



ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ
САНКТ-
ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА



Общеобразовательный предмет: биология

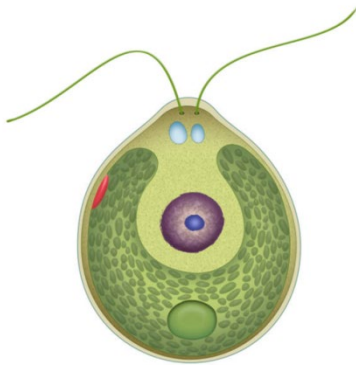
9 класс

Демонстрационная версия

2023-2024 уч. г.

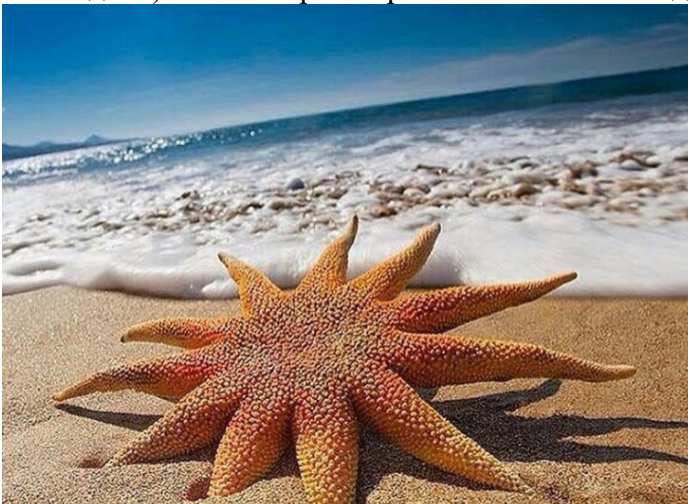
Задания 1-6. Выберите ВСЕ правильные ответы. Максимальная оценка за каждое задание – 5 баллов.

1. Какие из перечисленных характеристик правильно описывают оба организма, представленные на рисунке (соотношение размеров не соблюдено)?



- а) Содержат хлорофилл
- б) Обитают в пресных водоёмах
- в) В жизненном цикле есть стадии спорозита и гаметофита
- г) Относятся к отделу Зелёные водоросли
- д) Содержат большое количество йода

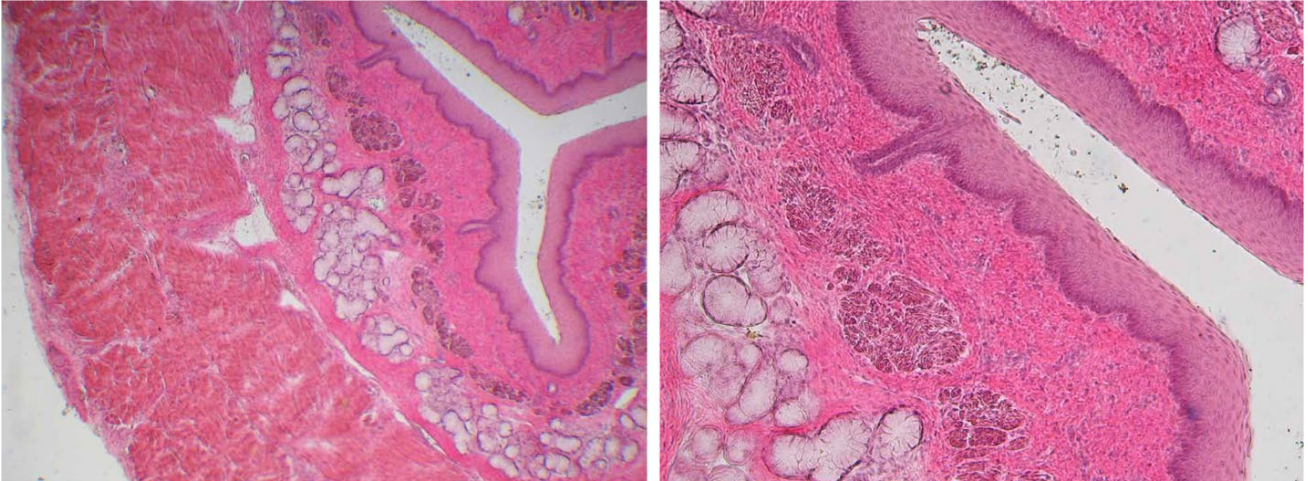
2. На рисунке представлены различные беспозвоночные животные (соотношение размеров не соблюдено). Какие черты строения являются сходными для данных организмов?



- а. Сквозная кишечная трубка

- b. Минерализованный скелет
- c. Черты радиальной симметрии
- d. Разделение тела на сегменты
- e. Наличие стрекательных клеток

3. Перед вами микрофотографии окрашенного поперечного среза органа млекопитающего, сделанные при разном увеличении. Проанализируйте изображения и укажите, какие элементы входят в состав стенки этого органа.



- a. Два слоя мышечной ткани
- b. Многоклеточные железы
- c. Многослойный эпителий
- d. Хрящевая ткань
- e. Рыхлая волокнистая соединительная ткань

4. Основу каких из перечисленных структур составляет белок кератин?

- a. Рога оленя
- b. Рога носорога
- c. Колючки кактуса
- d. Иглы ежа
- e. Бивень нарвала

5. Какие из перечисленных клеток способны к делению митозом?

- a. Бластомеры зародыша лягушки
- b. Эритроциты выхухоли
- c. Клетки кишечной палочки
- d. Клетки эпителия подвздошной кишки человека
- e. Клетки эвглены

6. Какие адаптации к паразитическому образу жизни характерны для круглых червей?

- a. Редукция пищеварительной системы
- b. Наличие присосок на переднем и заднем концах тела
- c. Наличие в жизненном цикле стадии личинки, передвигающейся с помощью ресничек
- d. Наличие мощной кутикулы
- e. Высокая плодовитость

Задание 7. Работа с изображениями объектов. Рассмотрите рисунки и выполните задания. Максимальная оценка – 5 баллов.

Рассмотрите рисунок, на котором представлены различные животные (соотношение размеров не соблюдено). Определите, к каким отрядам они относятся, и запишите русские названия этих отрядов в специально отведённые поля рядом с соответствующими номерами.



№	Название отряда
1.	Приматы
2.	Грызуны
3.	Парнокопытные (Китопарнокопытные)
4.	Хищные
5.	Сирены (Морские коровы)

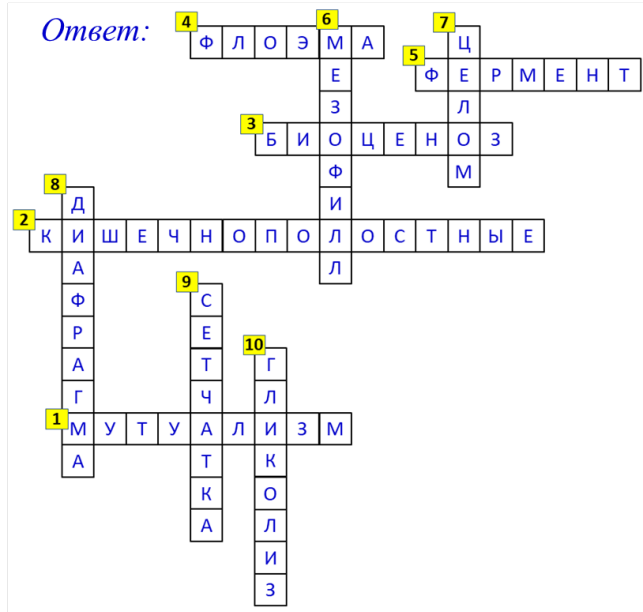
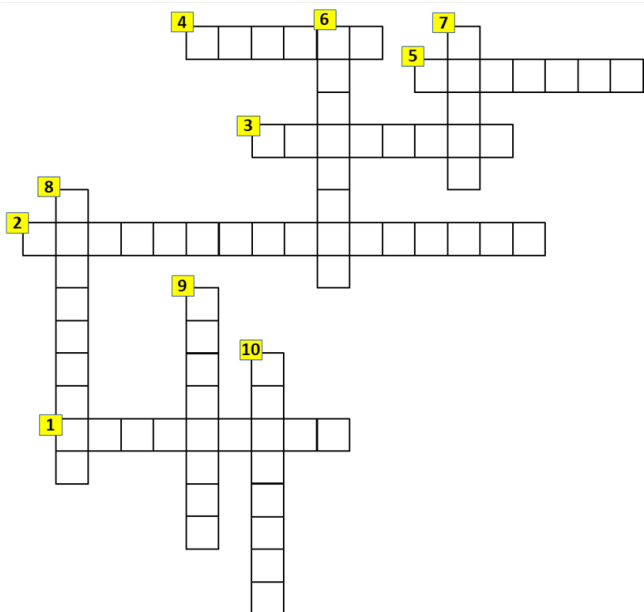
Задание 8. Биологический кроссворд. Ответьте на вопросы и решите кроссворд. Максимальная оценка – 10 баллов.

Рассмотрите таблицу. В левой колонке зашифрованы биологические термины, а в правой - соответствующие им номера. Расшифруйте термины и впишите их в кроссворд под нужными номерами.

Таблица.

Термин	Номер
Форма экологических отношений между человеком и бифидобактериями, которые обитают в его кишечнике.	Какое число дуг аорты характерно для птиц?
Процесс анаэробного окисления глюкозы, продуктом которого является пировиноградная кислота.	Каково суммарное число чашелистиков и лепестков в цветке картофеля?

Проводящая ткань сосудистых растений, по которой транспортируются продукты фотосинтеза.	Сколько типов азотистых оснований встречается в ДНК?
Для представителей этой группы животных характерны радиальная симметрия и наличие двух зародышевых листков.	Сколько мембран окружает митохондрию?
Непарная мышца, которая разделяет грудную и брюшную полость и участвует в дыхательных движениях.	Сколько ходильных ног имеется у скорпиона?
Биологический катализатор белковой природы.	Из какого числа лепестков состоит венчик цветка гороха?
Основная ткань листа, расположенная между верхней и нижней эпидермой.	Сколько резцов имеется у зайцеобразных?
Вторичная полость тела.	Сколько позвонков имеется в шейном отделе позвоночника у жирафа?
Совокупность всех живых организмов, совместно населяющих определённый участок суши или водоёма.	Какое число нуклеотидов РНК кодирует одну аминокислоту?
Оболочка глаза, которая содержит фоторецепторы.	Сколько хромосом содержит спермий капусты, если клетка эпидермы листа этого растения несёт 18 хромосом?



Задание 9. Расчётная задача. Решите задачу, используя отведённое поле.
Максимальная оценка – 5 баллов.

Все хромосомы у эукариот на концах несут специализированные участки – теломеры, предохраняющие хромосомы от слипания. Теломерная ДНК представлена повторяющимися копиями определенной нуклеотидной последовательности. В частности, для позвоночных животных характерно повторение последовательности ТТАГГГ. Из-за неспособности ДНК-полимеразы синтезировать копию ДНК с самого конца после каждого клеточного цикла теломеры укорачиваются. В фибробласте человека длина теломерной последовательности на коротком плече хромосомы 1 в начале эксперимента составляла 13300 пар нуклеотидов (п.н.), в конце эксперимента – 6700 п.н. Сколько копий теломерного повтора терялось в каждом

клеточном цикле, если известно, что за время эксперимента клетка поделилась 25 раз? Ход решения поясните.

Решение:

1) $13300 - 6700 = 6600$ (п.н.) – было утрачено за время эксперимента.

2) Это составляет $6600 : 6 = 1100$ - копий теломерного повтора, поскольку каждый повтор содержит 6 п.н.

3) $1100 : 25 = 44$ - копии теломерного повтора теряется в каждом клеточном цикле.

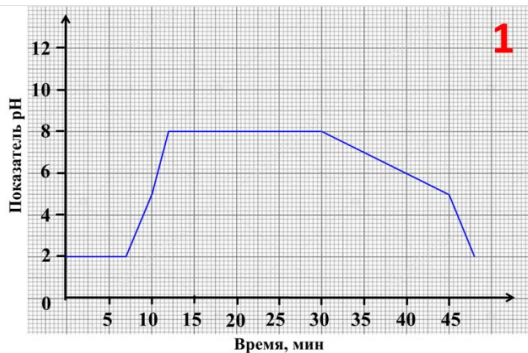
Ответ: 44 копии теломерного повтора.

Задание 10. Работа с графиком. Проанализируйте предложенную информацию и выполните задания. Максимальная оценка – 5 баллов.

Биологи изучали процесс питания инфузории, добавив в питательную среду краситель, который способен проникать в пищеварительную вакуоль и менять цвет в зависимости от кислотности среды (водородного показателя, pH). Результаты наблюдений они записали в таблицу. Изучите полученные данные и выполните задания, используя отведённые поля.

Цвет пищеварительной вакуоли	Время, мин
Синий	0
Синий	7
Синий + Красный	10
Красный	12
Красный	30
Синий + Красный	45
Синий	48

1. Рассмотрите предложенные ниже изображения и укажите номер верного графика зависимости кислотности вакуоли от времени, если известно, что красный цвет краситель приобретает в сильнокислой среде, синий – в щелочной, а сочетание синего и красного цвета соответствует промежуточному значению кислотности.



Ответ: 2.

2. Для чего необходимо изменение рН в пищеварительной вакуоли?

Ответ: снижение рН необходимо для активации пищеварительных ферментов и денатурации белков пищи.

3. Какой момент времени соответствует началу переваривания пищи в вакуоли?

Ответ: седьмая минута наблюдений.

Задание 11. Работа с информацией. Внимательно прочитайте предложенные фрагменты текста и рассмотрите рисунки, затем переходите к выполнению заданий. Максимальная оценка – 10 баллов.

Фрагмент 1. Антитела (АТ), или иммуноглобулины (Ig), – это белки плазмы крови, которые вырабатываются В-лимфоцитами и участвуют в реакциях приобретённого иммунитета. Каждое АТ, которое вырабатывается в том или ином организме, способно специфически распознавать и связывать определённый антиген (АГ) – компонент чужеродного объекта, против которого развивается иммунный ответ. Как правило, АГ имеют сложную структуру, и АТ распознают не весь АГ целиком, а его отдельные участки – **эпитопы**. Таким образом, в ответ на один и тот же АГ вырабатывается несколько типов АТ, специфичных к разным эпитопам.

Молекула АТ состоит из двух одинаковых лёгких (L) и двух одинаковых тяжёлых (H) полипептидных цепей, соединённых между собой дисульфидными связями (Рисунок 1). В организме млекопитающих имеется 5 вариантов H-цепей и 2 варианта L-цепей. В зависимости от структуры H-цепи, выделяют 5 классов АТ (IgA, IgD, IgE, IgG, IgM). Структура L-цепей определяет принадлежность АТ к одному из двух подклассов в пределах каждого класса. Каждая L- и H-цепь состоит из константного (L_c или H_c) и вариабельного (L_v или H_v) участка. Вариабельные участки каждой пары L- и H-цепей формируют **центр связывания АГ**. У АТ одного класса и подкласса константные участки одинаковы, в то время как вариабельные имеют уникальную структуру. Таким образом, каждая комбинация из вариабельных участков распознаёт определённый уникальный эпитоп, что позволяет разным АТ распознавать огромное число различных АГ и их эпитопов.

В настоящее время АТ применяются как удобный лабораторный инструмент для выявления различных молекул в биологических объектах – клетках, тканях и т.д. АТ, предназначенные для исследовательских целей, получают при помощи лабораторных животных, в организм которых вводят исследуемый АГ (проводят иммунизацию).

АТ вырабатываются разными популяциями (**клонами**) В-лимфоцитов. Клетки одного клона выделяют АТ, которые способны распознавать только один эпитоп данного АГ. Такие АТ называют **моноклональными**. Смесь АТ, которые распознают разные эпитопы одного и того же АГ (и, соответственно, вырабатываются разными клонами В-клеток), называют **поликлональными АТ**.

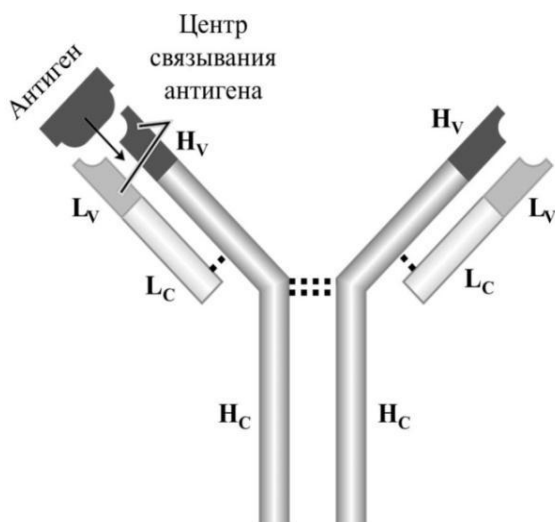
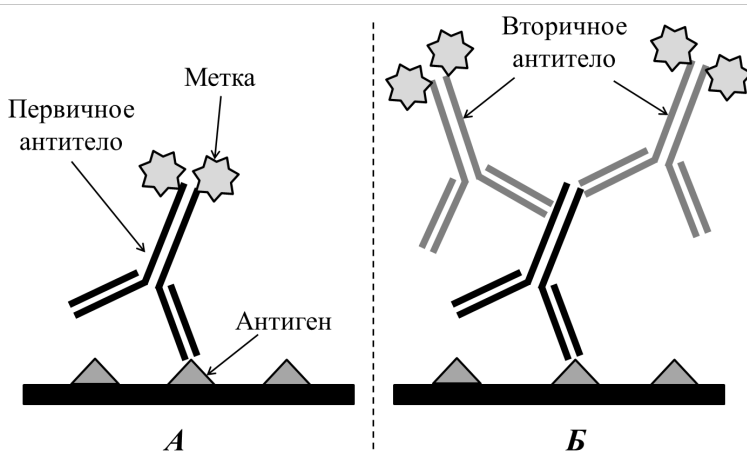


Рисунок 1. Строение молекулы антитела. Дисульфидные связи между полипептидными цепями, обозначены пунктирными линиями. Пояснения в тексте.

Фрагмент 2. Иммуногистохимия (ИГХ) – это метод микроскопического исследования тканей, который позволяет выявлять определённые вещества (АГ) при помощи специфических АТ. Для проведения ИГХ анализа из биологического материала готовят гистологические препараты, которые затем обрабатывают поли- или моноклональными АТ, специфичными к исследуемому АГ (**первичными АТ, I АТ**). У разных видов животных структура одних и тех же АГ (особенно белковой природы) может сильно различаться, поэтому АТ всегда предварительно тестируют на способность распознавать один и тот же АГ у различных объектов.

Сами АТ невозможно увидеть с помощью светового микроскопа. Чтобы сделать их видимыми, к АТ химически «пришивают» специальные вещества-метки. В настоящее время широкое применение получили светящиеся (**флуоресцентные**) метки. Интенсивность флуоресценции метки в том или ином участке препарата позволяет сделать выводы о наличии, расположении и количестве исследуемого АГ в образце ткани.

Если в анализе используются меченые I АТ, то такой метод называют **прямым** анализом (Рисунок 2А). Однако, как правило, с тканью связывается лишь небольшое количество I АТ и выявить их непросто. Поэтому в настоящее время чаще используют **непрямой** ИГХ анализ (Рисунок 2Б), который включает два основных этапа: 1) обработку I АТ, не содержащими метку; 2) обработку мечеными **вторичными АТ (II АТ)**, антигенами для которых служат I АТ определённого класса. При этом с одной молекулой I АТ может связаться несколько молекул II АТ, что значительно повышает чувствительность метода. При подборе II АТ для решения той или иной задачи также необходимо учитывать видоспецифичность: например, если I АТ были выработаны В-лимфоцитами мыши, то необходимо использовать II АТ, специфичные к иммуноглобулинам мыши, а АТ к иммуноглобулинам кролика или козы не подойдут, и наоборот.



иммуноглобулинам мыши, а АТ к иммуноглобулинам кролика или козы не подойдут, и наоборот.

Рисунок 2. Взаимодействие антител и антигенов при прямом (А) и непрямом (Б) иммуногистохимическом анализе. Пояснения в тексте.

В каждом из приведённых ниже заданий выберите ВСЕ правильные варианты ответа. Каждый ответ запишите в специально отведенное поле в виде последовательности букв в алфавитном порядке без знаков препинания и пробелов (регистр не важен).

1. Изучите фрагмент 1 и рисунок 1 и выберите верные утверждения. Все антитела одного класса, которые вырабатываются в определённом организме:

- имеют сходную структуру константного участка Н-цепей;
- могут иметь разную структуру константного участка L-цепей;
- могут иметь сходную структуру вариабельного участка L-цепей;
- могут иметь различную структуру вариабельного участка Н-цепей.

Ответ: **abcd**

2. На основании фрагмента 1 и рисунка 1 выберите верные утверждения. Поликлональные антитела, специфичные к определённому антигену:

- продуцируются разными популяциями В-лимфоцитов;
- распознают разные эпитопы;
- специфичны к одному и тому же эпитопу;
- не содержат лёгких цепей.

Ответ: ab

3. На основании фрагмента 2 и рисунка 2 выберите верные утверждения. Вторичные антитела, в отличие от первичных:

- a) не используются в меченой форме;
- b) распознают антиген видоспецифично;
- c) специфичны только к иммуноглобулинам;
- d) имеют в каждой молекуле больше двух центров связывания антигенов.

Ответ: c

4. Используя информацию, приведённую в текстовом фрагменте 2 и на рисунке 2, и собственные знания, ответьте на вопрос. Какие процедуры могут быть необходимы для проведения непрямого иммуногистохимического анализа?

- a) Анализ препарата при помощи флуоресцентного микроскопа.
- b) Изготовление гистологических срезов с помощью микротомы.
- c) Обработка первичными антителами, содержащими метку.
- d) Обработка вторичными антителами, содержащими метку.

Ответ: abd

5. Исследователю необходимо выявить взаимное расположение в ткани двух различных антигенов (АГ1, АГ2). Для этого он обработал гистологический препарат смесью антител IgG мыши против АГ1 и IgG кролика против АГ2. В лаборатории имеются разные вторичные антитела, связанные с флуоресцентными метками, дающими зелёное или красное свечение. Какие сочетания вторичных антител помогут учёному успешно справиться с задачей?

- a) Антитела против IgA мыши, связанные с зелёной меткой, и антитела против IgG кролика, связанные с красной меткой.
- b) Антитела против IgG мыши и против IgG кролика, связанные с зелёной меткой.
- c) Антитела против IgG козы, связанные с красной меткой, и антитела против IgG мыши, связанные с зелёной меткой.
- d) Антитела против IgG мыши, связанные с красной меткой, и антитела против IgG кролика, связанные с зелёной меткой.

Ответ: d

Задание 12. Задача по генетике. Решите задачу и запишите ответы в отведенные поля. Максимальная оценка – 5 баллов.

К наиболее распространенным хромосомным аномалиям у человека относятся синдром Шерешевского (наличие лишь одной X-хромосомы в женском организме; XO) и синдром двойной Y-хромосомы (наличие лишней Y-хромосомы у мужчины; XYY). Люди соответствующих генотипов имеют определенные фенотипические особенности, но при этом психически полноценны и вполне плодовиты. Какой была бы вероятность рождения дочки с нормальным хромосомным набором у супружеской пары XO × XYY, если бы обе Y-хромосомы всегда расходились в мейозе к одному и тому же полюсу? Для решения задачи заполните таблицу:

	Ответ:
Генотип нежизнеспособных зигот, которые могли бы возникнуть у данной супружеской пары:	OYY
Генотипы жизнеспособных зигот, которые могли бы возникнуть у данной супружеской пары (с учетом их соотношения):	1 XX : 1 XO : 1 XYY
Доля нормальных женских зигот среди жизнеспособных (в %):	30%

Задание 13. Соответствие данных. Установите однозначное соответствие между биологическими объектами, представленными в таблице, и их характеристиками. Максимальная оценка – 10 баллов.

Рассмотрите таблицу, в которой представлены инфекционные заболевания человека, и прочитайте приведённые ниже характеристики. Установите однозначное соответствие между названиями болезней и их описаниями. Каждый ответ запишите в виде соответствующей буквы (без пробелов и знаков препинания) в специально отведённое поле рядом с каждым описанием (регистр не важен).

Инфекционные заболевания человека	А) Вирусные инфекции	Г) Полиомиелит
		Д) Ветряная оспа
	Б) Протозойные инфекции	Е) Сонная болезнь
		Ж) Амёбная дизентерия
	В) Бактериальные инфекции	З) Чума
		И) Туберкулёз
К) Столбняк		

Характеристики:

1. Возбудителями этих заболеваний являются одноклеточные организмы, клетки которых не имеют оформленного ядра.

Ответ: В

2. Острое инфекционное заболевание. Возбудитель размножается в слизистой оболочке органов пищеварительного тракта и лимфатических узлах и проникает в кровяное русло, а в некоторых (особо тяжёлых) случаях поражает моторные нейроны спинного мозга, что приводит к параличам и атрофии скелетных мышц. Перенесённое заболевание формирует стойкий иммунитет, поэтому основным способом профилактики является вакцинация детей до 5 лет.

Ответ: Г

3. Возбудителями этих заболеваний являются инфекционные агенты, которые не имеют клеточного строения и представляют собой молекулы нуклеиновой кислоты (ДНК или РНК), заключённые в белковую оболочку. Их способность к воспроизведению проявляется только после проникновения в живые клетки.

Ответ: А

4. Возбудитель этого заболевания проявляет патогенные свойства только при попадании на повреждённые ткани живого организма, лишённые доступа кислорода (например, при колотых ранах). Вырабатываемый патогеном токсин действует на нервную систему, вызывая тонические сокращения поперечнополосатой мускулатуры (судороги).

Ответ: К

5. Острое инфекционное заболевание, передающееся воздушно-капельным путём. Наиболее характерными симптомами являются лихорадка и сыпь. У детей, как правило, проходит в лёгкой форме, в то время как для людей старше 18 лет более характерно тяжёлое течение заболевания с последующими осложнениями.

Ответ: Д

6. Данное заболевание передаётся воздушно-капельным путём и обычно поражает лёгкие. Одним из распространённых способов диагностики является проведение реакции Манту: антигены возбудителя вводят человеку подкожно и оценивают вызванный таким образом иммунный ответ. Наличие выраженной кожной реакции свидетельствует о присутствии возбудителя в организме.

Ответ: И

7. Переносчиками возбудителя этого заболевания являются бескрылые кровососущие насекомые, а природным резервуаром инфекции – различные виды грызунов и зайцеобразных. Одна из наиболее распространённых форм характеризуется болезненным воспалением и увеличением лимфатических узлов (образованием бубонов).

Ответ: З

8. По классификации Всемирной организации здравоохранения, это заболевание относится к группе забытых болезней, однако вспышки инфекции до сих пор регистрируются в ряде африканских регионов. Переносчиками являются некоторые представители двукрылых насекомых. Клетки возбудителя характеризуются наличием ундулирующей мембраны и одиночного жгутика.

Ответ: **Е**

9. Возбудителями этих заболеваний являются одноклеточные организмы, в клетках которых имеется оформленное ядро.

Ответ: **Б**

10. В большинстве случаев заражение происходит при употреблении загрязнённых продуктов питания или воды, содержащей цисты возбудителя. Попав в пищеварительный тракт, возбудитель проникает в слизистую оболочку толстого кишечника и вызывает воспаление и образование язв, а иногда – и омертвление тканей (некроз).

Ответ: **Ж**

Задание 14. Вопрос с развёрнутым ответом. Дайте развёрнутый ответ, запишите его в отведенное поле. Максимальная оценка – 10 баллов.

В ходе эволюции животные освоили разнообразные способы локомоции в разных средах обитания. Охарактеризуйте основные механизмы, которые используются многоклеточными беспозвоночными животными для активного перемещения в толще воды. Подкрепите ответ примерами из разных систематических групп.

Ответ:

А) Перемещение при помощи специализированных гребных органов

1. Реснички. Такой способ локомоции характерен для таких животных, как гребневики. На теле животного имеются гребные пластики (ктены), каждая из которых включает несколько тысяч ресничек и тянется от аборального полюса к оральному, не доходя до ротового отверстия. Реснички совершают гребные движения, при которых эффективный удар направлен в сторону аборального полюса, позволяя животному плыть ротовым отверстием вперёд. Кроме того, при помощи ресничек передвигаются свободноплавающие личинки многих беспозвоночных:

- мирацидий – ресничная личинка трематод;
- трохофора – ресничная личинка полихет;
- велигер – ресничная личинка некоторых моллюсков.

2. Конечности и гомологичные им структуры. Некоторые ракообразные, такие как креветки и лангусты, плавают с помощью ритмичных движений особых брюшных конечностей - плеопод, похожих на небольшие вёсла. Каждая нога с силой толкает воду назад, а затем подгибается для снижения сопротивления и перемещается на исходную позицию. Частота таких движений может достигать десяти толчков в секунду. При этом конечности гребут не одновременно, а в строгой последовательности: первой включается в работу пара ног, расположенных ближе всего к хвосту, потом с некоторой задержкой начинает работать следующая пара и т.д. Ветвистоусые ракообразные (например, дафнии) перемещаются при помощи сильно развитых двуветвистых антенн. Отталкиваясь антеннами, животное скачкообразно движется вверх, а затем медленно опускается в толще воды.

3. Мускулистые выросты тела. Характерным примером являются параподии многощетинковых кольчатых червей – парные выросты, которые располагаются по бокам каждого сегмента тела. У большинства полихет каждая параподия имеет две ветви (спинную и брюшную), пронизанные длинными щетинками. Щетинки служат опорой для мышц, приводящих параподию в движение. Движения многочисленных параподий хорошо скоординированы. Параподии, расположенные на противоположных сторонах одного сегмента, движутся в противофазе, в то время как параподии, расположенные на одной стороне тела, включаются в движение последовательно. Кроме того, у целого ряда представителей головоногих моллюсков имеются мускулистые боковые плавники, ритмичные

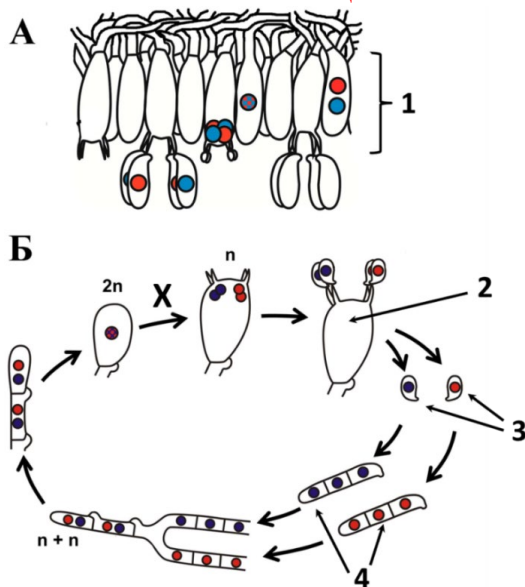
волнообразные движения которых обеспечивают перемещение животного в толще воды передним концом вперёд.

Б) Перемещение при помощи волнообразного изгибания тела (ундулирующее движение). Такой способ локомоции характерен для различных червей. Например, сокращения продольной и кольцевой мускулатуры кожно-мускульного мешка позволяют пиявкам плавать в толще воды, изгибая тело в вертикальной или горизонтальной плоскости.

В) Реактивное движение. Такой способ локомоции основан на выталкивании воды из какой-либо полости при помощи мускулатуры тела, в результате чего животное движется поступательно в обратном направлении. Например, у головоногих моллюсков в реактивном движении задействованы мышцы в стенке мантийной полости, сокращение которых приводит к резкому выталкиванию воды из мантийной полости через воронку. Кроме того, такой способ передвижения характерен для медуз, сальп и личинок некоторых насекомых.

Возможны и другие правильные элементы ответа.

Задание 15. Работа с изображениями объектов. Проанализируйте предложенные изображения и выполните задания, используя отведённое поле. Максимальная оценка – 10 баллов.



1. На рисунке схематично изображены часть гетеротрофного организма (А) и его жизненный цикл (Б). Укажите название царства, к которому относится данный организм.

Ответ: Грибы

2. Назовите клетки и структуры, отмеченные на рисунке цифрами 1 - 4.

Ответ: 1 – гимениальный слой; 2 – базидия; 3 – споры (базидиоспоры); 4 – гифы гриба / мицелий / одноядерный мицелий.

3. Укажите название процесса, который зашифрован на рисунке Б буквой «Х».

Ответ: мейоз

4. В какие взаимоотношения данный организм может вступать с представителями других царств живой природы? Приведите примеры таких взаимоотношений.

Ответ:

1) Симбиоз / мутуализм / мутуалистический симбиоз. Пример: образование микоризы при участии ели и белого гриба.

2. Паразитизм. Пример: трутовик или опенок на березе.

Возможны и другие правильные элементы ответа.