- 5) серотонин

Его роль:

- А) Основной тормозной нейромедиатор в зрелой ЦНС
- Б) Основной возбуждающий нейромедиатор, участвующий в обучении и памяти
- В) Основной нейромедиатор парасимпатической системы
- Г) Участвует в регуляции настроения, сна, аппетита и болевой чувствительности
- Д) Участвует в регуляции мотивации, эмоций, когнитивных способностей

Нейромедиатор	1	2	3	4	5
Роль					

14. [2,5 балла] Выберите верное сочетание частот аллелей и частот фенотипов в популяции, если наблюдаются полное доминирование и выполнение закона Харди-Вайнберга.

Частоты аллелей:

- 1) $p(a) = 40\%$, ген X-сцеплен
- 2) $p(a) = 40\%$, ген Y-сцеплен
- 3) $p(a) = 40\%$, ген аутосомен
- 4) $p(a) = 60\%$, ген аутосомен
- 5) $p(a) = 80\%$, ген в митохондриальной ДНК

Частоты фенотипов:

- А) 16% рецессивный, 84% доминантный
- Б) 20% рецессивный, 80% доминантный
- В) 28% рецессивный, 72% доминантный
- Г) 36% рецессивный, 64% доминантный
- Д) 80% рецессивный, 20% доминантны

Частоты аллелей	1	2	3	4	5
Частоты фенотипов					

15. **[4 балла]** Известно, что в клетках эукариот ионные каналы присутствуют как в плазматической мембране, так и в мембранах многих внутриклеточных органоидов. Установите соответствие между ионными каналами (1–8) и теми клеточными структурами, в которых они находятся (А–В).

Ионный канал:

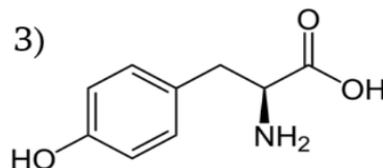
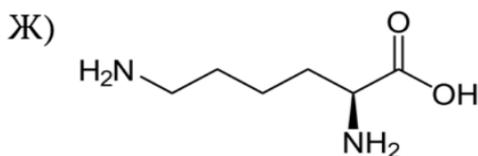
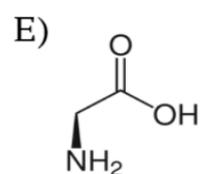
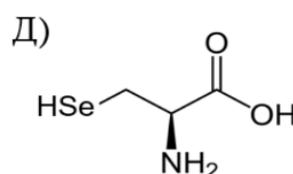
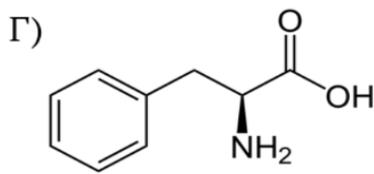
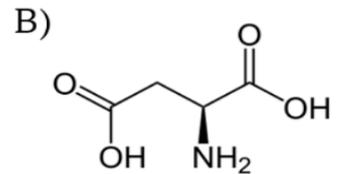
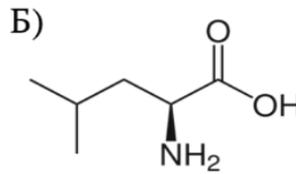
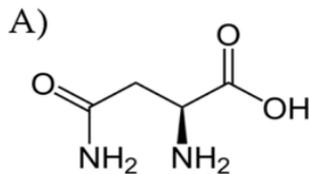
- 1) аквапорин (канал для воды, AQP)
- 2) двупоровый Ca-канал (TPC)
- 3) механочувствительный канал Piezo
- 4) муколипиновый TRP-канал (TRPML)
- 5) никотиновый ацетилхолиновый рецептор (nAChR)
- 6) потенциал-чувствительный Na-канал (Na_v)
- 7) рецептор инозитолтрифосфата (IP₃R)
- 8) рианодиновый рецептор (RyR)

Расположение:

- А) лизосомы;
- Б) плазматическая мембрана;
- В) эндоплазматический ретикулум.

Канал	1	2	3	4	5	6	7	8
Расположение								

16. **[5 баллов]** В таблице перечислены взаимодействия между остатками аминокислот активных центров нескольких аминоксил-тРНК синтетаз (АРСаз) и боковыми цепями аминокислот, которые фермент присоединяет к тРНК. Также вам даны формулы некоторых протеиногенных аминокислот (А–З, с избытком) и названия аминокислот (с избытком).



Названия аминокислот:

- Д, аспарагиновая кислота
- Н, аспарагин
- У, тирозин
- У, селеноцистеин
- Г, глицин

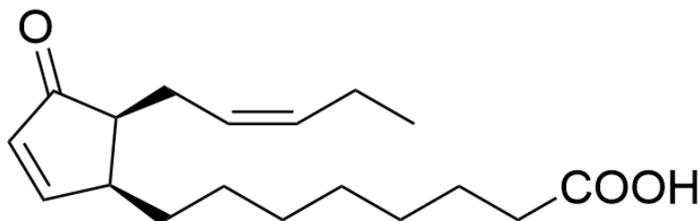
- К, лизин
- Л, лейцин
- С, цистеин
- Ф, фенилаланин
- Р, пролин

Сопоставьте описания взаимодействий в активных центрах АРСаз, включающие упоминание задействованных аминокислотных остатков фермента, с формулами аминокислот (А–З) и укажите однобуквенное название для каждой выбранной аминокислоты. В каждой ячейке может быть только одна буква.

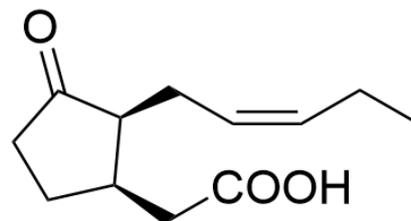
Номер	АРСаза образует с боковой цепью аминокислоты:	Формула аминокислоты	Название аминокислоты
1	<ul style="list-style-type: none"> • солевой мостик (ионную связь) отрицательно заряженным остатком аминокислоты; • гидрофобные взаимодействия несколькими неполярными аминокислотными остатками. 		
2	<ul style="list-style-type: none"> • водородные связи несколькими остатками полярных аминокислот. 		
3	<ul style="list-style-type: none"> • гидрофобные взаимодействия несколькими остатками неполярных аминокислот. 		
4	<ul style="list-style-type: none"> • стэкинг-взаимодействие (перекрывание π-орбиталей) остатком ароматической аминокислоты; • гидрофобные взаимодействия несколькими остатками неполярных аминокислот; • водородную связь остатком полярной аминокислоты. 		
5	<ul style="list-style-type: none"> • солевой мостик (ионную связь) положительно заряженным остатком аминокислоты; • водородную связь остатком полярной аминокислоты. 		

Часть 5. Вам предлагаются расчетные задачи в формате Международной биологической олимпиады. В условиях задач содержатся все данные, которые наряду с базовыми знаниями будут необходимы и достаточны для установления верного ответа. Максимальное количество баллов, которое можно набрать – **15**.

1. **[4 балла]** На одном из последних этапов биосинтеза жасминовой кислоты в пероксисоме из *cis*-(+)-OPDA, см. рис.) образовалось 27 мкмоль НАДН.



cis-(+)-OPDA



(+)-7-*iso*-jasmonic acid

Часть 1.1. **[2 балла]** Сколько мкмоль жасмоната ((+)-7-*iso*-jasmonic acid, см. рис) синтезировалось? Реакция гидрирования двойной связи в молекуле *cis*-(+)-OPDA осуществляется с затратой 1 молекулы НАДФН и в балансе НАДН не учитывается.

Ответ	<input type="text"/>	мкмоль жасмоната
-------	----------------------	------------------

Часть 1.2. **[2 балла]** Напишите брутто-формулу (в таблицу ниже) жирной кислоты, из которой непосредственно может синтезироваться *cis*-(+)-OPDA. Учтите, что для формирования циклической структуры используется одна двойная связь.

Ответ	<input type="text"/>	формула молекулы
-------	----------------------	------------------

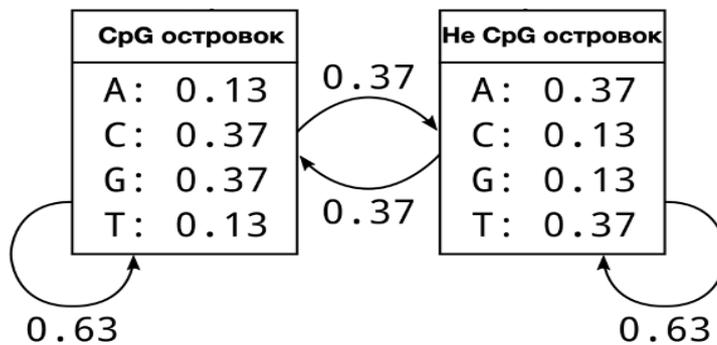
2. **[2 балла]:** Ядрышковый организатор – локус генов, кодирующих синтез рибосомальных РНК, они расположены в области вторичных перетяжек хромосом. Иными словами, это участки хромосом, на основе которых образуется ядрышко. У человека это хромосомы 13, 14, 15, 21 и 22 пары. При сперматогенезе в стенке извитых семенных канальцев из сперматогоний образуются сперматоциты первого порядка. Основываясь на знании основных этапов сперматогенеза, рассчитайте, сколько ядрышковых организаторов в норме должен содержать каждый сперматоцит первого порядка здорового мужчины. Ответ запишите в виде целого числа.

Ответ	<input type="text"/>	штук
-------	----------------------	------

3. [3 балла] На необитаемом острове оказались две дрозофилы, сбежавшие из генетической коллекции чистых линий – белоглазая самка (рецессивная X-сцепленная мутация *w*) и самец с черным телом (рецессивная аутосомная мутация *b*). Какая доля мух будет иметь фенотип дикого типа через 10 поколений? Дрейфом генов можно пренебречь. Ответ укажите в виде процентов, округлив до целых.

Ответ		%
-------	--	---

4. [6 баллов] Для решения многих биологических проблем биологи применяют Марковские модели. В Марковской модели несколько состояний системы разделены вероятностными переходами. Рассмотрим скрытую марковскую модель (НММ) для CpG островков в геноме человека. Для двух состояний (CpG островок или Не CpG островок) существуют вероятности перехода между собой (0.37) и вероятности остаться в том же состоянии при переходе между следующим нуклеотидом (0.63). Обратите внимание, что в зависимости от того, в каком состоянии находится модель вероятность получения нуклеотида отличается.



Пусть у вас есть последовательность из нуклеотидов CGGAGC.

Часть 4.1. [2 балла] Рассчитайте вероятность, что вся последовательность пришла из CpG островка. Ответ представьте в виде числа $X \cdot 10^{-Y}$, где число X округлено до сотых, а Y до целых.

Часть 4.2. [2 балла] Рассчитайте вероятность, что вся последовательность пришла не из CpG островка. Ответ представьте в виде числа $X \cdot 10^{-Y}$, где число X округлено до сотых, а Y до целых.

Часть 4.3. [2 балла] Рассчитайте двоичный логарифм отношения вероятности из Ч.4.1 к вероятности из Ч.4.2. Ответ округлите до сотых.

Ответ:

Ч.4.1. вероятность	
-----------------------	--

Ч.4.2. вероятность	
-----------------------	--

Ч.4.3. значение	
--------------------	--