

**ЗАДАНИЯ**  
**теоретического тура заключительного этапа**  
**XI Всероссийской олимпиады школьников по биологии.**  
**ОЦ «Сириус». 2023-24 уч. год**

**11 класс**

*Дорогие ребята!*

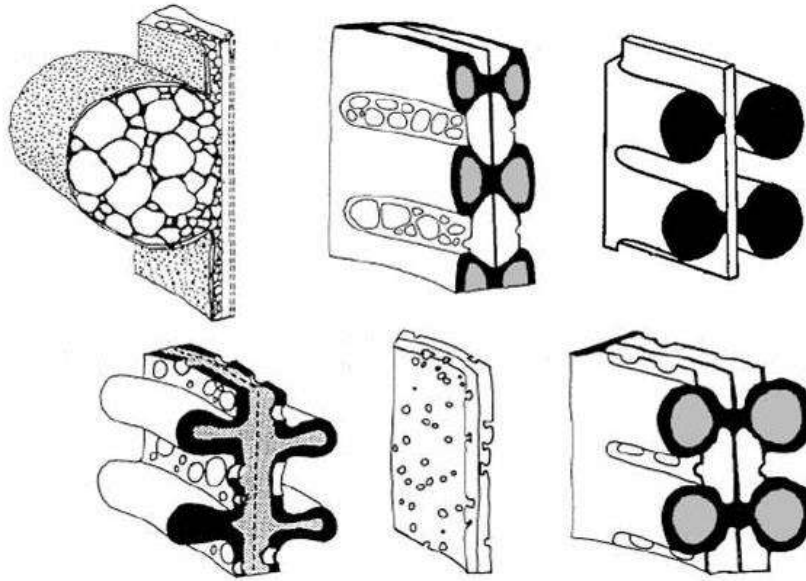
*Поздравляем Вас с участием в заключительном этапе Всероссийской олимпиады школьников по биологии! Отвечая на вопросы и выполняя задания, не спешите, так как ответы не всегда очевидны и требуют применения не только биологических знаний, но и общей эрудиции, логики и творческого подхода. Успеха Вам в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

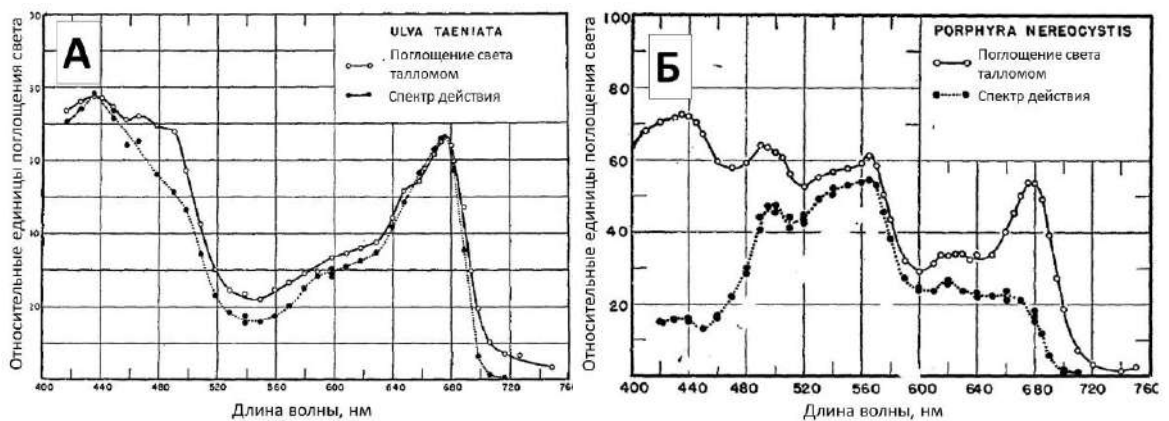
- Некоторые вирусы, например, вызывающие полиомиелит, гепатит С или COVID-19, при заражении приводят к образованию двумембранных везикул из эндоплазматической сети клетки-хозяина. В этих «репликационных органеллах» образуются и накапливаются дочерние нуклеиновые кислоты вируса. Основная функция этих «органелл» заключается в том, что они:**
  - предотвращают попадание вирусных эпитопов на молекулы главного комплекса гистосовместимости МНС-1 и их распознавание Т-клетками;
  - позволяют выводить из клетки сразу множество вирусных частиц по принципу экзоцитоза, не нарушая целостность клетки-хозяина;
  - позволяют добавить к белковому капсиду вирусной частицы мембранный суперкапсид с интегрированными вирусными белками;
  - предотвращают распознавание двуцепочечной РНК цитоплазматическими RIG-I – подобными рецепторами, активирующими продукцию интерферонов I типа.
- Тaq-полимераза — это термостабильная ДНК-полимераза, благодаря которой в современном виде возник метод полимеразной цепной реакции (ПЦР). Впервые Тaq-полимеразу охарактеризовали в 1976 г. А какое утверждение в отношении ее продуцента, *Thermus aquaticus*, является верным?**
  - Thermus aquaticus* – бактерия, живущая при высоких температурах;
  - Thermus aquaticus* пигментирована, а ее пигменты – это хлорофиллы, участвующие в фотосинтезе;
  - Thermus aquaticus* – архея, обитающая при низких значениях рН и высокой температуре;
  - Thermus aquaticus* пигментирована за счет биосинтеза бактериородопсинов.

3. На рисунке изображены несколько вариантов строения клеточной стенки (в объеме прорисованы участки контакта двух соседних клеток). Все эти варианты встречались в определенных клетках высших растений, живших в девонском периоде. Эти клетки выполняли одинаковую функцию, а именно:



- а) проводящую; б) запасящую; в) покровную; г) выделительную.

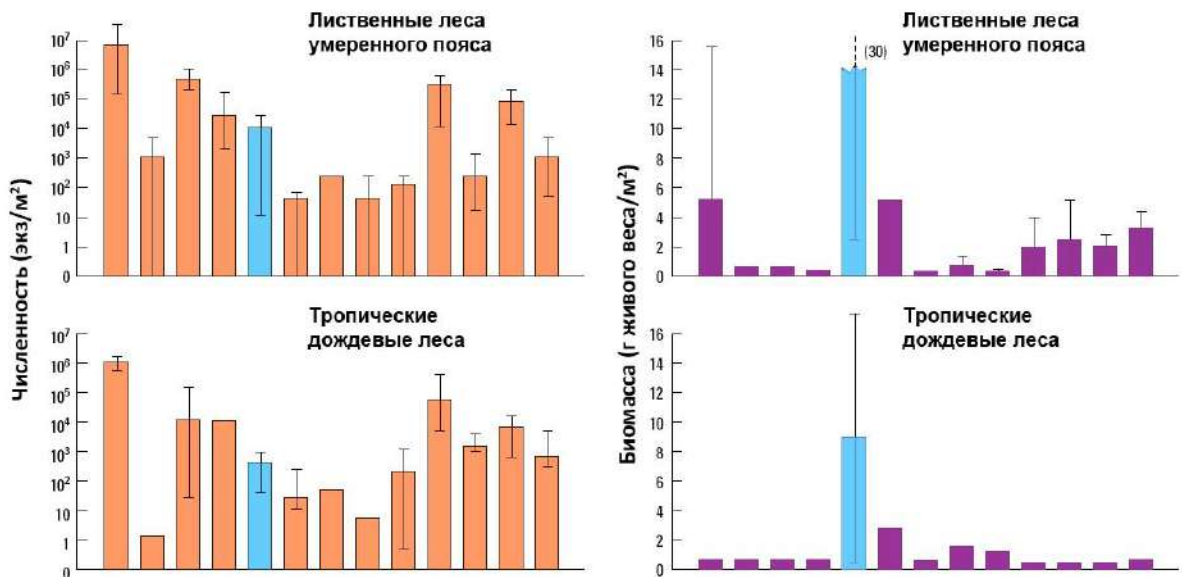
4. Спектром действия в физиологии называют зависимость эффективности физиологического процесса от длины волны действующего света. На рисунке ниже представлены спектры поглощения света *in vivo* талломами морских водорослей ульвы и порфиры, а также спектры действия фотосинтеза для этих объектов. Почему у порфиры спектр действия не совпадает со спектром поглощения, тогда как для ульвы эти спектры очень близки?



Спектры поглощения света и спектры действия фотосинтеза для *Ulva taeniata* (А) и *Porphyra nereocystis* (Б) (Нахо, Blinks, 1949). Светлыми точками на графиках обозначены спектры поглощения, черными точками – спектры действия.

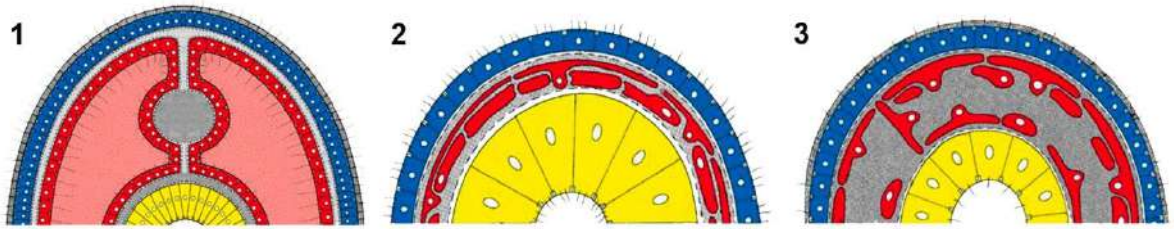
- а) Основными фотосинтетическими антеннами порфиры являются фикобилисомы, которые поглощают свет в зеленой части спектра и передают энергию возбуждения на хлорофилл. При этом хлорофиллы в меньшей степени участвуют в сборе солнечной энергии.
- б) Основными фотосинтетическими пигментами порфиры являются фикобилины, они отвечают как за сбор, так и за преобразование энергии возбуждения света. Пигментом реакционных центров фотосистем красных водорослей является фикоэритрин, в котором происходит разделение зарядов и отрыв электрона для его перемещения по ЭТЦ, поэтому спектр действия фотосинтеза имеет максимум в зеленой области.
- в) У порфиры в красной области поглощает не хлорофилл, а фитохромы, поэтому спектр действия фотосинтеза в красной области отличается от спектра поглощения.
- г) Хлорофиллы порфиры поглощают в более коротковолновой области, поэтому пик в зеленой области связан с поглощением света хлорофиллами, а в красной области поглощение осуществляет фикоэритрин. Антенный хлорофилл с, поглощая более коротковолновый, чем обычные хлорофиллы, свет, передает энергию на фикоэритрин, в котором и происходит разделение зарядов, после чего электрон перемещается по ЭТЦ фотосинтеза.

5. Представленные диаграммы отражают качественный и количественный состав почвенной фауны беспозвоночных. Столбцы, выделенные голубым цветом, соответствуют группе:



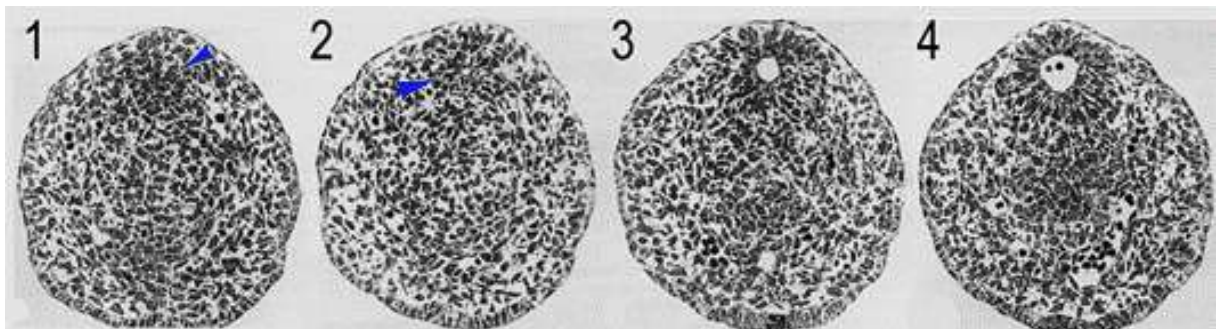
- а) круглые черви;  
 б) малощетинковые черви;  
 в) паукообразные;  
 г) коловратки.

6. На рисунках (1-3) представлены фрагменты поперечных срезов беспозвоночных из различных групп (обобщённые схемы).



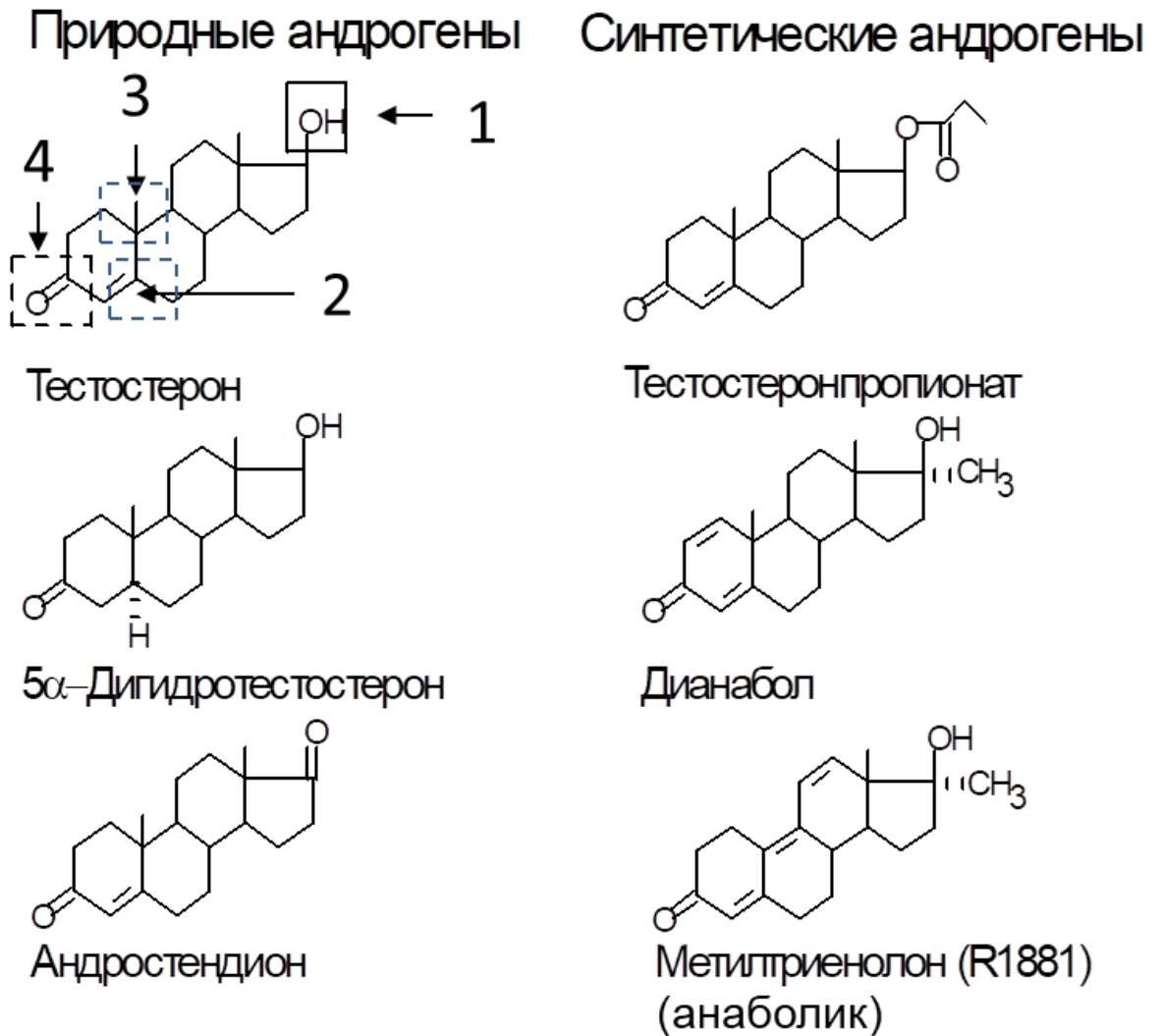
Типичные метанефридии могут иметь животные, строение которых отражено на схеме (схемах):

- а) 1;  
 б) 1 и 2;  
 в) 2 и 3;  
 г) 3.
7. Для регулирования потока крови между малым и большим кругами кровообращения некоторые позвоночные используют:
- а) вольфов проток;  
 б) боталлов проток;  
 в) кювьеров проток;  
 г) сонный проток.
8. Из перечисленных ниже органов или систем органов человека суммарная площадь поперечного сечения кровеносных сосудов максимальна:
- а) во всех скелетных мышцах;  
 б) в мозге;  
 в) в легких;  
 г) в кишечнике.
9. На рисунке изображены поперечные срезы последовательных стадий эмбриогенеза хордового животного. На них можно наблюдать процесс:



- а) васкуляризации;  
 б) первичной нейруляции;  
 в) вторичной нейруляции;  
 г) гастрюляции.

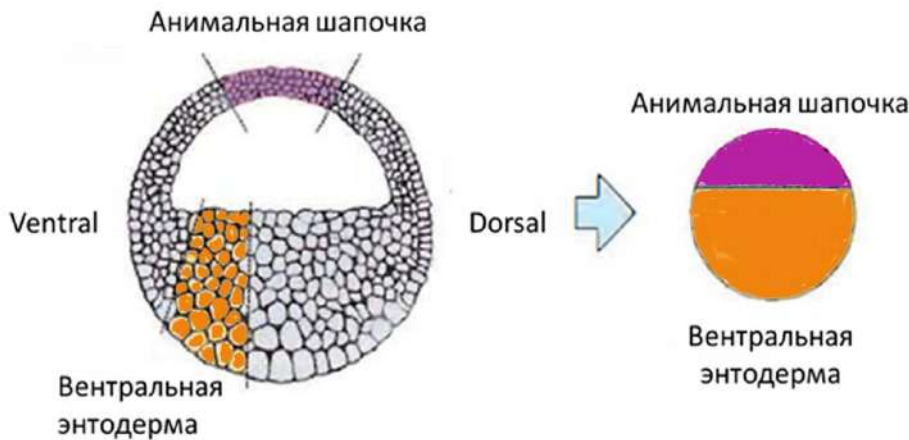
10. Известно, что у каждого гормона есть эффекторный фрагмент (он отвечает за активацию рецептора), адресный фрагмент (он отвечает за узнавание рецептора в определенной ткани) и вспомогательный (он обычно отвечает за стабильность гормона).



Пользуясь приведенными ниже формулами природных и синтетических стероидов, связывающихся с одними и теми же рецепторами в разных тканях, определите, какой фрагмент является эффекторным:

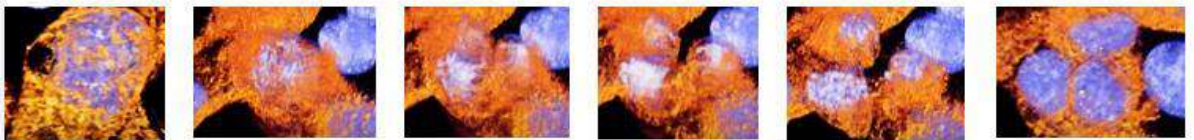
- а) 1;                      б) 2;                      в) 3;                      г) 4.

11. Известно, что по своим индукционным способностям дорсальная и вентральная энтодерма амфибий различаются. Были проведены эксперименты, в которых брали фрагменты вентральной энтодермы бластулы амфибий и сращивали их с анимальными бластомерами (анимальной шапочкой).



В результате этих экспериментов было показано, что:

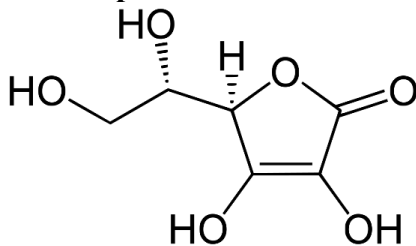
- а) анимальные бластомеры превращались в мышечные клетки;
  - б) анимальные бластомеры превращались в покровную эктодерму;
  - в) анимальные бластомеры превращались в нейроэктодерму;
  - г) анимальные бластомеры превращались в клетки крови.
12. У некоторых животных содержание миоглобина в мышечной ткани в зимний период значительно (в 4-5 раз!) увеличивается. К таким животным относится:
- а) белый медведь;
  - б) длиннохвостый суслик;
  - в) заяц-беляк;
  - г) кавказский тур.
13. В организме человека из холестерина образуется много различных физиологически-активных веществ. Самое большое количество холестерина расходуется на синтез:
- а) альдостерона;
  - б) желчных кислот;
  - в) прогестерона;
  - г) тестостерона.
14. Ниже представлен ряд микрофотографий редко наблюдаемого процесса деления одной клетки на три.



Выберите верное утверждение:

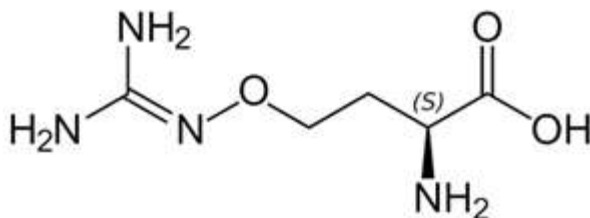
- а) исходная клетка триплоидна, что позволяет в результате деления получить три гаплоидные клетки;
- б) изображения окрашены с помощью компьютера после получения фотографий с помощью фазово-контрастной микроскопии;
- в) такой вариант деления может быть вызван только искусственно;
- г) все приведенные выше утверждения неверны.

15. Действие многих токсинов связано с нарушением структуры цитоскелета. Исследователь обработал культуру клеток млекопитающих новым токсином, выделенным из губок. Известно, что исследуемый токсин активирует разборку микрофиламентов до глобулярного актина. Скорее всего, после обработки клеток токсином, исследователь будет наблюдать:
- увеличение числа наборов хромосом в клетках;
  - значительный рост потребления кислорода клетками;
  - уменьшение объема клеточного ядра;
  - потеря клетками микроворсинок.
16. Межклеточное вещество – это сложная многокомпонентная среда, порой определяющая свойства ткани не в меньшей степени, чем клетки. Более того, во многих тканях объем межклеточного вещества значительно превышает объем, занимаемый клеточными элементами. Примером такой ткани может послужить:
- нервная ткань;
  - ороговевающий эпителий;
  - сердечная мышечная ткань;
  - гиалиновый хрящ.
17. На рисунке справа представлена формула вещества, которое не синтезируется человеческим организмом, но служит кофактором некоторых важных ферментативных реакций. При этом многие млекопитающие способны синтезировать это соединение.



В качестве предшественника для биосинтеза они используют:

- аденин;
  - стеариновую кислоту;
  - лизин;
  - глюкозу.
18. На рисунке приведена формула токсичного соединения – канаванина, содержащегося в плодах многих бобовых.



Токсическое действие канаванина основано на нарушении биосинтеза белка. Этот эффект достигается за счет того, что канаванин встраивается в полипептидную цепь вместо аминокислоты:

- аланина;
- аргинина;
- фенилаланина;
- глицина.

- 19. Глюкоза – важнейший, а иногда единственный источник энергии для многих тканей и органов. Синтез глюкозы в организме человека может осуществляться с помощью метаболического пути под названием глюконеогенез из различных субстратов неуглеводной природы. Какие из суждений о глюконеогенезе верны?**
- а) реакции глюконеогенеза полностью идентичны реакциям гликолиза;
  - б) глюконеогенез ускоряется при повышении концентрации глюкозы в крови;
  - в) глюконеогенез позволяет синтезировать глюкозу из аминокислот;
  - г) адреналин в стрессовых ситуациях тормозит глюконеогенез.
- 20. Первые успехи генотерапии 35 лет назад были связаны с лечением наследственных иммунодефицитов. Причиной, по которой лечение первичных иммунодефицитов оказалось проще лечения других наследственных заболеваний, является то, что:**
- а) кроветворные стволовые клетки легко возвращаются в костный мозг из кровотока;
  - б) большинство первичных иммунодефицитов – это X-сцепленные заболевания;
  - в) нейтрофилы легче подвергаются генетической трансформации, чем другие клетки;
  - г) для доставки генов используются герпесвирусы, имеющие тропизм к лимфоцитам.



**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 30 тестовых заданий).

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

Если все пять ваших ответов правильные, то вы получите **2,5 балла**.

Если только четыре ответа правильные, то вы получите **1,5 балла**.

Если только три ответа правильные, то вы получите **1 балл**.

Если только два ответа правильные, то вы получите **0,5 балла**.

Если правильными являются 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			

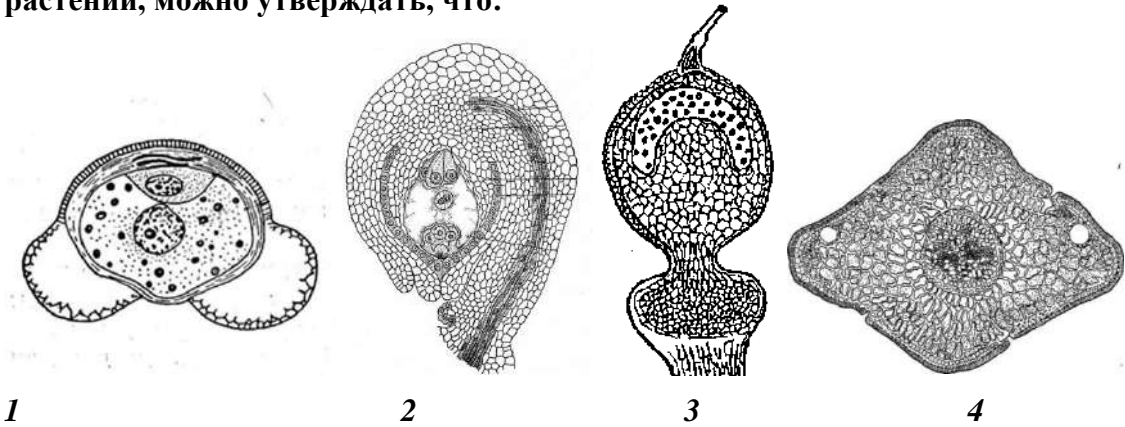
- В каких видах брожения конечным продуктом (или одним из них) может быть уксусная кислота?**
  - а) гомоферментативное молочнокислое брожение;
  - б) гетероферментативное молочнокислое брожение;
  - в) пропионовокислое брожение;
  - г) ацетоно-бутиловое брожение;
  - д) спиртовое брожение.
- Какие классы ферментов можно обнаружить у бактерий?**
  - а) оксидоредуктазы;
  - б) трансферазы;
  - в) гидролазы;
  - г) лигазы;
  - д) лиазы.
- Подсолнечник однолетний (*Helianthus ánnuus*) - растение семейства Астровые, родиной которого является Северная Америка. В России известен со времен Петра I и уже почти 300 лет культивируется у нас как масличная культура.**



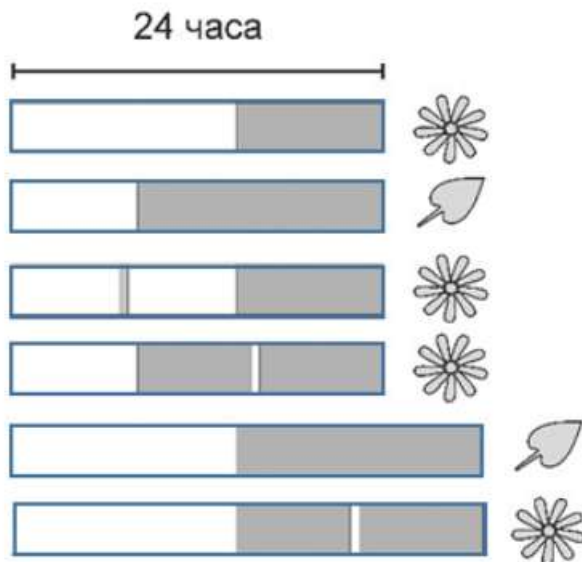
**Для анатомического строения стебля подсолнечника характерно:**

- а) непучковое строение в основании стебля;
- б) переходный тип развития стебля;
- в) активное образование дополнительных проводящих пучков из межпучкового камбия;
- г) пучковое строение стебля по всей его длине;
- д) особый тип стелы - сифоностела.

4. Ниже приведены рисунки микропрепаратов различных органов и структур высших растений. Приняв во внимание особенности жизненного цикла высших растений, можно утверждать, что:



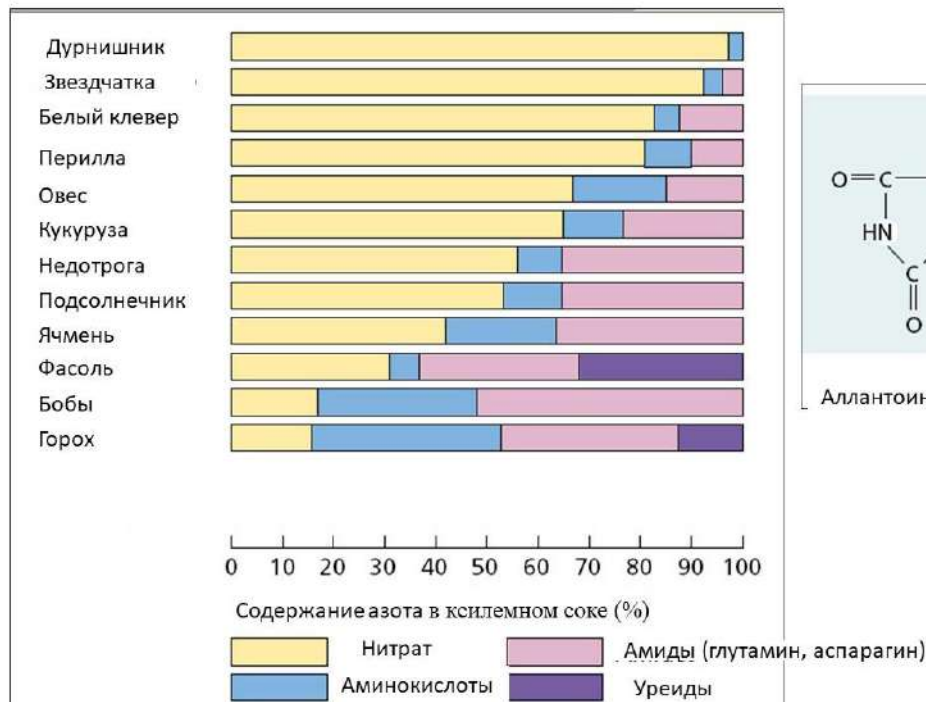
- а) все представленные объекты содержат гаплоидные клетки;  
 б) все представленные объекты содержат диплоидные клетки;  
 в) на рисунках 2 и 3 изображены объекты, состоящие частично из диплоидных и частично из гаплоидных клеток;  
 г) объекты, изображенные на рисунках 1 и 4 состоят только из диплоидных клеток;  
 д) на рисунках 1, 2 и 4 изображены структуры семенных растений.
5. У ряда растений зацветание зависит от фотопериода. На схеме показаны результаты опытов, проведенных с таким растением. Светлый прямоугольник обозначает продолжительность дня, серый прямоугольник – продолжительность ночи. Лист - в этих условиях растение вегетирует, цветок – растение зацветает.



**Выберите верные утверждения.**

- а) Эксперимент проводили с длиннодневным растением.  
 б) Для зацветания необходима и достаточна определенная продолжительность дня (больше некоторого критического значения времени освещения).  
 в) Для зацветания необходима и достаточна определенная продолжительность ночи (меньше некоторого критического значения часов темноты).  
 г) Кратковременное затемнение в середине дня не приводит к зацветанию.  
 д) Кратковременное освещение в середине ночи приводит к зацветанию.

6. В ксилемном соке покрытосеменных растений можно обнаружить разные азотсодержащие соединения. На рисунке представлен процентный состав азотсодержащих соединений ксилемного сока у разных растений. Опираясь на предложенную диаграмму и Ваши знания, выберите верные утверждения.



- а) аммоний транспортируется по растению, потому что азот в аммонии находится в нужной степени окисления и его можно сразу включить в состав аминокислот;
- б) существуют растения, у которых включение азота в состав органических соединений происходит преимущественно либо в подземной части растения, либо в надземной;
- в) транспорт амидов и уреидов по ксилеме связан с процессом симбиотической азотфиксации;
- г) транспорт амидов и уреидов позволяет переносить больше атомов азота в расчете на одну молекулу, чем в случае других представленных на диаграмме соединений;
- д) нитрат транспортируется по ксилеме, поскольку он не токсичен для растений.
7. В течение жизненного цикла многие животные меняют среду обитания и образ жизни (способы питания, локомоции, поведение и др.). Строение тела животного также может значительно модифицироваться. Из перечисленных животных на протяжении жизненного цикла (без учёта эмбриональных, то есть проходящих в яйце, стадий) преобладающий тип симметрии изменяется у:
- а) аурелии;
- б) нереиса;
- в) беззубки;
- г) циклопа;
- д) морского ежа.

8. **Трёхкамерное сердце, заполненное только артериальной кровью/гемолимфой, имеет:**  
 а) мидия;  
 б) речной рак;  
 в) каракатица;  
 г) ланцетник;  
 д) головастик озёрной лягушки.
9. **В условиях Подмосковья перелётными видами являются:**  
 а) рябчик;  
 б) пеночка-теньковка;  
 в) большой пёстрый дятел;  
 г) мухоловка-пеструшка;  
 д) вальдшнеп.
10. **Во время зимней спячки температура тела у летучих мышей может падать до 0° С. При пробуждении зверьков она повышается до +38° С. Разогрев тела происходит в результате:**  
 а) дрожания;  
 б) перемещения на прогретые солнцем поверхности;  
 в) использования накоплений «бурого жира» в организме;  
 г) использования запасов пищи;  
 д) массового сучивания и взаимного согревания.
11. **В экспозиции Государственного биологического музея в Москве демонстрируются двухголовый телёнок, телята-стернопаги («сиамские близнецы»), восьминогий козлёнок-циклоп.**

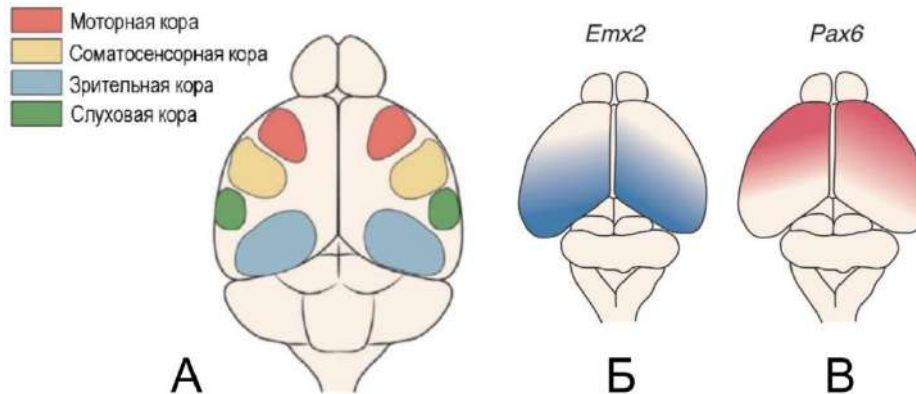


**Такие аномалии развития могут быть вызваны:**

- а) мутацией гомеозисных генов (Нох-генов);  
 б) самопроизвольным клонированием части клеток зародыша;  
 в) поздним и неполным разделением внутренней клеточной массы бластоцисты;  
 г) частичным разделением первичной полоски;  
 д) срастанием уже сформировавшихся эмбрионов в результате травматического нарушения целостности зародышевых оболочек.

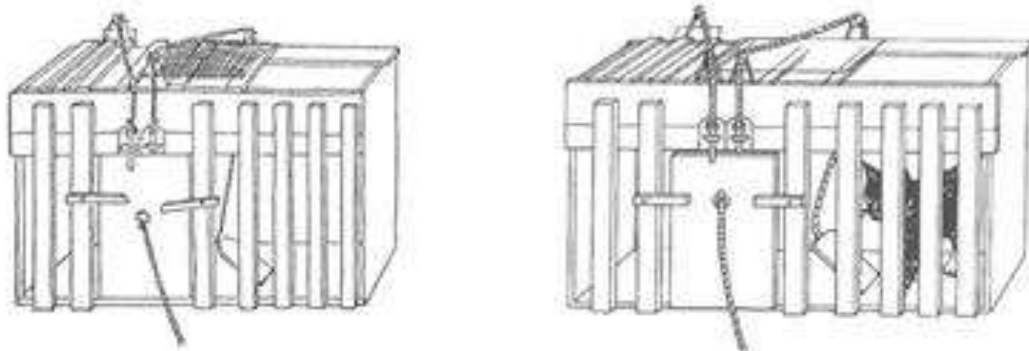
- 12. Репродуктивная изоляция препятствует межвидовой гибридизации и способствует сохранению генетической стабильности вида. Это может достигаться разными способами:**
- а) эмбрионы погибают на ранних стадиях развития из-за несовместимости генетических программ родителей;
  - б) межвидовые гибриды рождаются, но как правило, они менее жизнеспособны, чем родители;
  - в) межвидовые гибриды, как правило, гораздо жизнеспособнее и плодовитее родителей;
  - г) межвидовые гибриды вполне жизнеспособны, но полностью или частично бесплодны;
  - д) на основе межвидовых гибридов формируются новые виды.
- 13. Высокая концентрация ионов  $K^+$  внутри аксона поддерживается благодаря:**
- а) работе  $Na^+/K^+$  АТФазы;
  - б) закрытию инактивационных ворот калиевых каналов в покое;
  - в) отрицательному заряду внутри клетки;
  - г) высокой проводимости для ионов  $Na^+$  в покое;
  - д) току ионов  $K^+$  в клетку через каналы в покое.
- 14. Для осуществления каких процессов необходимо расщепление АТФ?**
- а) слияние везикул, содержащих медиатор, с мембраной;
  - б) фагоцитоз;
  - в) связывание молекулы актина и миозина в миоците;
  - г) распространение потенциала действия по аксону;
  - д) поддержание потенциала покоя.
- 15. Для лечения бронхиальной астмы используют:**
- а) агонисты  $\beta$ -адренорецепторов (вентолин);
  - б) ингибиторы фосфодиэстеразы – предотвращают разрушение цАМФ (теофиллин);
  - в) блокаторы М-холинорецепторов (атропин);
  - г) глюкокортикоиды (дексаметазон);
  - д) блокаторы рецепторов гистамина (тавегил).
- 16. Моча становится менее концентрированной при:**
- а) выделении альдостерона;
  - б) уменьшении объёма тканевой жидкости в организме;
  - в) снижении выделения антидиуретического гормона;
  - г) понижении осмолярности плазмы крови;
  - д) активации симпатической нервной системы.

17. Известно, что в развитии проекционных зон коры больших полушарий млекопитающих участвуют два транскрипционных фактора *Etx2* и *Pax6*. *Etx2* обладает каудализирующим действием (способствует развитию структур, более близких к спинному мозгу), *Pax6* оказывает прямо противоположный эффект. Градиент их экспрессии отмечен синим и красным цветом на рисунках Б и В.



Как изменится топическая организация коры больших полушарий (рисунок А), если произвести нокаут *Etx2*?

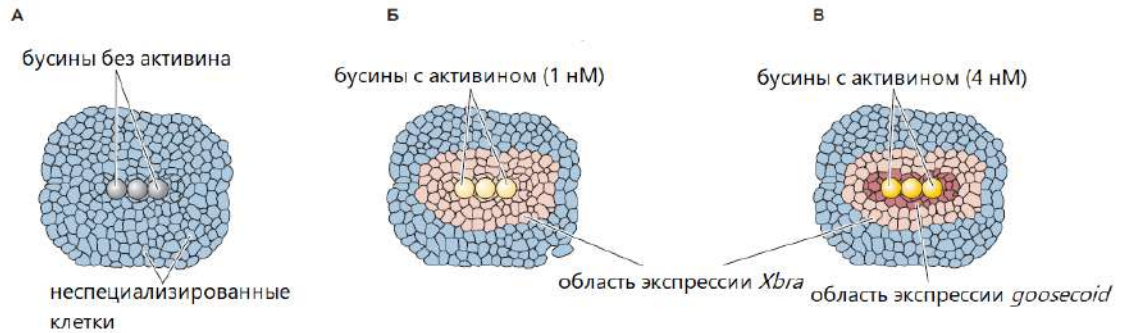
- площадь зрительной и слуховой коры уменьшится;
  - области коры больших полушарий головного мозга смешаются;
  - площадь моторной и соматосенсорной коры увеличится;
  - области коры головного мозга будут располагаться в обратном порядке;
  - исчезнут моторная и соматосенсорная кора.
18. Эдвард Ли Торндайк разработал интересную методику изучения поведения животных – проблемный ящик. Кошку помещали внутрь небольшой клетки, дверцу которой можно было открыть, нажав на педаль внутри клетки и тем самым открыв две защелки. Животные, помещенные в проблемный ящик, сначала безуспешно пытались выйти, но через какое-то время начинали выполнять необходимые действия все быстрее и быстрее и в конце эксперимента сразу же выходили из ящика.



Каким способом животные решали эту задачу?

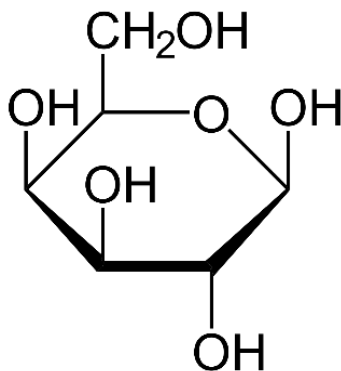
- они делали это постепенно, изменяя используемые безусловные рефлексы;
- они обучались методом проб и ошибок;
- в какой-то момент у них происходил инсайт, и они понимали суть задачи;
- они находили ключевой стимул, и далее следовал фиксированный комплекс действий;
- у них постепенно вырабатывался классический условный рефлекс.

19. Известно, что при направлении дифференцировки клеток развивающегося организма по определенному пути активно работают различные морфогены (молекулы-индукторы). В экспериментах с изолированными неспециализированными клетками амфибий исследовали влияние активина – морфогена, вызывающего изменение экспрессии таких генов, как *Xbra* и *gooseoid*. Бусины с различными концентрациями активина помещали на поверхность пласта неспециализированных клеток (см. рис.).



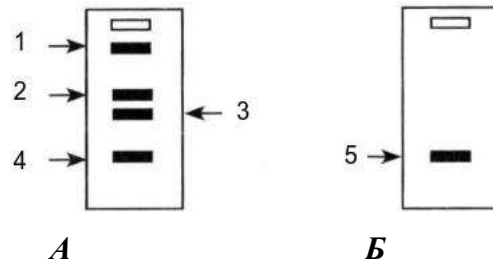
Результаты эксперимента представлены на рисунках А, Б и В. Рассмотрите их и выберите утверждения, верно описывающие полученные результаты:

- а) активин оказывает дозозависимое воздействие на экспрессию исследуемых генов;
  - б) пороговое значение концентрации активина, вызывающее экспрессию *Xbra* выше, чем пороговое значение концентрации активина, вызывающее экспрессию *gooseoid*;
  - в) активин обладает способностью к диффузии;
  - г) аппликация бусин сама по себе является индуцирующим фактором за счет активации механорецепторов и связанных с ними сигнальных молекул;
  - д) продукт гена *Xbra* ингибирует экспрессию гена *gooseoid*.
20. На рисунке представлена структурная формула углевода (моносахарида), широко представленного в природе. В состав каких полимерных соединений (полисахаридов) входит этот углевод?



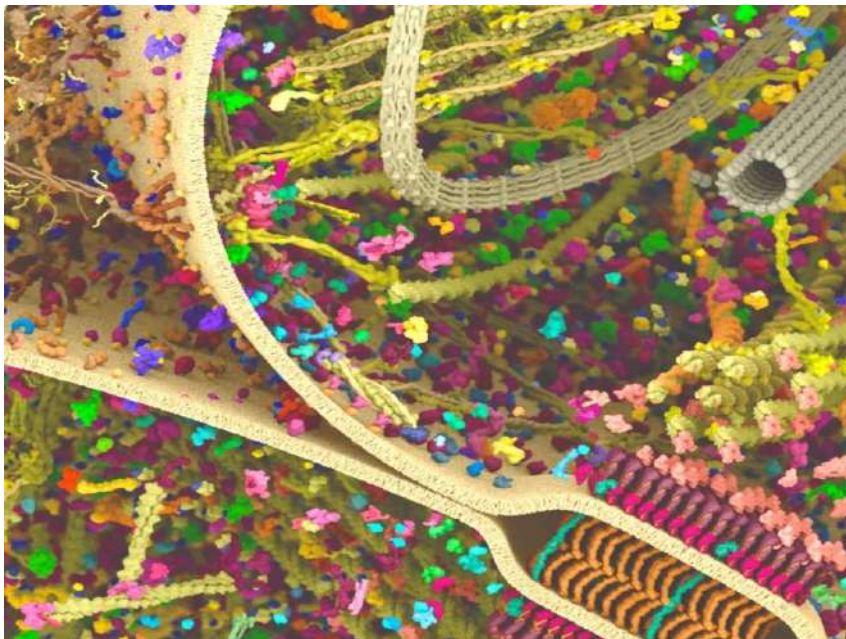
- а) амилоза;
- б) амилопектин;
- в) гликоген;
- г) инулин;
- д) целлюлоза.

21. Для подтверждения встраивания трансгена в геномную ДНК организмов А и Б провели анализ с помощью ПЦР и последующего электрофоретического разделения молекул ДНК. Ниже представлены схемы электрофореграмм после разделения ПЦР-продуктов 1-5, полученных в результате проведения ПЦР с двумя парами праймеров (одна специфична для трансгена, другая – для желаемого локуса встраивания) для каждого образца (А и Б).



Выберите верные утверждения:

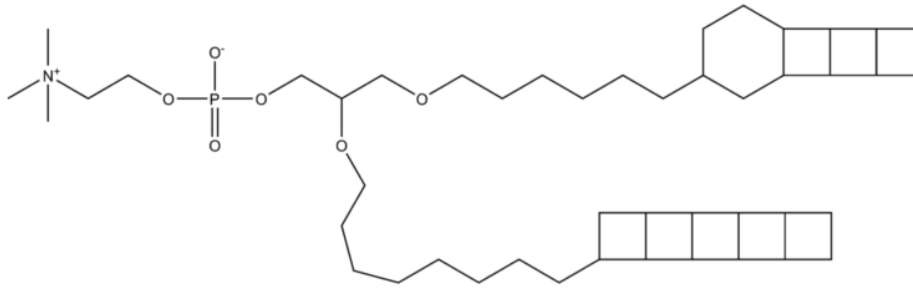
- а) на схеме А — результат негомологичной рекомбинации, на схеме Б — результат гомологичной рекомбинации;  
 б) праймеры для ПЦР-продукта 1 отжигаются целиком внутри трансгена;  
 в) ПЦР-продукты 2 и 3 могут быть получены с использованием разных пар праймеров;  
 г) ПЦР-продукты 1 и 2 не могут быть получены с использованием одного и того же прямого праймера;  
 д) Длина ПЦР-продукта 1 примерно равна сумме длин ПЦР-продуктов 2 и 3 минус длина ПЦР-продукта 4.
22. Что из перечисленного присутствует на изображении?



- а) тропомиозин (фибриллярный белок, связанный с актином);  
 б) интегрин (белок, взаимодействующий с внеклеточным матриксом);  
 в) Arp2/3 (Actin related protein 2/3 complex; комплекс, инициирующий сборку актиновых филаментов);  
 г) виментин (промежуточный филамент);  
 д) кадгерин (белок, входящий в состав межклеточных контактов).

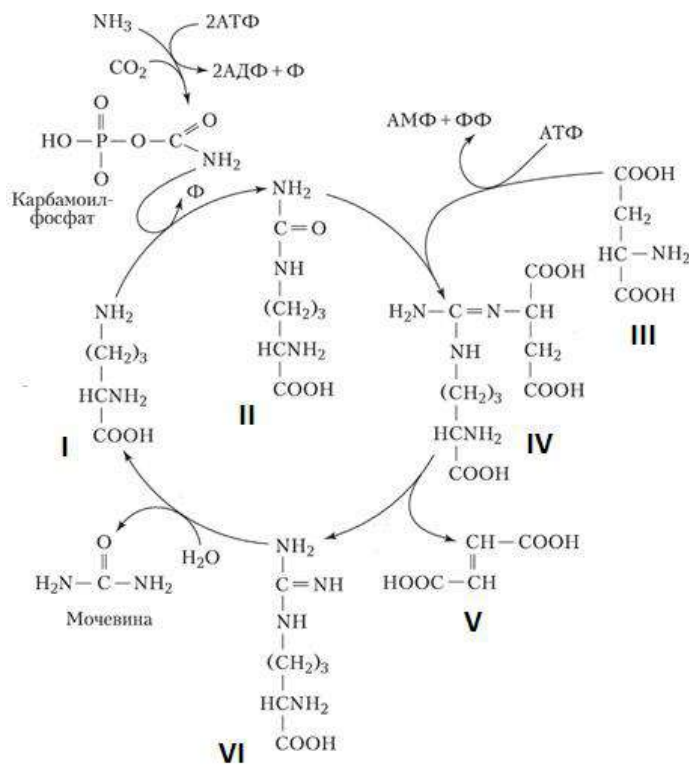


23. На рисунке изображена формула необычного липида, входящего в состав плазматической мембраны некоторых морских бактерий. От липидов плазматической мембраны человека эту молекулу отличает:



- а) наличие остатка фосфорной кислоты;
- б) наличие остатка глицерина;
- в) наличие конденсированных алифатических циклов;
- г) наличие остатка аминспирта холина;
- д) амфифильность.

24. На схеме показаны реакции цикла синтеза мочевины в печени.



Внимательно рассмотрите схему и ответьте, какие из приведенных ниже утверждений являются верными, а какие неверными:

- а) синтез одной молекулы мочевины требует затраты четырех макроэргических связей АТФ;
- б) вещество V превращается в вещество III в ходе реакций цикла трикарбоновых кислот и трансаминирования;
- в) превращение вещества V в вещество III позволяет скомпенсировать две макроэргические связи АТФ;
- г) аминокислота I не встречается в белках;
- д) превращение вещества IV в вещество VI катализирует фермент аргиназа.

25. Гем непосредственно участвует в следующих процессах:
- а) перенос кислорода в крови млекопитающих;
  - б) поглощение кислорода из крови мышечной тканью;
  - в) перенос углекислого газа в крови млекопитающих;
  - г) поглощение углекислого газа из мышечной ткани кровью;
  - д) перенос электронов во внутренней мембране митохондрий.
26. Из нервной ткани млекопитающего можно выделить:
- а) цитохром *c*;
  - б) сфингомиелин;
  - в) тубулин;
  - г) кератин;
  - д) лактатдегидрогеназу.
27. Выберите верные перечисленные пары вида «закон Менделя» - «обстоятельства, его нарушающие»:
- а) закон чистоты гамет - наследование митохондриальной ДНК;
  - б) закон единообразия  $F_1$  - наследование генов, сцепленных с полом;
  - в) закон расщепления - летальность одной из аллелей в гомозиготе;
  - г) закон расщепления - полиплоидия;
  - д) закон независимого наследования - сцепление генов.
28. Выберите бактериальные ферменты, которые способны расщеплять сахарофосфатный остов молекул ДНК:
- а) ДНК-полимераза I;
  - б) РНК-полимераза;
  - в) Cas9;
  - г) EcoRI;
  - д) гираза.
29. Выберите верные пары «тип взаимодействия генов» - «расщепление по фенотипу от скрещивания  $AaBb \times AaBb$ », если гены *A* и *B* не сцеплены:
- а) некумулятивная полимерия - 9 : 3 : 3 : 1;
  - б) кумулятивная полимерия - 6 : 4 : 4 : 1 : 1;
  - в) рецессивный эпистаз - 9 : 4 : 3;
  - г) доминантный эпистаз - 9 : 7;
  - д) полная взаимозаменяемость *A* и *B* - 15 : 1.
30. Выберите ситуации, когда клетка кишечной палочки синтезирует ферменты, метаболизирующие лактозу:
- а) *lac*-репрессор связан с лактозой;
  - б) *lac*-репрессор связан с оператором;
  - в) *lac*-репрессор связан с РНК-полимеразой;
  - г) белок CAP связан с РНК-полимеразой;
  - д) белок CAP связан с оператором.

**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 «Х». Максимальное количество баллов, которое можно набрать – **80** (по 5 баллов за 16 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**.

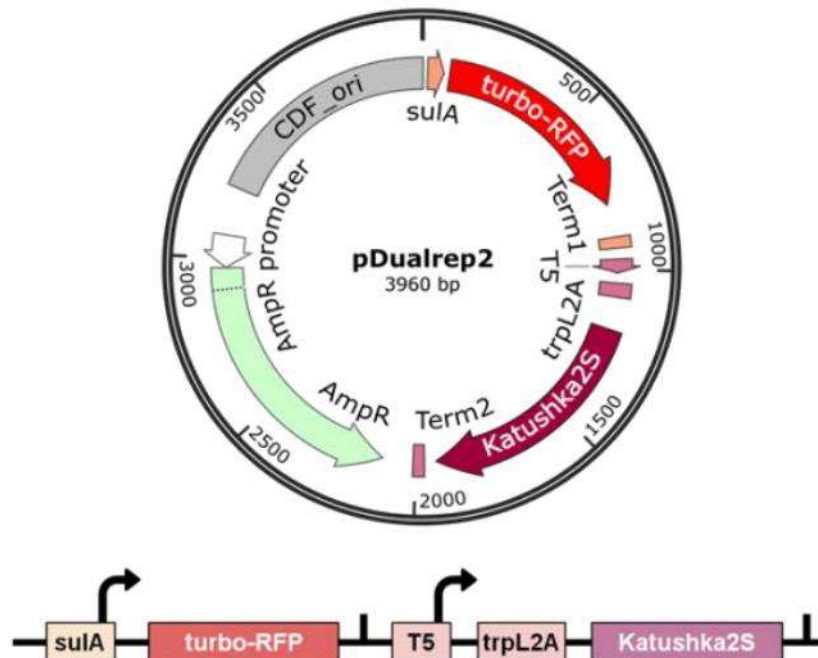
Если только два ответа будут правильными, то вы получите **1 балл**.

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. При поиске новых продуцентов антибиотиков их проверяют на способность подавлять рост тестовых штаммов, таких как *E.coli*. Разработан способ одновременно оценивать и механизм действия антибиотика. Для этого в клетки тестовой культуры встраивают плазмиду с репортерными генами флуоресцентных белков. Эти белки экспрессируются в условиях, соответствующих определенному механизму работы антибиотика. На рисунке представлена схема такой плазмиды:



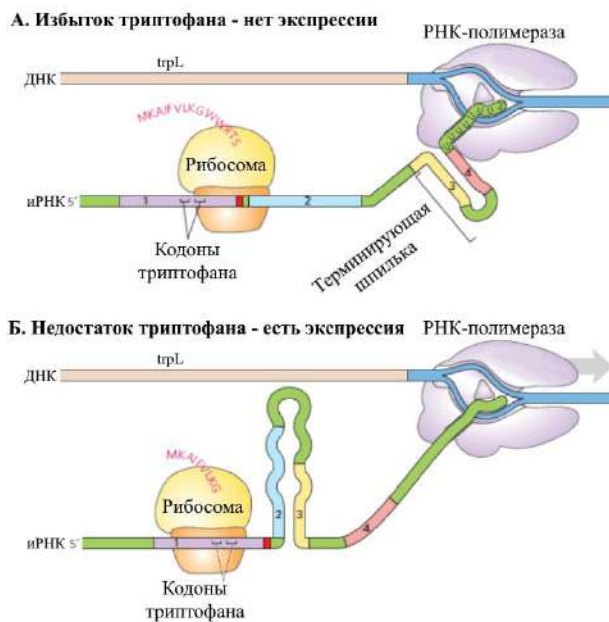
На схеме: - *turbo-RFP*, *Katushka2S* — флуоресцентные белки;  
 - *T5* — конститутивный промотор; - *sulA* — промотор, индуцируемый при SOS-ответе; - *trpL2A* — вариант регулирующей (лидерной) последовательности триптофанового оперона.

**SOS-ответ возникает при нарушениях процесса репликации, вызванных в том числе повреждением ДНК.**

**Оперон *trp*, отвечающий за синтез триптофана, включается только при сильном снижении концентрации этой аминокислоты в клетке. Регуляция осуществляется с помощью лидерной последовательности *trpL*, находящейся между промотором и структурным геном. Принцип регуляции в упрощенном виде представлен на схеме ниже.**

**А:** В норме на иРНК лидерной последовательности образуется терминирующая шпилька (на рисунке состоит из фрагментов 3 и 4), прекращающая транскрипцию.

**Б:** При недостатке триптофана (и связанных с ним тРНК) рибосома долго задерживается на участке лидерной последовательности, кодирующем два триптофана подряд. Она может задержаться и по иным причинам. В этих случаях образуется анти-терминирующая шпилька из фрагментов 2 и 3, и РНК-полимераза продолжает транскрипцию структурной части гена.



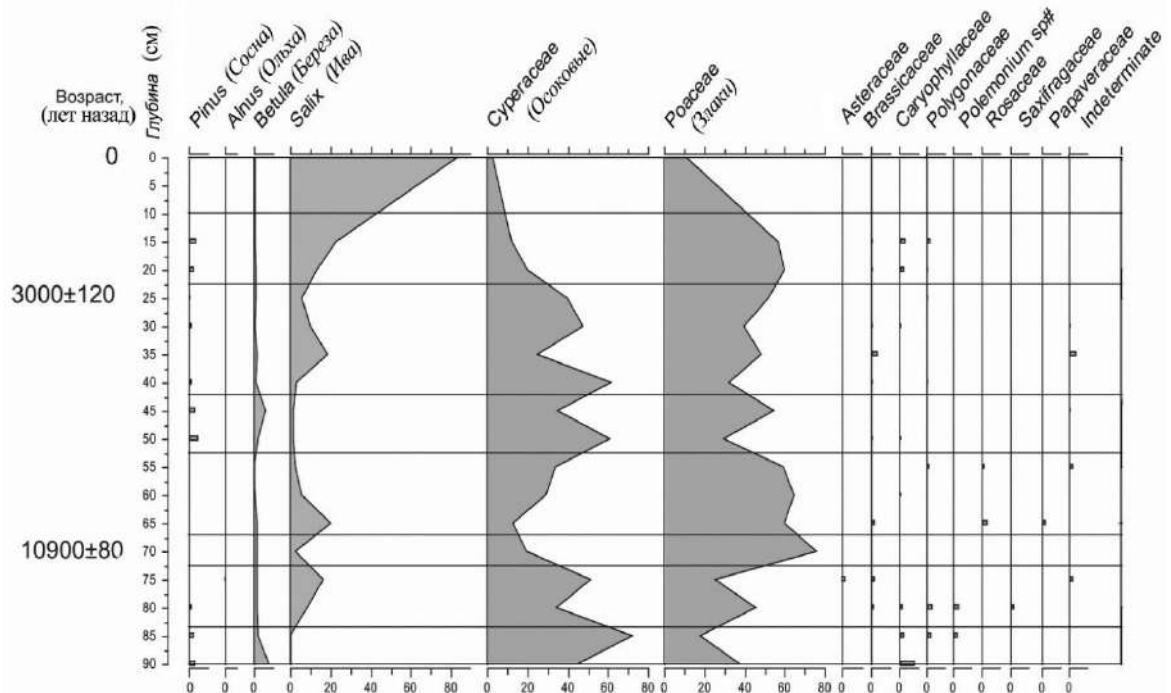
### Механизм работы некоторых антибиотиков:

Эритромицин	Связывается с 50S субъединицей и нарушает продвижение рибосомы
Канамицин	Связывается с 30S субъединицей и приводит к присоединению неправильных аминокислот
Стрептомицин	Связывается с 30S субъединицей и вызывает ошибочное распознавание кодонов мРНК
Хлорамфеникол	Ингибирует пептидил-трансферазную активность 50S субъединицы
Сульфаниламид	Нарушает биосинтез нуклеотидов, приводящий к нарушению репликации
Пуромицин	Вызывает досрочное прерывание трансляции
Левифлоксацин	Ингибирует ДНК-гиразу
Доксорубицин	Встраивается в ДНК, нарушая взаимодействие с ядерными ферментами

Используя приведенные данные, оцените истинность следующих утверждений и укажите в Листе Ответов, является ли каждое из следующих утверждений Верным (В) или Неверным (Н).

- А) Свечение *Katushka2S* возникает под воздействием эритромицина или канамицина.  
 Б) Свечение *Katushka2S* возникает под воздействием стрептомицина или хлорамфеникола.  
 В) Свечение *turbo-RFP* возникает под воздействием сульфаниламида или пурамицина.  
 Г) Свечение *turbo-RFP* возникает под воздействием левофлоксацина или доксорубицина.  
 Д) Понизить ложноположительное свечение *Katushka2S* можно, заменив в *trpL* два кодона триптофана на кодоны аланина.

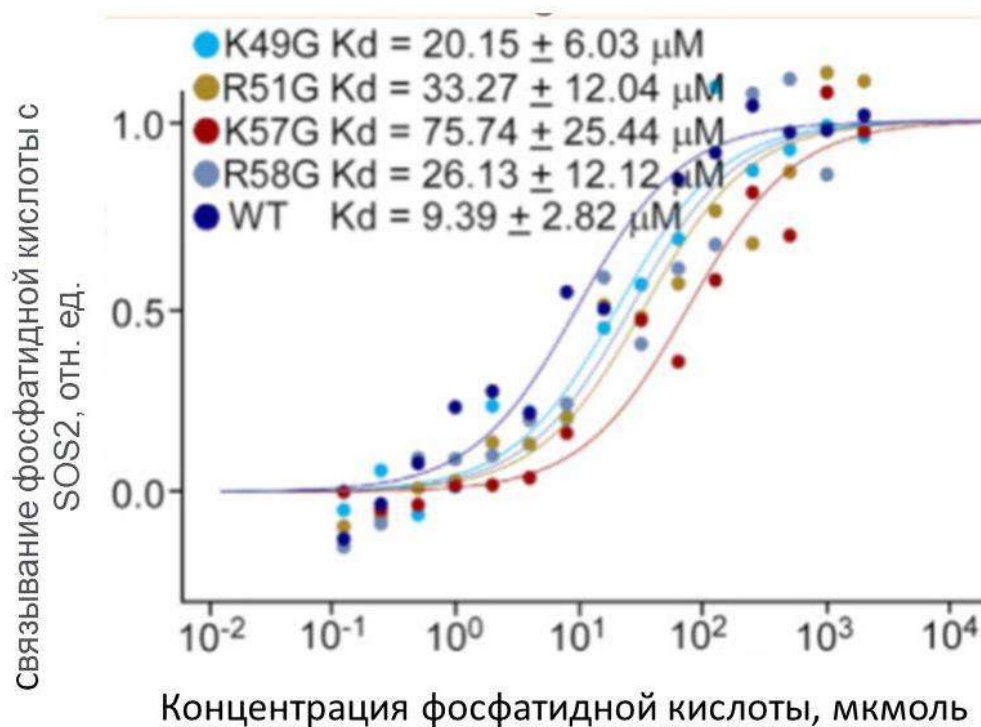
2. Рассмотрите пыльцевую диаграмму, полученную в результате изучения разреза речных отложений: по вертикальной оси отложен приблизительный возраст (лет назад) проб, соответствующий глубине отложений, по горизонтальной оси обозначено процентное содержание пыльцевых зерен (отдельными столбцами для каждого таксона растений), обнаруженных в каждой пробе.



Исходя из представленных на диаграмме данных, укажите в Листе Ответов, является ли каждое из следующих утверждений Верным (В) или Неверным (Н).

- А) В период от 10 до 3 тысяч лет назад в данной местности преобладали хвойные леса.  
 Б) За последние 10 тысяч лет в данной местности злаково-осоковые травянистые сообщества несколько раз полностью исчезали и появлялись вновь.  
 В) За последние 3 тысячи лет в данной местности злаково-осоковые растительные сообщества сменились древесными с преобладанием ивы.  
 Г) Более 10 тысяч лет назад на данной территории преобладала травянистая растительность, состоящая из осоковых и злаков.  
 Д) Ранее 3 тысяч лет назад в данной местности не произрастали сосны.

3. При солевом стрессе протеинкиназа SOS2 фосфорилирует и активирует Na/H- антипортер SOS1. SOS1 играет важную роль в солеустойчивости растений, поскольку его активность приводит к выводу ионов натрия из цитоплазмы в наружную среду. Ученые определили, что фосфатидная кислота (ФК) активирует протеинкиназу SOS2. Для того, чтобы определить, какая аминокислота важна для взаимодействия SOS2 с ФК они синтезировали гены SOS2 в которых кодоны, кодирующие аминокислоты K49, R51, K57 и R58 заменили на кодон, кодирующий глицин (номера указывают на позиции аминокислот в полипептиде, а буквы — на название аминокислоты: K — лизин; R — аргинин, G - глицин) и исследовали взаимодействие фосфатидной кислоты с SOS2 и мутантными белками с помощью микротермофореза (метод для количественной характеристики межмолекулярных взаимодействий). С помощью рисунка определите, какие аминокислоты играют роль в связывании SOS2 с фосфатидной кислотой.

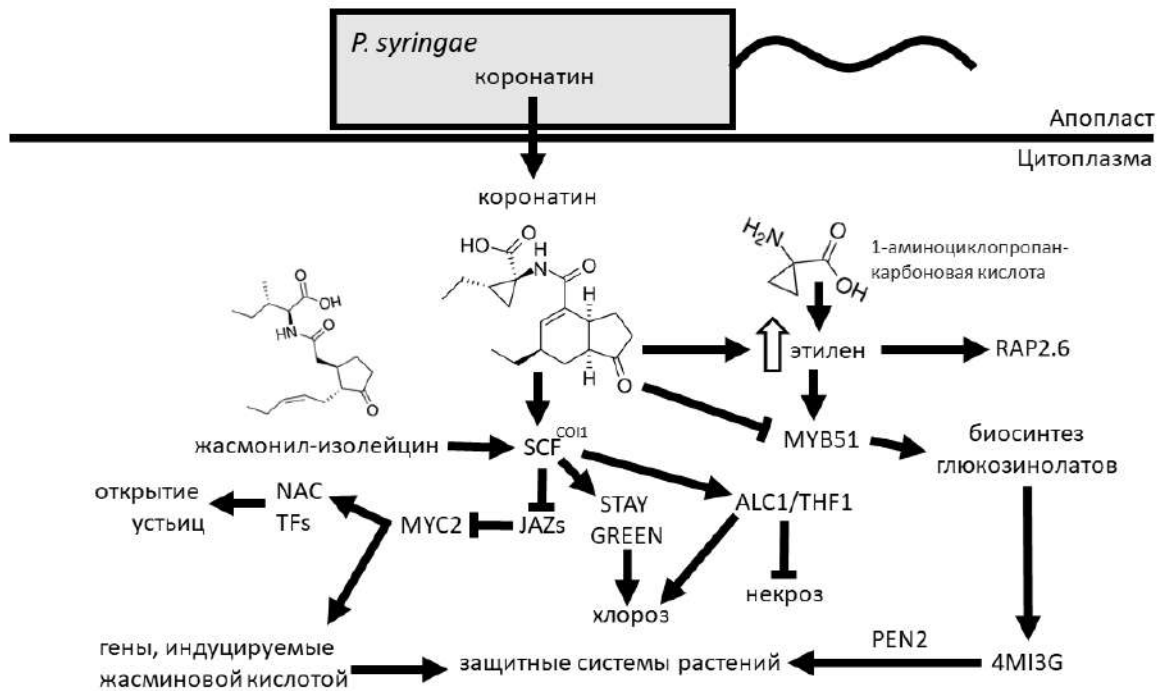


*Kd* – константа диссоциации (показывает, насколько хорошо конкретный субстрат будет связываться с белком). WT – дикий тип.

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

- На взаимодействия фосфатидной кислоты с SOS2 влияют все указанные аминокислоты, а наименьшее влияние оказывает K49.
- На взаимодействия фосфатидной кислоты с SOS2 влияют все указанные аминокислоты, однако наибольшее влияние оказывают R58 и K57.
- На взаимодействия фосфатидной кислоты с SOS2 влияют все указанные аминокислоты, однако наибольшее влияние оказывает K49.
- На взаимодействия фосфатидной кислоты с SOS2 влияют все указанные аминокислоты, однако наибольшее влияние оказывает K57.
- Все указанные аминокислоты не оказывают влияния на взаимодействия фосфатидной кислоты с SOS2.

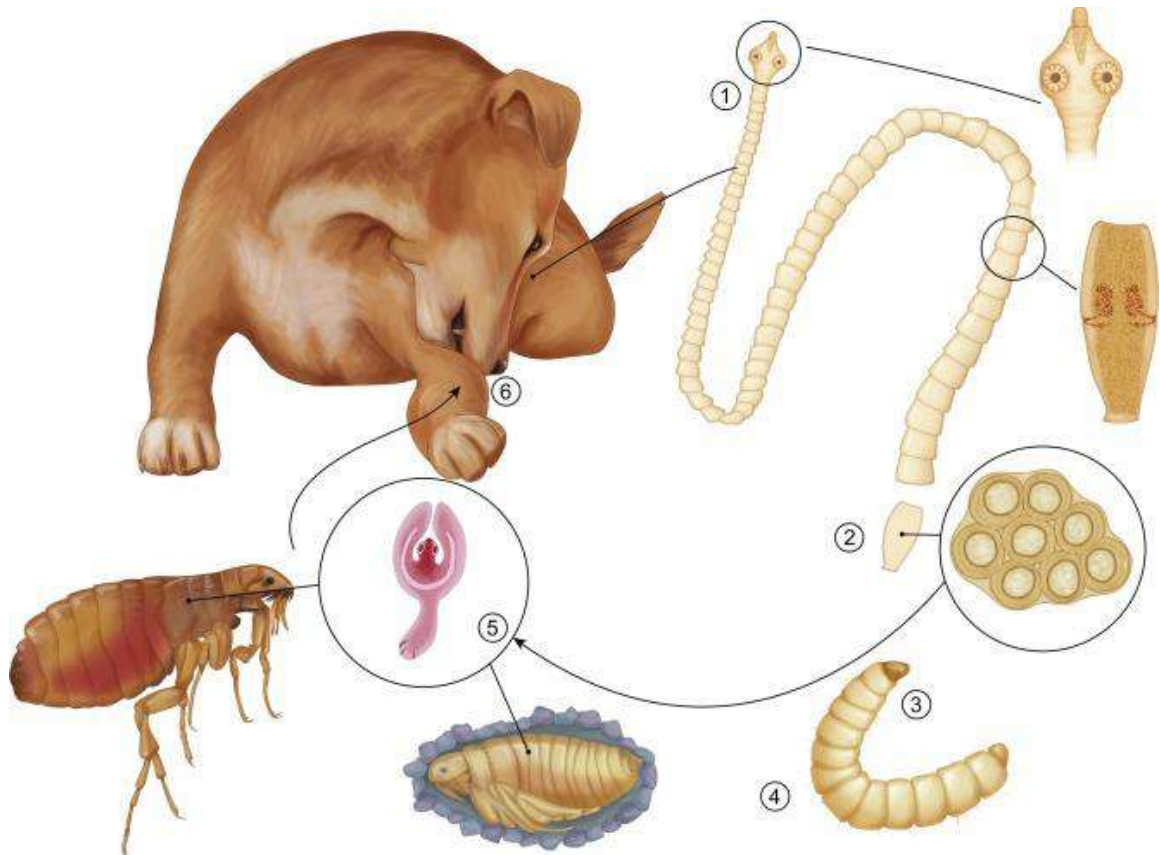
4. *Pseudomonas syringae* – вид фитопатогенных бактерий, поражающих широкий спектр растений. Эти бактерии выделяют особый токсин – коронатин, чьё действие включает в себя влияние на системы регуляции целого ряда растительных гормонов.



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

- А) При поражении растения *Pseudomonas syringae* активизируется синтез защитных вторичных метаболитов, таких как глюкозинолаты, которые встречаются у многих представителей семейства Капустные.
- Б) Препарат коронатина, нанесенный на лист растения, будет вызывать его пожелтение.
- В) Разрыв амидной связи в молекуле коронатина приводит к высвобождению аминокicloпропанкарбоновой кислоты (АСС), являющейся предшественником на пути синтеза этилена – стрессового гормона растений.
- Г) *P. syringae* способна проникать в растения через устьица.
- Д) Коронатин способен связываться с рецептором изолейцинового конъюгата жасминовой кислоты.

5. Изучите схему жизненного цикла паразита.

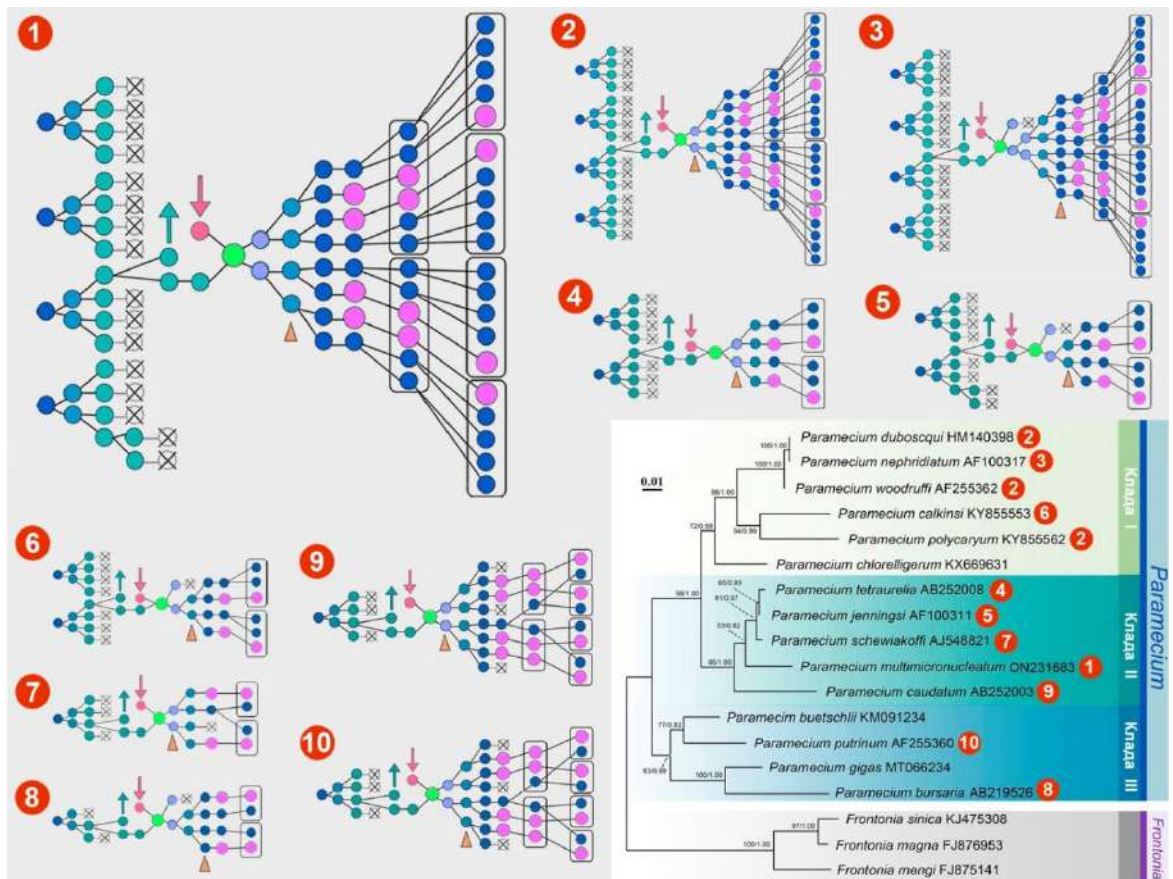


Укажите в Листе Ответов, является ли каждое из следующих утверждений Верным (В) или Неверным (Н).

- А) Жизненный цикл паразита осуществляется без выхода во внешнюю среду.
- Б) У паразита два промежуточных хозяина.
- В) У паразита отсутствует пищеварительная система на всех стадиях развития.
- Г) Окончательный хозяин заражается в процессе питания промежуточного хозяина.
- Д) Трофический уровень половозрелой стадии паразита ниже, чем трофический уровень его личинки.



6. Конъюгация инфузорий – сложный процесс. На первом этапе происходят прегамные деления ядер и элиминация (разрушение) некоторых из них. Первый этап завершается образованием «гаметических» ядер – пронуклеусов. На втором этапе две инфузории обмениваются пронуклеусами (указано стрелками), происходит слияние пронуклеусов (кариогамия, собственно половой процесс) и образуется диплоидное ядро – синкарион. На третьем этапе инфузории расходятся (указано треугольником) и восстанавливается нормальный ядерный аппарат с двумя типами ядер. Как правило, третий этап сопровождается делением не только ядер, но и цитоплазмы (постгамные деления). На рисунке представлены схемы преобразования ядерного аппарата при конъюгации у разных видов инфузорий-туфельек (род *Paramecium*) и филогенетическое древо рода *Paramecium*, построенное методом максимального правдоподобия на основе нуклеотидных последовательностей гена 18S рРНК.



Укажите в Листе Ответов, является ли каждое из следующих утверждений Верным и следующим из представленных данных (В) или Неверным либо не следующим из представленных данных (Н).

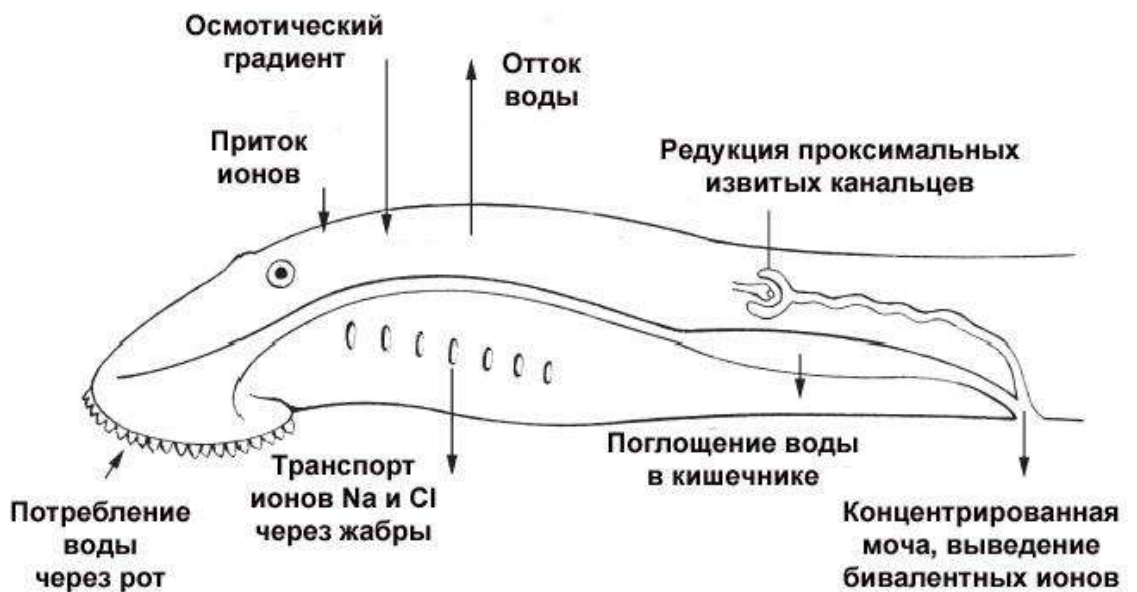
- А) Виды с четырьмя микронуклеусами составляют монофилетическую кладу.
- Б) В пределах рода выявляется эволюционная тенденция к увеличению числа микронуклеусов.
- В) У некоторых видов рода элиминация ядер начинается ещё до завершения мейоза.
- Г) У некоторых видов пронуклеусы происходят от разных микронуклеусов одной и той же клетки.
- Д) В кладе I все ядра-потомки синкариона дают начало ядрам дочерних клеток.

7. Рассмотрите схемы водного баланса взрослых миног в разной по солёности воде.

**РИСУНОК 1**



**РИСУНОК 2**



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

- А) Рисунок 1 иллюстрирует водный баланс миноги в пресной воде.
- Б) В солёной воде хлоридные железы активно поглощают ионы из внешней среды.
- В) В солёной воде дистальные извитые канальцы почек развиты хорошо.
- Г) В пресной воде боуменовы капсулы в почках развиты хорошо.
- Д) Принципиальная схема водно-солевого баланса, изображенная на Рисунке 2, может быть также использована для описания осморегуляции костистых рыб в соленой воде.

8. У птиц, способных к воспроизведению песен, в мозге есть структуры, так или иначе вовлеченные в воспроизведение песни. Одна из них – это область HVC (high vocal center).

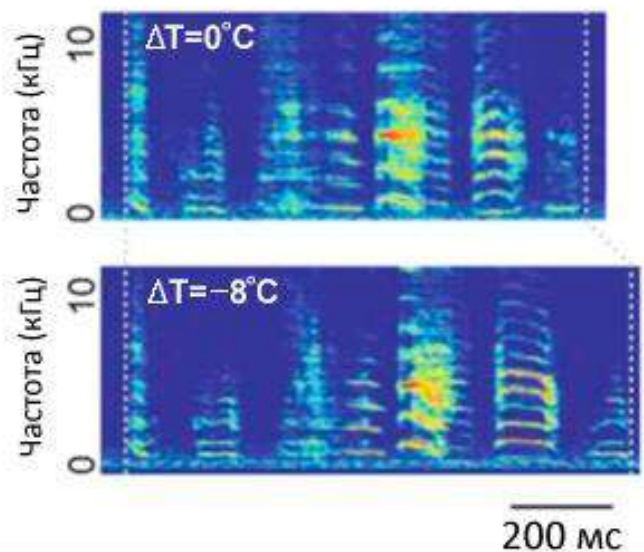
Для изучения песен птиц используют метод визуализации звука – сонограмму (или спектрограмму), которая позволяет анализировать не только временную, но и частотную структуру звукового сигнала. В сонограмме по оси X отложено время (в мс), по оси Y – частота звуковых колебаний (в кГц), цвет отражает мощность звукового сигнала (синий – минимальная мощность, красный – максимальная мощность).

Изучите сонограммы, которые иллюстрируют результаты эксперимента по охлаждению области HVC.

Схема экспериментальной установки



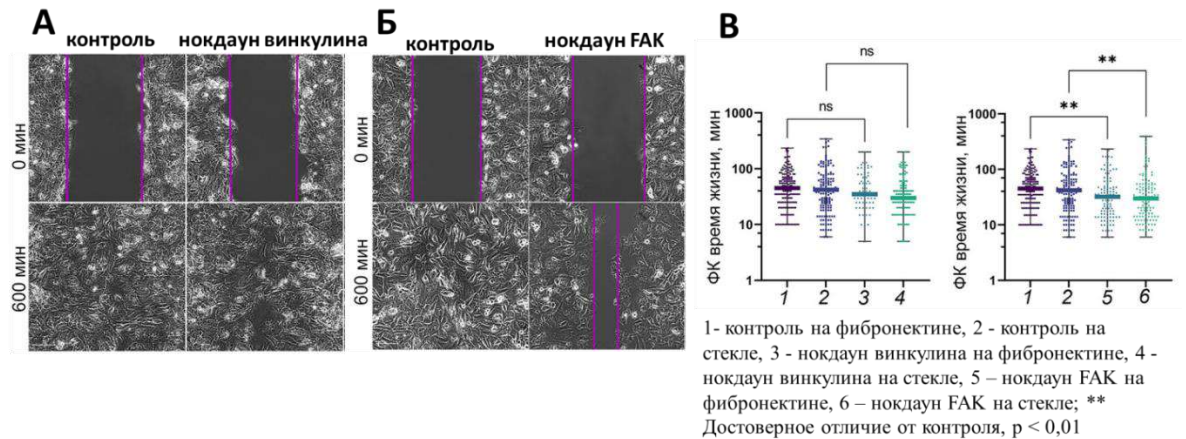
Сонограммы песни птиц



Исходя из представленных сонограмм, укажите в Листе Ответов, является ли каждое из следующих утверждений Верным (В) или Неверным (Н).

- А) При помещении на HVC охлаждающего устройства происходит замедление воспроизведения песни.  
 Б) При помещении на HVC охлаждающего устройства песня приобретает более громкое звучание без изменения скорости воспроизведения.  
 В) При помещении на HVC охлаждающего устройства отдельные компоненты песни перемещаются из начала в конец.  
 Г) При помещении на HVC охлаждающего устройства птицы перестают воспроизводить звуки, но продолжают открывать клюв, как при пении (эффект «немого кино»).  
 Д) Область HVC у птиц определяет последовательность трелей песни.

9. Фокальные контакты (ФК) играют важную роль в миграции эпителиальных клеток. Однако какой именно из параметров фокальных контактов является ключевым до сих пор неизвестно. Были проведены эксперименты с линией клеток A549 (клетки аденокарциномы легкого человека), в которых использовали модель застывания раны, а также проводили нокдаун (снижение уровня экспрессии) двух белков – винкулина и киназы фокальной адгезии (ФАК), играющих ключевую роль в этом процессе. Результаты экспериментов представлены ниже:



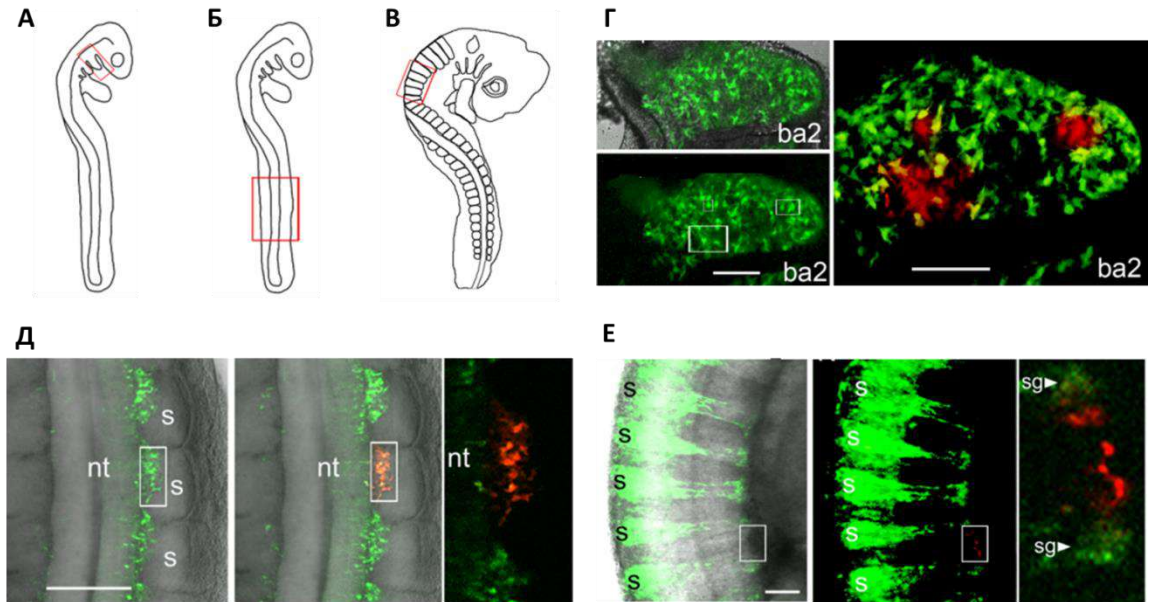
*А – застывание раны в контроле и при нокдауне винкулина; Б – застывание раны в контроле и при нокдауне ФАК; В – время жизни фокальных контактов (ФК) в клетках A549, жирные горизонтальные линии представляют собой медианы.*

**Рассмотрите предложенные фотографии и графики и укажите в Листе Ответов, является ли каждое из следующих утверждений Верным (В) или Неверным (Н).**

- А) нокдаун винкулина не оказывает существенного влияния на скорость миграции клеток A549;
- Б) нокдаун ФАК снижает подвижность и скорость миграции клеток A549;
- В) нокдаун винкулина не влияет на время жизни фокальных контактов;
- Г) нокдаун ФАК снижает время жизни фокальных контактов;
- Д) киназа фокальной адгезии – перспективный белок для разработки противораковых препаратов.

10. **Фотоактивируемые флуоресцентные белки – удобный инструмент, позволяющий проследить судьбу отдельных клеток и их потомков в составе развивающегося организма.**

**Изучите результаты экспериментов по фотоактивации флуоресцентного белка и миграции меченных им клеток (фотографии Г-Е) в разных областях зародышей (выделены красными прямоугольными рамками на рисунках А-В).**

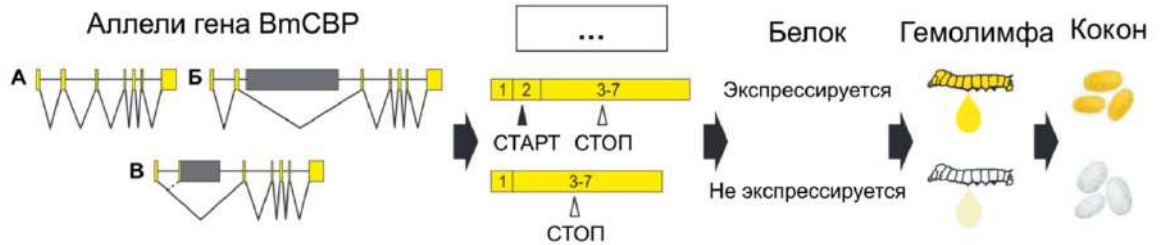


ba2 – 2-я жаберная дуга; nt – нервная трубка; s - сомиты; sg – симпатические ганглии

**После изучения результатов эксперимента укажите в Листе Ответов, является ли каждое из следующих утверждений Верным (В) или Неверным (Н).**

- А) доставку фотоактивируемого белка во всех случаях проводили на стадии первичной полоски;
- Б) область зародыша, подвергшаяся фотоактивации и представленная на рисунке Г, соответствует выделенной области на схеме В;
- В) в приведенных экспериментах при помощи фотоактивируемого белка были помечены клетки нервного гребня;
- Г) после фотоактивации помеченные клетки меняют окраску в результате изменения спектральных свойств флуоресцентного белка, использованного для мечения, под действием света определенной длины волны;
- Д) помеченные в представленном эксперименте клетки имеют мезодермальное происхождение.

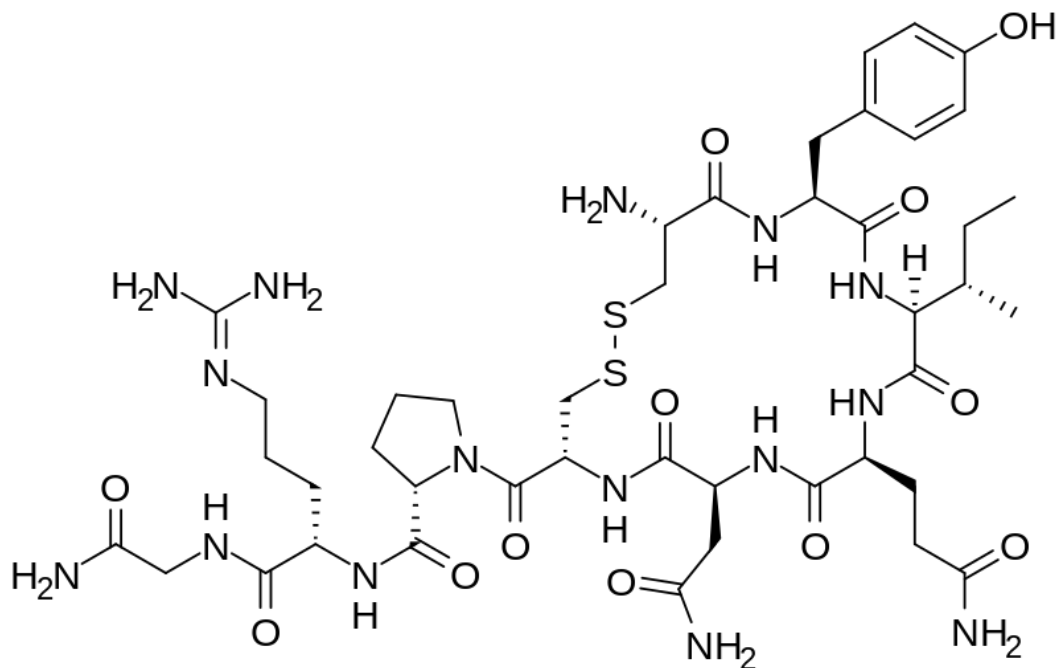
11. Каротиноид-связывающий белок VmCBP, экспрессирующийся в прядильных железах тутового шелкопряда, осуществляет транслеточный перенос каротиноидов из гемолимфы в просвет прядильной железы, что придает выделяемому шелку золотистый цвет. Однако существуют породы шелкопрядов, шелк которых не имеет окраски.



Рассмотрите предложенную схему, описывающую механизм формирования окраски шелка и определите, какие утверждения являются верными (В), а какие - неверными (В). Ответы внесите в Лист ответов.

- А) В рамке под «...» подразумевается мРНК;
- Б) Структуры, обозначенные желтыми прямоугольниками на схемах аллелей гена VmCBP, являются интронами;
- В) Продуктами аллелей гена VmCBP «А» и «Б» являются белки с различной первичной структурой;
- Г) Нарушение экспрессии белка в аллеле «В» обусловлено встраиванием транспозона в один из экзонов, что приводит к нарушению сплайсинга и утрате СТАРТ-кодона;
- Д) Кокон гетерозиготного шелкопряда, обладающего аллелями «А» и «В» будет иметь белую окраску.

12. На рисунке изображена формула вазотоцина миноги – гормона нейрогипофиза.



Изучите формулу и определите, какие утверждения являются верными (В), а какие - неверными (Н). Ответы внесите в Лист ответов.

- А) На N-конце вазотоцина расположена аминокислота цистеин.  
 Б) При нейтральных рН вазотокцин заряжен положительно.  
 В) Исходя из структуры вазотоцина, можно заключить, что он не может быть синтезирован на рибосоме.  
 Г) В последовательности вазотоцина представлены все протеиногенные аминокислоты.  
 Д) Все аминокислотные остатки в вазотокцине соединены только пептидными связями и дисульфидным мостиком.
13. Отравление этиленгликолем — довольно распространенный диагноз. Этиленгликоль в организме человека метаболизируется с образованием щавелевой кислоты. В качестве терапии человеку с таким отравлением вводят большие дозы вещества X, которое в этом случае играет роль ингибитора реакции превращения этиленгликоля. В таблице представлены данные, показывающие зависимость скорости реакции от концентрации субстрата в присутствии и в отсутствие вещества X.

Концентрация субстрата (этиленгликоль) в присутствии X	Скорость реакции (моль/с) в присутствии X	Концентрация субстрата (этиленгликоль) в отсутствие X	Скорость реакции (моль/с) в отсутствие X
5 мМ	$3,0 \times 10^{-7}$	5 мМ	$8,0 \times 10^{-7}$
10 мМ	$5,0 \times 10^{-7}$	10 мМ	$1,2 \times 10^{-6}$
20 мМ	$1,0 \times 10^{-6}$	20 мМ	$1,8 \times 10^{-6}$
40 мМ	$1,6 \times 10^{-6}$	40 мМ	$1,9 \times 10^{-6}$
80 мМ	$2,0 \times 10^{-6}$	80 мМ	$2,0 \times 10^{-6}$

**Исходя из представленных данных, укажите в Листе Ответов, является каждое из следующих утверждений Верным (В) или Неверным (Н).**

- А) Вещество X является конкурентным ингибитором.
- Б) Вещество X может связываться с ферментом, катализирующим превращение этиленгликоля, в аллостерическом центре.
- В) Фермент, с которым связывается вещество X, алкогольдегидрогеназа.
- Г) У пациента с описанным отравлением развивается алкалоз.
- Д) В присутствии вещества X константа Михаэлиса фермента выше, чем в отсутствие вещества X.

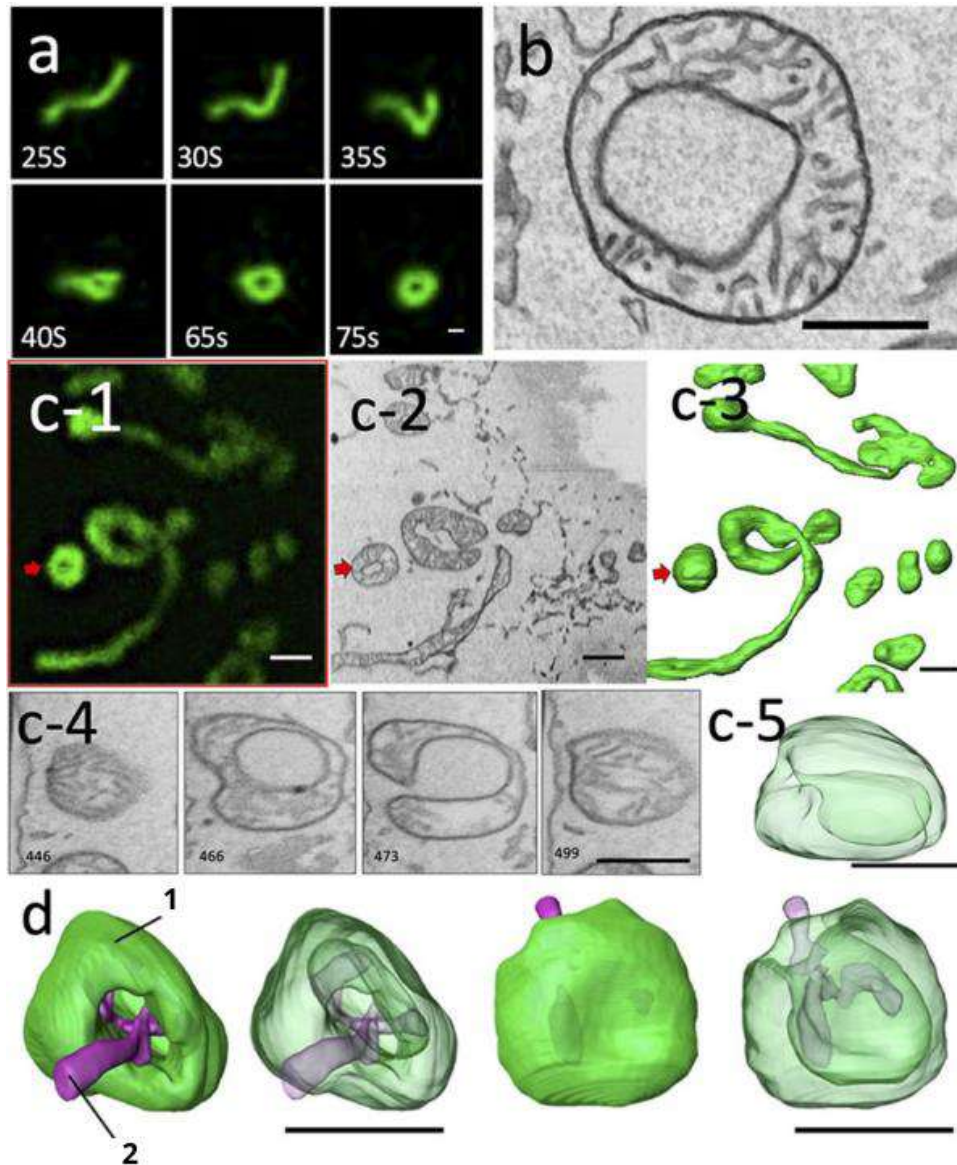
- 14. Венерическая инфекционная опухоль собак CTVT широко распространена среди ездовых, охотничьих и пастушьих собак по всему миру. Секвенирование генома CTVT показало, что она наиболее генетически близка волкам из современных сибирских популяций. При этом опухоль почти полностью утратила гетерозиготность по большинству генов. Интересно, что хотя ядерные геномы CTVT, полученные от разных больных собак очень близки, митохондриальные геномы показывают существование двух разных линий опухоли. CTVT низкопатогенна и почти никогда не убивает своего хозяина.**

**Исходя из представленных данных, укажите в Листе Ответов, является каждое из следующих утверждений об эволюции CTVT Верным (В) или Неверным (Н).**

- А) CTVT независимо возникла дважды, у двух разных волков.
- Б) Отличия генотипа CTVT от генотипа хозяина позволяют развивать на нее иммунный ответ.
- В) Различия в митохондриальном геноме CTVT могут объясняться трофоцитозом - поглощением одной клеткой части другой.
- Г) Гомозиготность генов была достигнута CTVT за счет одинаковых мутаций в аллельных вариантах генов.
- Д) клетки CTVT неоднократно подвергались митотическому кроссинговеру и нерасхождению хромосом.



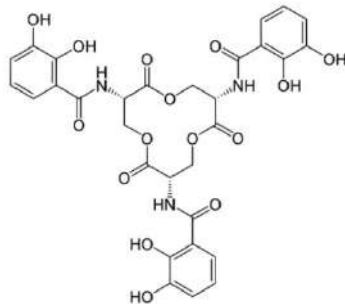
15. Современные комбинированные подходы в микроскопии позволяют детализировать структуры клетки до степени, невиданной раньше. На иллюстрации результат исследования структур клетки после воздействия вещества, индуцирующего апоптоз. Одни и те же области клетки анализировались с помощью двух вариантов проведения микроскопии. Серия фотографий а сделана через определенное количество секунд после индукции апоптоза. Масштабный отрезок обозначает 1 мкм. На иллюстрациях b, c и d – структуры клетки после 75 секунд воздействия вещества.



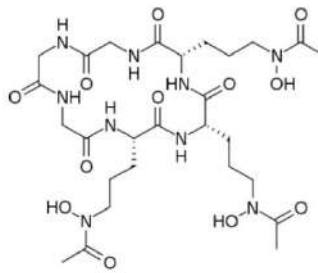
Исходя из представленных данных, укажите в Листе Ответов, является каждое из следующих утверждений Верным (В) или Неверным (Н).

- А) Все структуры на иллюстрациях c-4, c-5 и d имеют трехмерную форму кольца.  
 Б) На иллюстрациях можно найти митохондрии с пластинчатыми кристами.  
 В) На иллюстрации d структура под цифрой 2 может относиться к эндоплазматическому ретикулуму.  
 Г) На иллюстрации b показана окаймленная везикула.  
 Д) Часть иллюстраций получена с помощью световой, а часть – с помощью сканирующей электронной микроскопии.

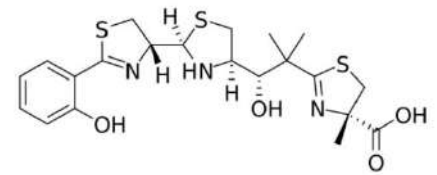
16. Негемовое железо является важным кофактором многих ферментов. Однако несмотря на высокое содержание железа в организме, количество свободных ионов железа в крови и цитоплазме клеток ничтожно мало. В свободном виде ионы железа могут реагировать с кислородом и перекисью водорода по реакции Фентона и катализировать образование активных форм кислорода, крайне опасных для клетки. В связи с этим подавляющее большинство ионов железа находится в связанном с белками состоянии (например, у животных трансферрин и лактоферрин во внеклеточной среде и ферритин в цитоплазме). Из-за низкого содержания свободного железа во внешней среде паразитические грибы и бактерии выработали оригинальный способ получения железа посредством специальных веществ - сидерофоров.



Энтеробактин  
(сидерофор энтеробактерий)



Феррихром  
(сидерофор спорыньи)



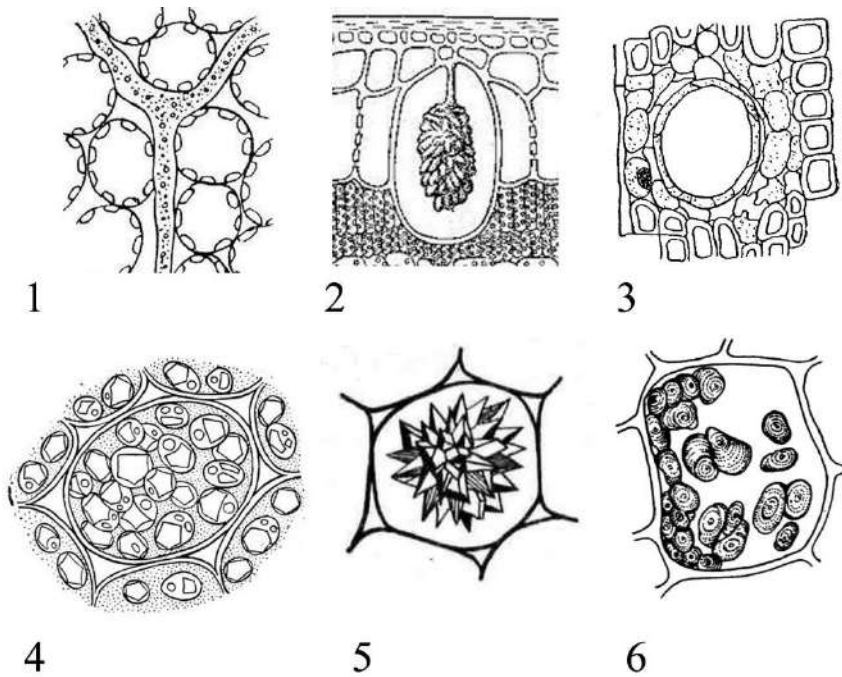
Йерсиниабактин  
(сидерофор возбудителя чумы)

Рассмотрите представленные структуры некоторых сидерофоров из разных паразитических организмов и укажите в Листе Ответов, является каждое из следующих утверждений Верным (В) или Неверным (Н).

- А) Сидерофоры накапливаются внутри клетки паразита, позволяя удерживать в ней железо, закачанное трансмембранными переносчиками ионов железа;
- Б) Сидерофоры имеют большее сродство к железу, чем клеточные железо-связывающие белки;
- В) Сидерофоры являются ингибиторами трансферринового рецептора TfR1, обеспечивающего перенос железа из трансферрина в цитоплазму клетки;
- Г) Сидерофоры специфично расщепляют железо-связывающие белки хозяина;
- Д) Высокая эффективность связывания железа сидерофорами обеспечивается присутствием хелатирующих групп, отсутствующих в железо-связывающих белках.



3. [6 баллов] На рисунке изображены различные клетки (структуры), накапливающие в себе определенные вещества. Установите соответствие между изображением клетки (структуры) (1–6), ее названием (А – Е) и типом вещества (Ж – М), которое в ней содержится.



**Название клеток (структур):**

- А) клетка алейронового слоя эндосперма;
- Б) клетка запасяющей паренхимы;
- В) кристаллоносная клетка;
- Г) литоциста;
- Д) млечник;
- Е) смоляной ход;

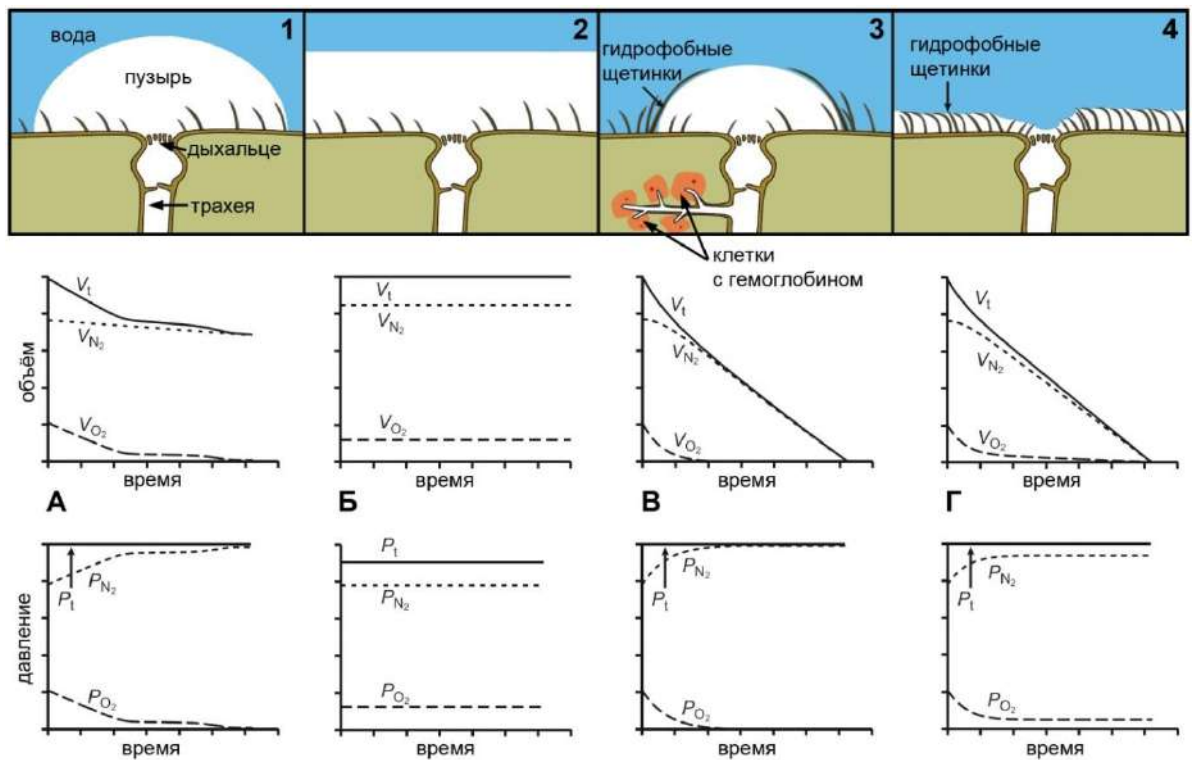
**Название веществ:**

- Ж) смола;
- З) оксалат кальция;
- И) карбонат кальция;
- К) крахмал;
- Л) белок;
- М) каучук.

Структура	1	2	3	4	5	6
Название клеток (структур)						
Название вещества						



5. **[4 балла]** В фауне пресных водоёмов значительную долю составляют насекомые. При освоении новой среды обитания они должны были изменить способ газообмена. Многие хищные жесткокрылые и полужесткокрылые ныряют для охоты под воду, удерживая на поверхности тела пузырь воздуха. Пузырь не только является резервуаром атмосферного кислорода, но и функционирует как «физическая жабра» – приспособление для получения кислорода из воды. Находясь под водой, насекомое расходует кислород, парциальное давление кислорода в пузыре становится ниже, чем в воде, и тогда кислород начинает диффундировать в пузырь. Большинство насекомых, которым свойственен описанный способ газообмена, большую часть времени удерживаются на поверхностной плёнке воды или сидят на водных растениях. Клобы-гладыши из родов *Вуеноа* и *Анисопс* тоже используют «физические жабры», но отличаются от большинства водных насекомых наличием гемоглобина в специализированных клетках в брюшке.



Обозначения на графиках:  $V_t$  – общий объём пузыря,  $V_{N_2}$ ,  $V_{O_2}$  – парциальный объём азота и кислорода,  $P_t$  – общее давление в пузыре,  $P_{N_2}$ ,  $P_{O_2}$  – парциальное давление азота и кислорода.

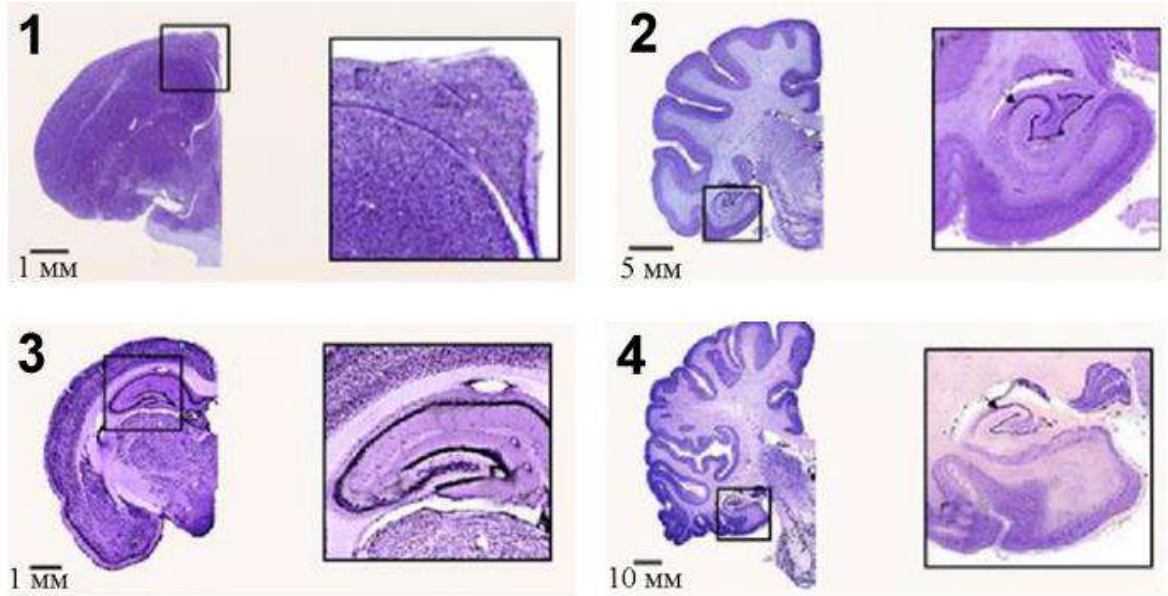
Соотнесите схемы (1-4) различных вариантов организации «физических жабр» с парами графиков (А-Г), отражающих изменение объёма и давления в газовом пузыре.

Схемы	1	2	3	4
Пары графиков				



8. [2 балла] На рисунках приведены фотографии срезов одного полушария головного мозга различных видов животных. Область, выделенная квадратом, – это гиппокамп (структура, вовлеченная во многие когнитивные процессы, в том числе и в пространственное поведение). Соотнесите препараты мозга (1–4) с объектами исследования (А–Г).

Препараты мозга:



Объекты:

- А) Серая крыса;
- Б) Макак-резус;
- В) Человек;
- Г) Зебровая амадина.

Препарат мозга	1	2	3	4
Объект				

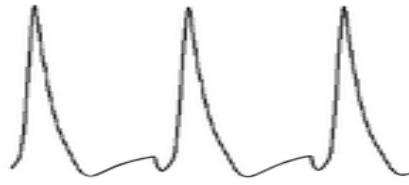


9. [3 балла] Соотнесите электрокардиограмму (1-6) с видом животного (А-Е).  
Горизонтальная развертка электрограмм примерно одинаковая.

Электрокардиограмма:

Виды животных:

1)



А) Беззубка утиная

Б) Речной рак

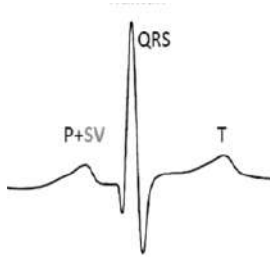
В) Червяга Гюнтера

Г) Щука обыкновенная

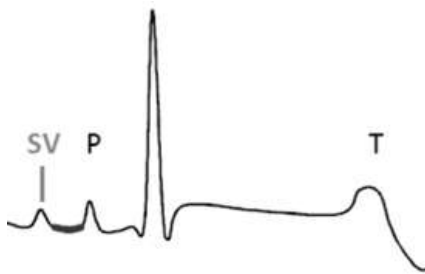
Д) Домовая мышь

Е) Человек

2)



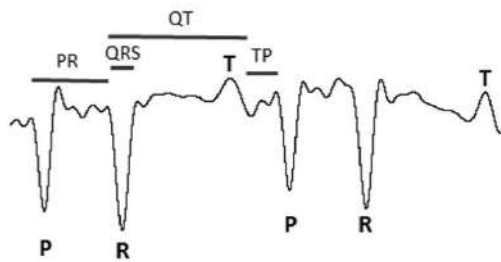
3)



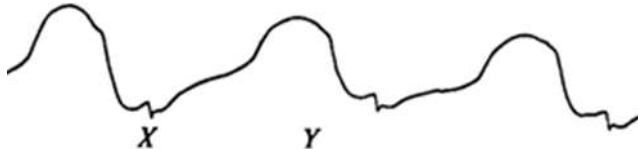
4)



5)



6)



Электрокардиограмма	1	2	3	4	5	6
Виды животных						

10. [5 баллов] Известно, что физиологически активные вещества, выполняющие в организме человека функции гормонов, нейротрансмиттеров (медиаторов), паракринных агентов, по своей химической природе представляют собой аминокислоты, производные аминокислот, пептиды, производные жирных кислот и производные холестерина. Соотнесите указанные вещества (1-10) с теми классами соединений, к которым они относятся (А-Д).

Вещество:

Класс соединений:

1) Адреналин

6) Кортизол

А) Аминокислота

2) Альдостерон

7) Простагландин Е

Б) Производное аминокислоты

3) ГАМК

8) Серотонин

В) Пептид

4) Гастрин

9) Тироксин

Г) Производное жирной кислоты

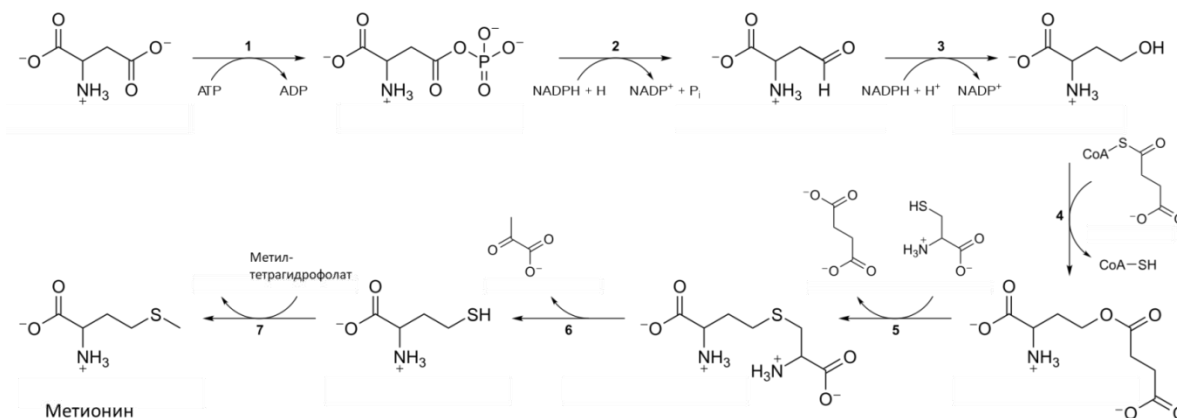
5) Гистамин

10) Тромбоксан А

Д) Производное холестерина

Вещество	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Класс соединений										

11. [3,5 балла] На рисунке представлен путь биосинтеза аминокислоты метионина. Соотнесите номера ферментов (1–7), катализирующие представленные на рисунке реакции, с их названиями (А–Ж).



Название ферментов:

Г) Цистатион синтаза

А) Аспартокиназа

Д) Гомосерин дегидрогеназа

Б) Гомоцистеин метилтрансфераза

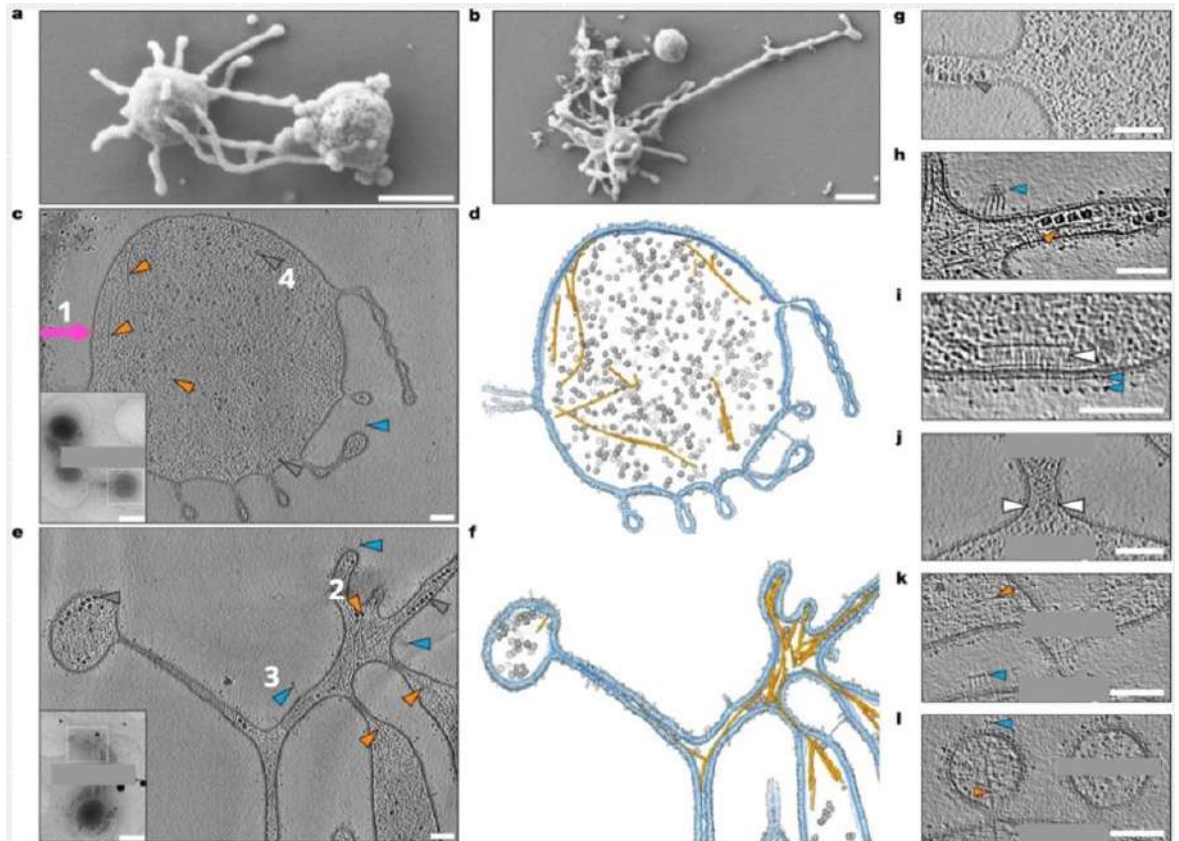
Е) Гомосерин О-транссуццинилаза

В) Аспарат-семиальдегид дегидрогеназа

Ж) Цистатион лиаза

Фермент	1	2	3	4	5	6	7
Название							

12. [2 балла] Установите соответствие между структурами на иллюстрации (1–4) и их описаниями (А–К). Количество описаний дано избыточно!



**Структуры:**

- 1) обозначена розовой стрелкой;
- 2) обозначены оранжевыми стрелками;
- 3) обозначены синими стрелками;
- 4) обозначены серыми стрелками.

**Описания:**

- А) оболочка, состоящая из двух мембран;
- Б) оболочка, состоящая из одной мембраны;
- В) 70S рибосомы;
- Г) 80S рибосомы;
- Д) филаменты, относящиеся к цитоскелету;
- Е) нити хроматина;
- Ж) ядерные поровые комплексы;
- З) гранулы полисахарида;
- И) структуры на поверхности клетки;
- К) мРНК.

Структура	1	2	3	4
Описание				







**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 –13.

**1. [2 балла]** Вы решили рассеять накопительную культуру, которая росла в лаборатории несколько месяцев. Для этого Вы подготовили 5 пробирок со стерильной дистиллированной водой (по 9 мл в каждой) и чашки Петри с плотной питательной средой. Далее Вы взяли 1 мл жидкой культуры, добавили к нему 9 мл стерильной дистиллированной воды, а далее приготовили последовательные разведения получившейся суспензии, последовательно перенося по 1 мл клеточной суспензии в последующую пробирку. Высеяв на чашки Петри по 100 мкл содержимого двух последних пробирок и проинкубировав их в термостате ночь, Вы посчитали, что среднее число колоний на чашках с последним разведением – 2, а предпоследним – 20. Посчитайте число клеток в исходной накопительной культуре.

Ответ запишите в виде целого числа.

ОТВЕТ ...		клеток
-----------	--	--------

**2. [7 баллов]** Прочтите описание жизненного цикла представителя кокцидий (некоторые детали упрощены).

Данный вид кокцидий паразитирует в клетках эпителия кишечника мелких млекопитающих. В кишечник хозяина с пищей попадают ооцисты паразита, из которых выходят одноядерные спорозоиты. Они активно внедряются в клетки эпителия кишечника, где питаются и растут. По мере роста паразита начинаются митотические деления ядра – эта стадия называется шизонт. Число ядер шизонта достигает 60. Растущий шизонт разрушает эпителиальную клетку хозяина и в конце концов целиком распадается на одноядерные мелкие клетки – мерозоиты. Мерозоиты вновь внедряются в эпителиальные клетки кишечника и дают начало второму поколению шизонтов, развитие которых проходит так же, как и шизонтов первого поколения. Мерозоиты второго поколения превращаются в шизонты третьего поколения. Образующиеся из них мерозоиты тоже внедряются в эпителиальные клетки, но не образуют шизонтов, а дифференцируются по пути гаметоцитов, то есть дают начало гаметам. Гаметы кокцидий резко дифференцированы на мужские микрогаметы и женские макрогаметы. Допустим, макро- и микрогаметоциты образуются в соотношении 1:1.

Микрогаметоцит энергично растёт, митотическое деление ядер начинается рано и совершается многократно. В результате образуется несколько сот мелких ядер будущих микрогамет. Рост цитоплазмы макрогаметоцита не сопровождается делением ядра, но ядро увеличивается и приобретает крупное ядрышко. В цитоплазме накапливается большое количество гранул. Из материала этих гранул в конце развития макрогаметы образуется оболочка. На одном из полюсов макрогаметы в оболочке остается отверстие (микропиле), через которое проникает микрогамета. В момент оплодотворения формируется вторая (внутренняя) оболочка, и микропиле закрывается слизистой пробкой. Зигота, обладающая двумя оболочками, получает название ооцисты, она попадает в просвет кишечника и выходит наружу с фекальными массами, так как для дальнейшего развития необходим кислород.

После мейотического деления ядра протоплазматическое содержимое ооцисты распадается на четыре споробласта. Каждый из них выделяет собственную оболочку, превращаясь в спору. В каждой споре происходит ещё одно митотическое деление и образуются одноядерные спорозоиты. На этом развитие в ооцисте заканчивается, и становится возможным заражение хозяина. Под воздействием кишечного сока пробка ооцисты разрушается, спорозоиты выходят из оболочки спор и проникают в клетки эпителия кишечника.

Пусть на каждом этапе 50% спорозоитов либо мерозоитов успешно заражают клетки хозяина и 90% макрогамет участвуют в половом процессе и затем успешно проходят созревание. Вычислите, сколько из каждой проглоченной хозяином ооцисты образуется:

- Ч.1. [1 балл] шизонтов 1-го поколения;  
 Ч.2. [1 балл] шизонтов 2-го поколения;  
 Ч.3. [1 балл] шизонтов 3-го поколения;  
 Ч.4. [1 балл] макрогамет;  
 Ч.5. [1 балл] спор;  
 Ч.6. [1 балл] спорозоитов;  
 Ч.7. [1 балл] Каково минимальное число митотических делений проходит за время развития шизонта, если все ядра делятся приблизительно синхронно?

Ч.1		шизонтов 1
Ч.2		шизонтов 2
Ч.3		шизонтов 3
Ч.4		макрогамет
Ч.5		спор
Ч.6		спорозоитов
Ч.7		делений

3. [4 балла] Предположим, на каждый миллимоль лиганда с рецептором связывается  $10^{12}$  молекул лиганда в миллисекунду. При этом на каждый миллиграмм рецептора лиганд связывается с эффективностью  $10^4$  молекул в миллисекунду. Миллиграмм рецептора приходится на  $10^{10}$  клеток. Рецептор и лиганд взаимодействуют в соотношении 1 : 1.

Ч.1. [2 балла] Рассчитайте количество молекул рецептора, приходящихся на одну клетку. Число Авогадро примите равным  $6,02 \times 10^{23}$ . Ответ округлите до целого.

Ч.2. [2 балла] Рассчитайте среднее время ожидания, за которое с одной молекулой рецептора свяжется одна молекула лиганда. Ответ пересчитайте в дни и округлите до целых дней.

Ч.1		молекул
Ч.2		дней



**МАТРИЦА ОТВЕТОВ**  
к заданиям теоретического тура XL Всероссийской олимпиады  
школьников по биологии. ОЦ "Сириус" - 2024 г.  
11 класс

Внимание! Образец заполнения:

правильный ответ - отмена ответа - 

Часть 1. мах. 20 баллов

№	а	б	в	г
1				
2				
3				
4				

№	а	б	в	г
5				
6				
7				
8				

№	а	б	в	г
9				
10				
11				
12				

№	а	б	в	г
13				
14				
15				
16				

№	а	б	в	г
17				
18				
19				
20				

Часть 2. мах. 75 баллов

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

2	В							
	Н							

3	В							
	Н							

4	В							
	Н							

5	В							
	Н							

6	В							
	Н							

7	В							
	Н							

8	В							
	Н							

9	В							
	Н							

10	В							
	Н							

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

12	В							
	Н							

13	В							
	Н							

14	В							
	Н							

15	В							
	Н							

16	В							
	Н							

17	В							
	Н							

18	В							
	Н							

19	В							
	Н							

20	В							
	Н							

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

22	В							
	Н							

23	В							
	Н							

24	В							
	Н							

25	В							
	Н							

26	В							
	Н							

27	В							
	Н							

28	В							
	Н							

29	В							
	Н							

30	В							
	Н							

Часть 3. мах. 80 баллов

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

2	В							
	Н							

3	В							
	Н							

4	В							
	Н							

5	В							
	Н							

6	В							
	Н							

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

8	В							
	Н							

9	В							
	Н							

10	В							
	Н							

11	В							
	Н							

12	В							
	Н							

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

14	В							
	Н							

15	В							
	Н							

16	В							
	Н							

Итого за часть 1-3	
-----------------------	--

**Часть 4. мах. 70 баллов**

**1. мах. 3 балла**

Гр-а	1	2	3	4	5	6
Особенности	А					
	Б					
	В					
	Г					
	Д					
Е						

(по 0,5 б.) \_\_\_\_\_

**2. мах. 7 баллов**

Х-ка	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Виды	А											
	Б											
	В											

(по 0,5 б.) \_\_\_\_\_

**3. мах. 6 баллов**

Стр-ра	1	2	3	4	5	6
Название ...	А					
	Б					
	В					
	Г					
	Д					
	Е					
	Ж					
	З					
	И					
	Л					
М						

(по 0,5 б.) \_\_\_\_\_

**4. мах. 4,5 балла**

Оп-ие	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Элементы (июнь)	А								
	Б								
	В								
	Г								
	Д								
Е									

(по 0,5 б.) \_\_\_\_\_

**5. мах. 4 балла**

Схемы	1	2	3	4
Пары	А			
	Б			
	В			
	Г			

(по 1 б.) \_\_\_\_\_

**7. мах. 4 балла**

Приз-ки	1	2	3	4	5	6	7	8
Наличие пр-ка	А							
	Б							
	В							
	Г							
	Д							
Е								

(по 0,5 б.) \_\_\_\_\_

**8. мах. 2 балла**

Пр-т	1	2	3	4
Объект	А			
	Б			
	В			
	Г			

(по 0,5 б.) \_\_\_\_\_

**6. мах. 6 баллов**

Обозн.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Элементы скелета	А											
	Б											
	В											
	Г											
	Д											
	Е											
	Ж											
	З											
	И											
	Л											
М												

(по 0,5 б.) \_\_\_\_\_

**9. мах. 3 балла**

Эл-ма	1	2	3	4	5	6
Вид животных	А					
	Б					
	В					
	Г					
	Д					
	Е					

(по 0,5 б.) \_\_\_\_\_

**11. мах. 3,5 балла**

Фер-т	1	2	3	4	5	6	7
Название	А						
	Б						
	В						
	Г						
	Д						
	Ж						

(по 0,5 б.) \_\_\_\_\_

**10. мах. 5 баллов**

В-во	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Класс с-ий	А									
	Б									
	В									
	Г									
	Д									

(по 0,5 б.) \_\_\_\_\_

**14. мах. 3 балла**

Кар-п	1	2	3	4	5	6
Причина	А					
	Б					
	В					
	Г					
	Д					

(по 0,5 б.) \_\_\_\_\_

**15. мах. 4 балла**

Стр-ра	1	2	3	4	5	6	7	8
Подпись	А							
	Б							
	В							
	Г							
	Д							
	Е							
	Ж							
	З							
	И							

(по 0,5 б.) \_\_\_\_\_

**12. мах. 4 балла**

Стр-ра	1	2	3	4
Описание	А			
	Б			
	В			
	Г			
	Д			
	Е			
	Ж			
	З			
	И			
	К			

(по 0,5 б.) \_\_\_\_\_

**13. мах. 6 баллов**

Стадия	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Характеристика	А											
	Б											
	В											
	Г											
	Д											
	Е											

(по 0,5 б.) \_\_\_\_\_

**16. мах. 7 баллов**

Кар-п	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К
Причина	1									
	2									
	3									
	4									
	5									
	6									

(по 0,5 б.) \_\_\_\_\_

**Итого за  
часть 4**

## Часть 5. мах. 13 баллов

Итого за  
часть 5

1. мах. 2 балла	Запишите	Бал.
1. мах. 2 балла клеток		

3. мах. 4 балла	Запишите	Бал.
3.1. мах. 2 балла молекул		

	Запишите	Бал.
3.2. мах. 2 балла дней		

2. мах. 7 баллов	Запишите	Бал.
2.1. мах. 1 балл шизонтов 1		

Запишите Бал.

2.2. мах. 1 балл шизонтов 2		
--------------------------------	--	--

Запишите Бал.

2.3. мах. 1 балл шизонтов 3		
--------------------------------	--	--

Запишите Бал.

2.4. мах. 1 балл макрогамет		
--------------------------------	--	--

Запишите Бал.

2.5. мах. 1 балл спор		
--------------------------	--	--

Запишите Бал.

2.6. мах. 1 балл спорозоитов		
---------------------------------	--	--

Запишите Бал.

2.7. мах. 1 балл делений		
-----------------------------	--	--

Проверили

ИТОГО  
за части 1-5