



**ОЛИМПИАДА
ШКОЛЬНИКОВ
САНКТ-
ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА**



Общеобразовательный предмет: **биология**

2020-2021 учебный год

9 класс

Вариант 1

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

1. Для ветроопыляемых растений характерны следующие признаки:

- a. Цветки с перистым рыльцем*
- b. Наличие нектарников
- c. Липкая пыльца
- d. Цветки с крупным околоцветником
- e. Цветки распускаются только по ночам

2. Для кого из перечисленных животных характерно наличие ядовитых желёз?

- a. Каракурт*
- b. Медянка обыкновенная
- c. *Голубой древолаз*
- d. Утконос*
- e. Императорский скорпион*

3. Какие из перечисленных реакций организма обеспечиваются вегетативной (автономной) нервной системой?

- a. Уплотнение хрусталика глаза при разглядывании удалённых предметов*
- b. Выделение слюны при мысли о вкусной пище*
- c. Появление «гусиной кожи» при снижении температуры окружающей среды*
- d. Поворот головы в сторону источника внезапного громкого звука (ориентировочный рефлекс)
- e. Разгибание ноги в коленном суставе при ударе по сухожильному концу четырёхглавой мышцы бедра (коленный рефлекс)

4. В зрелых хромопластах покрытосеменных растений можно обнаружить пигменты следующих цветов:

- a. Зеленый
- b. Оранжевый*
- c. Синий
- d. Желтый*
- e. Красный*

5. В зрелых эритроцитах взрослого человека можно обнаружить:

- a. Развитый шероховатый эндоплазматический ретикулум
- b. Ядро
- c. Цитоскелет*
- d. Антитела

е. Фибриноген

6. Период, датируемый 201 - 145 млн. лет назад, характеризовался тёплым климатом и началом распада суперконтинента Пангея на отдельные материки. К этому периоду относятся находки археоптерикса. Выберите группы, представителей которых можно обнаружить среди окаменелостей данного периода:

а. Приматы

б. Красные водоросли

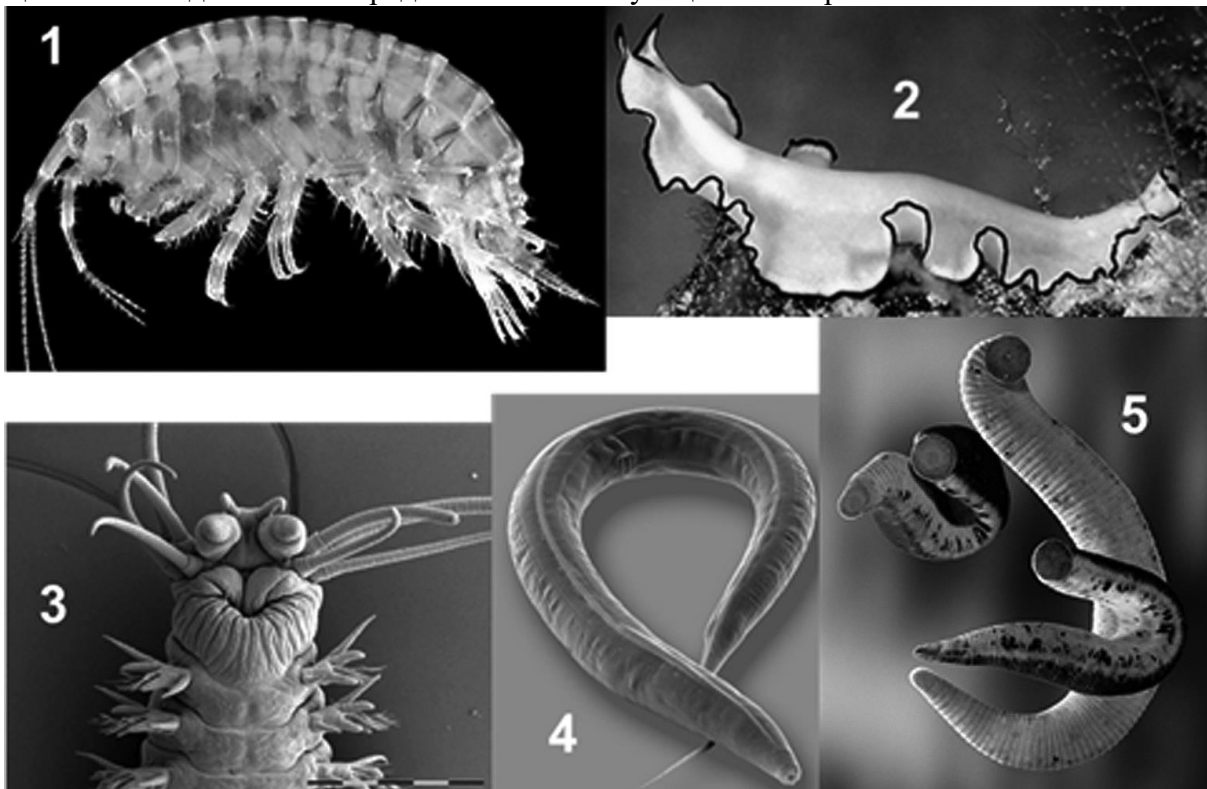
с. Костные рыбы

д. Крылатые насекомые

е. Папоротники

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

Перед Вами изображения различных животных (соотношения размеров не соблюдены). Определите, к каким типам относятся эти животные. Запишите русские названия типов в специально отведённые поля рядом с соответствующими номерами.



Ответы:

1. Членистоногие

2. Плоские черви (Рабдитофоры)

3. Кольчатые черви (Аннелиды, Кольчецы)

4. Круглые черви (Нематоды, Первичнополостные)

5. Кольчатые черви (Аннелиды, Кольчецы)

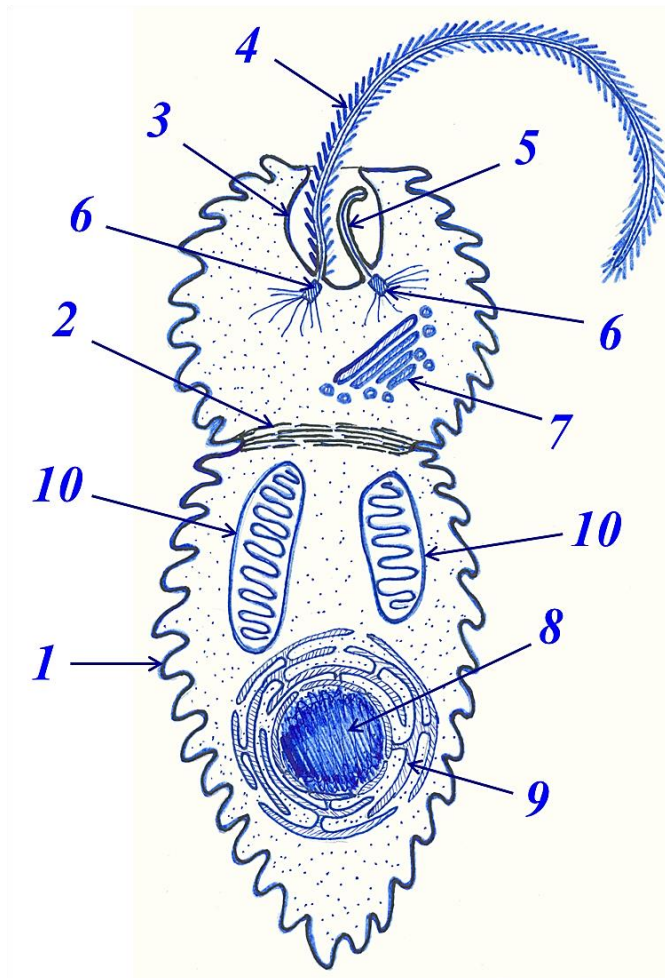
Задание 8. Работа с изображениями объектов. Изобразите объект в соответствии с предложенным описанием и сделайте необходимые подписи к рисунку. Максимальная оценка – 10 баллов.

Исследователи обнаружили неизвестный ранее вид одноклеточных эукариот и выполнили его морфологическое описание. Основываясь на этом описании, изобразите схематически продольный срез данного организма так, чтобы на рисунке были отображены все указанные

ниже элементы. Отметьте на рисунке данные структуры, используя их нумерацию из текста.

«Клетка имеет вытянутую форму. Цитоплазматическая мембрана образует поперечные гребни, опоясывающие клетку по пологой спирали (1). Поперечная перегородка из микрофибрилл цитоскелета (2) делит клетку на две неодинаковые по форме части: передняя округлая, задняя - вытянутая. Передняя часть несёт жгутиковый карман (3) из которого выходят два жгутика. Один из них длинный и перистый (4), покрыт особыми выростами (мастигонемами); другой – короткий и гладкий (5) - не выходит за пределы жгутикового кармана. В области жгутикового кармана мембранные гребни отсутствуют. В основании каждого жгутика находится базальное тельце – кинетосома (6), заякоренная в клетке при помощи сократимых корешков из микрофиламентов. В передней части клетки также находится аппарат Гольджи (7). В задней части хорошо видны крупное ядро (8), окруженное эндоплазматической сетью (9), а также две вытянутые митохондрии, ориентированные относительно продольной оси (10).»

Ответ:



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 ТТАГТГ. 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, используя отведённое поле. Максимальная оценка – 5 баллов.

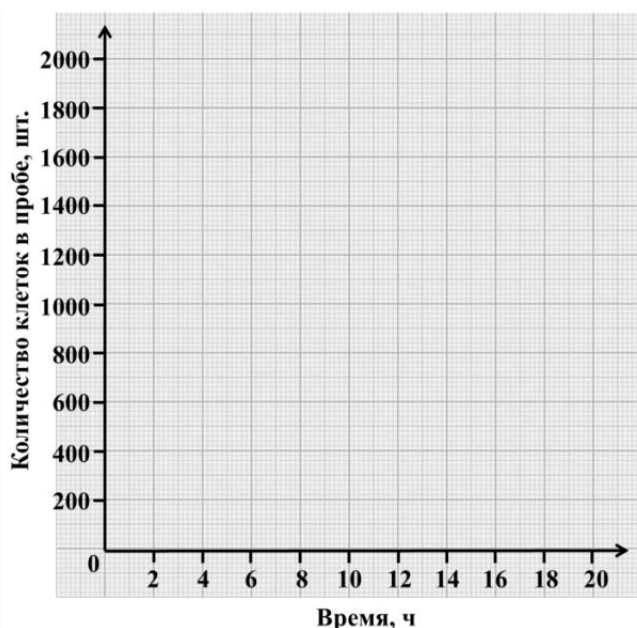
Некий талантливый, но рассеянный студент изучал динамику роста культуры зеленой одноклеточной водоросли. Он налил в колбу среду для культивирования, поместил туда небольшое количество клеток и поставил колбу на специальную установку, где культура постоянно перемешивалась и освещалась. Периодически студент отбирал из колбы с растущей культурой пробы по 50 микролитров и считал, сколько там содержится клеток. Сначала считать было легко, потому что клеток было не очень много. Однако постепенно культура росла, клеток становилось все больше, и студент решил, что ему станет легче считать, если он будет предварительно разбавлять пробу в несколько раз чистой средой, и уже потом отбирать 50 микролитров для подсчета. К сожалению, во время работы он часто отвлекался и, в конце концов, перепутал все свои записи (см. таблицу 1). Помогите ему расставить данные по порядку и выполните задания.

Таблица 1

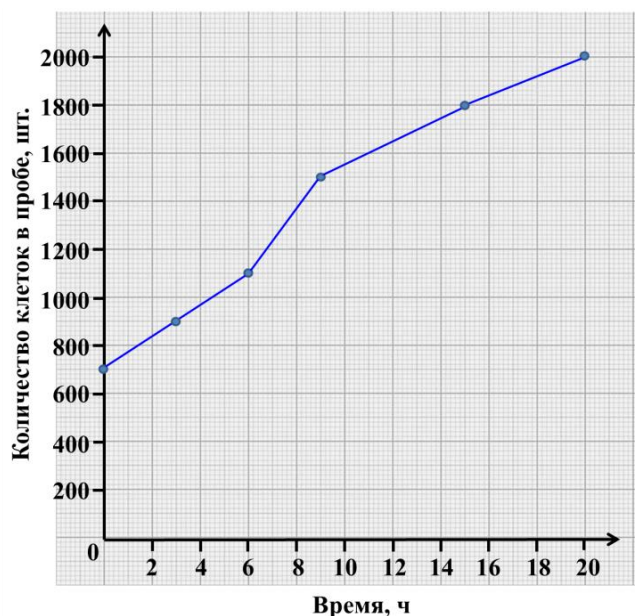
Время с момента посадки культуры, ч	Разведение пробы перед подсчетом, разы	Количество клеток в пробе, шт.
3	1	900
15	3	600
0	1	700
9	3	500
6	1	1100
20	5	400

1. Постройте график зависимости количества клеток в пробе (50 мкл) культуры от времени выращивания. Образец поля для построения графика представлен на рисунке 1.

Рисунок 1



Ответ:



2. Когда (с какого по какой час наблюдений) происходил наиболее интенсивный рост культуры?

Ответ:

С 6-го по 9-й час наблюдений.

3. Укажите, какие компоненты обязательно должна была содержать среда для культивирования клеток водоросли. Назовите не менее трех компонентов.

Ответ:

Минеральные соединения азота, фосфора, серы, магния, калия, железа и т.п.

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

Фрагмент 1.

Аллергия (реакция гиперчувствительности немедленного типа, ГНТ) – патологический процесс, связанный с избыточно сильной реакцией иммунной системы на повторное попадание некоторого вещества (аллергена) в организм. Аллерген – это разновидность антигена, то есть чужеродное вещество, проникновение которого в организм вызывает иммунный ответ и выработку специфических антител (иммуноглобулинов). Как и все антигены, аллергены чаще всего представляют собой белки и гликопротеины, но могут иметь практически любую химическую природу. В случае ГНТ происходит синтез и секреция избыточного количества иммуноглобулина E (IgE).

Рассмотрим реакцию иммунной системы на аллерген белковой природы. Первый контакт иммунной системы с аллергеном включает несколько этапов (рис.1). Вначале аллерген проникает под эпителий слизистой оболочки рта, носа, бронхов или желудочно-кишечного тракта и фагоцитируется антигенпрезентирующей клеткой (АПК), например, макрофагом или дендритной клеткой. Внутри АПК белки аллергена разрезаются на короткие пептиды, которые выставляются на поверхность клетки в комплексе со специальными белками. Таким образом, АПК «демонстрирует» аллерген другим иммунным клеткам, то есть происходит презентация антигена. С выставленным на поверхности АПК антигенным пептидом взаимодействует особый Т-лимфоцит, который называют хелпером, или помощником. Т-хелпер активируется и начинает вырабатывать цитокины – сигнальные пептиды, способные регулировать работу различных иммунных клеток. В частности, Т-хелперы вырабатывают интерлейкины (IL) 4, 10 и 13, которые активируют В-лимфоциты.

Активированные В-лимфоциты начинают синтезировать IgE, специфически распознающие данный аллерген.

Молекулы IgE связываются с рецепторами на мембране тучных клеток, постоянно присутствующих в соединительных тканях, а также базофилов – лейкоцитов, которые обычно циркулируют в крови, но могут мигрировать в очаг воспаления или аллергической реакции.

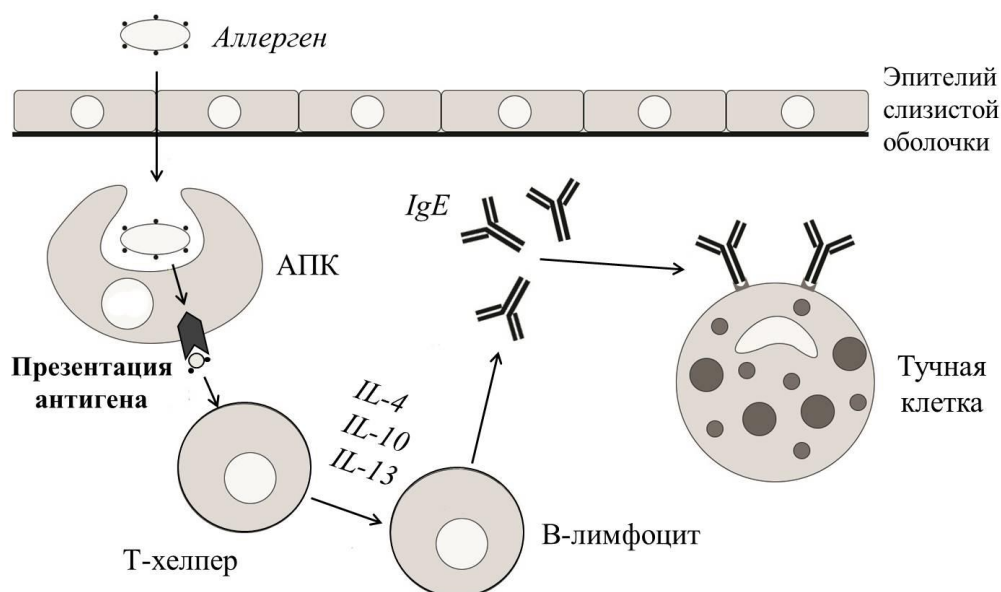


Рис. 1. Первичный контакт аллергена с иммунной системой. Пояснения в тексте. АПК – антигенпрезентирующая клетка; IgE – immunoglobulin E (иммуноглобулин класса E); IL – interleukin (интерлейкин).

Фрагмент 2.

Повторное попадание аллергена в организм вызывает резкий и мощный иммунный ответ (рис.2). Молекулы IgE на мембране тучных клеток и базофилов распознают и связывают аллерген. При этом между соседними IgE образуются перекрёстные сшивки. В цитоплазме тучных клеток и базофилов находятся секреторные гранулы, содержащие вещества-медиаторы воспалительных и аллергических реакций (например, гистамин, гепарин, серотонин). Образование перекрёстных сшивок запускает секреторную дегрануляцию - выброс медиаторов воспаления из гранул в наружную среду. Эти соединения вызывают местное расширение кровеносных сосудов и повышение проницаемости их стенок (формируется отёк), раздражают нервные окончания (возникают зуд и боль), а также повышают образование слизи в дыхательных путях. Поэтому симптомами аллергической реакции могут являться также чихание и насморк.

Тучные клетки также продуцируют IL-4 и -5. IL-5 с током крови попадает в красный костный мозг и стимулирует образование эозинофилов, а IL-4 активирует эозинофилы, попавшие в очаг аллергической реакции. Активация эозинофилов запускает их секреторную дегрануляцию, в ходе которой выделяются вещества, направленные на уничтожение патогенов (бактерий, простейших, гельминтов), но вместе с тем разрушающие ткани самого организма, что приводит к усугублению неприятных симптомов аллергии. В случае некоторых заболеваний, например, бронхиальной астмы, активные эозинофилы остаются в тканях долгое время. В результате аллергическая реакция переходит в хроническую форму и может длиться в течение многих месяцев и даже лет.

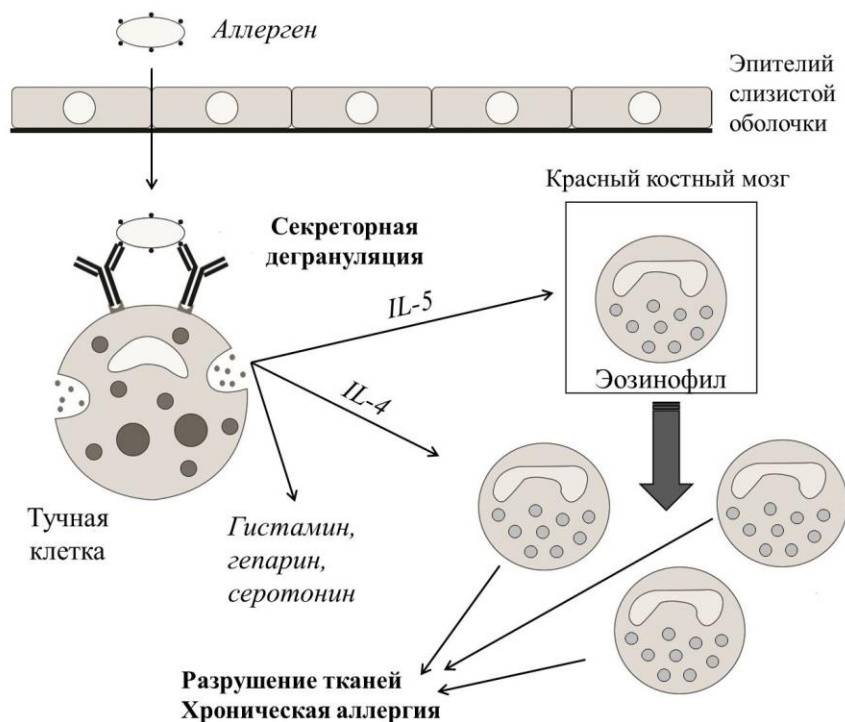


Рис. 2. Вторичный контакт аллергена с иммунной системой. Пояснения в тексте. IL – interleukin (интерлейкин).

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. Проанализируйте фрагмент 1 и рисунок 1 и выберите верные утверждения.

- a. Аллерген проникает внутрь антигенпрезентирующей клетки путём эндоцитоза.
- b. Процесс презентации антигена всегда происходит в кровяном русле.
- c. Контакт с антигенпрезентирующей клеткой активирует Т-хелперы, которые начинают вырабатывать антитела.
- d. На мембране тучных клеток и некоторых лейкоцитов крови имеются рецепторы, которые связывают иммуноглобулины класса E.

Ответ: ad

2. Проанализируйте фрагмент 1 и рисунок 1. На основании предложенной информации и собственных знаний выберите верные утверждения, характеризующие антитела.

- a. Антитела специфично связываются с тем антигеном, который вызвал их образование.
- b. Сигналом для выработки антител могут служить интерлейкины.
- c. Синтез антител начинается с транскрипции соответствующих генов.
- d. Все антитела класса IgE по структуре полностью идентичны друг другу.

Ответ: abc

3. На основании информации, изложенной во фрагменте 1, и собственных знаний выберите объекты, компоненты которых могут быть аллергенами.

- a. Козье молоко.
- b. Пчелиный мёд.
- c. Пыльца сосны.
- d. Змеиный яд.

Ответ: abcd

4. Проанализируйте фрагмент 2 и рисунок 2 и выберите верные утверждения.

- a. Секреторная дегрануляция тучных клеток запускается, когда аллерген связывается одновременно с двумя соседними молекулами IgE.
- b. Компоненты секреторных гранул базофилов вызывают отёки, зуд и покраснение.
- c. Интерлейкины 4 и 5, выделяемые тучными клетками, стимулируют образование эритроцитов в красном костном мозге.
- d. Все вещества, выделяемые при секреторной дегрануляции эозинофилов, токсичны только для патогенных организмов.

Ответ: ab

5. На основании предложенной информации и собственных знаний выберите процессы и признаки, которые характерны как для воспаления, так и для аллергической реакции.

- a. Миграция иммунных клеток из кровяного русла в ткани.
- b. Передача сигналов при помощи цитокинов.
- c. Продукция иммуноглобулинов.
- d. Большая быстрота и интенсивность вторичного иммунного ответа по сравнению с первичным.

Ответ: abcd

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:

Ответы:

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 различные элементы организма человека, и прочитайте приведённые ниже характеристики. Установите однозначное соответствие между названиями элементов и их описаниями (каждой ячейке таблицы должно соответствовать только одно описание).

Рецепторы	Фоторецепторы	Палочки
		Колбочки
	Механорецепторы	Волосковые клетки
		Сухожильные органы Гольджи
		Рецепторы растяжения бронхов
	Болевые рецепторы	
	Хеморецепторы	

Ответы:

1. Видоизменённые эпителиальные клетки, каждая из которых несёт жесткие чувствительные реснички. Одни воспринимают звуковые стимулы, а другие реагируют на изменение положения тела в пространстве.

1. Волосковые клетки

2. Представляют собой видоизменённые чувствительные нейроны. Специфическим раздражителем для них являются электромагнитные волны. Значения длин волн при этом находятся в диапазоне около 400

2. Фоторецепторы

– 750 нм.

3. Представляют собой свободные нервные окончания. Природа воспринимаемого ими раздражителя может быть разной (механической, химической, тепловой), однако во всех случаях они активируются только тогда, когда стимул превышает определённый порог. Соответствующие ощущения играют важную роль, поскольку сигнализируют о возможных или уже возникших повреждениях в тканях организма

3. Болевые рецепторы

4. Специализированные чувствительные нейроны, которые в большом количестве присутствуют центральной части внутренней оболочки глаза. В зависимости от типа, воспринимают излучение различного спектрального диапазона.

4. Колбочки

5. Относятся к проприорецепторам. Реагируют на натяжение, возникающее при сокращении или расслаблении мышц.

5. Сухожильные органы Гольджи

6. Специализированные чувствительные нейроны, которые в большом количестве присутствуют на периферии внутренней оболочки глаза. Воспринимают интенсивность освещения и отвечают за сумеречное зрение.

6. Палочки

7. Эти структуры разнообразны по своему строению и локализации. Реагируют на такие стимулы, как прикосновение, давление, растяжение или колебания.

7. Механорецепторы

8. Специфические структуры, которые воспринимают различные сигналы из окружающей среды или из внутренней среды организма и преобразуют эти сигналы в нервные импульсы.

8. Рецепторы

9. Стимулами для всех этих чувствительных структур являются молекулы химических веществ.

9. Хеморецепторы

10. Относятся к интерорецепторам. Активируются во время вдоха, когда увеличивается объём грудной полости. Сигналы от этих чувствительных структур активируют центр головного мозга, который запускает выдох.

10. Рецепторы растяжения бронхов

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

Согласно одному из медицинских определений, болезнь – это нарушение нормальной жизнедеятельности организма под влиянием патогенных факторов, характеризующееся ограничением приспособления его к внешней среде и (в отношении человека) снижением трудоспособности. В развитии (патогенезе) различных заболеваний важную роль играют наследственность и факторы внешней среды. Предложите классификацию заболеваний человека с точки зрения соотношения вкладов наследственности и внешней среды в патогенез. Охарактеризуйте роль наследственности и среды для каждого из пунктов классификации. Приведите примеры.

Ответ:

В отношении вклада наследственности и окружающей среды заболевания можно разделить на три основные группы.

1. Наследственные заболевания

В основе их возникновения и развития лежат различные нарушения генетического материала клеток. К данной группе относятся моногенные, полигенные и хромосомные болезни.

1.1. Моногенные заболевания. Обусловлены точечными (генными) мутациями, затрагивающими один ген. Широко известным примером является серповидноклеточная анемия, связанная с мутацией гена, кодирующего β -цепь гемоглобина А – основной разновидности гемоглобина, которая имеется в эритроцитах взрослых людей. В результате образуется гемоглобин S, в молекуле которого в 6-м положении β -цепи вместо глутамата

находится валин. Гемоглобин S полимеризуется и образует длинные тяжи, в результате чего эритроциты приобретают серповидную форму. Такие эритроциты менее стабильны и быстрее разрушаются, а также обладают сниженной способностью к переносу кислорода. Другой пример моногенного заболевания – гемофилия, различные варианты которой обусловлены мутациями генов, кодирующих белковые факторы каскада гемостаза – свёртывания крови.

1.2. Полигенные заболевания. Имеют более сложную природу, поскольку их возникновение связано с мутациями не в одном, а сразу в нескольких генах. К этой группе наследственных заболеваний относят некоторые формы эпилепсии, сахарного диабета, бронхиальной астмы и т.д.

1.3. Хромосомные болезни. Обусловлены изменением числа или структуры хромосом. В основе таких заболеваний лежат нарушения расхождения хромосом при мейозе или нарушения процесса кроссинговера в ходе образования гамет. Примерами хромосомных болезней могут служить:

- синдром Дауна (трисомия в 21 паре аутосом);
- синдром Шерешевского – Тёрнера (моносомия по X-хромосоме у женщин)
- синдром Клайнфельтера (полисомия по X- или Y-хромосоме у мужчин)
- синдром кошачьего крика, или синдром Лежёна (отсутствие фрагмента 5-й аутосомы).

Характерная черта наследственных заболеваний – это передача генетических дефектов в ряду поколений. В зависимости от локализации нарушений, наследование может быть аутосомным (доминантным или рецессивным) или сцепленным с полом. Так, гемофилия А обусловлена рецессивной мутацией в X-хромосоме, а для гемофилии С может быть характерен аутосомно-доминантный или аутосомно-рецессивный тип наследования.

Окружающая среда лишь в отдельных случаях может влиять на проявление наследственных заболеваний. Например, у гетерозигот по гену серповидноклеточной анемии имеются оба типа гемоглобина (А и S) и в нормальных условиях симптомы анемии отсутствуют, однако они могут проявляться в экстремальной ситуации – при гипоксии или сильном обезвоживании.

2. Болезни с наследственной предрасположенностью

Заболевания этой группы имеют генетическую основу, но проявляются при неблагоприятном воздействии окружающей среды. Например, существует целый ряд генетических маркеров, передающихся по наследству, наличие которых позволяет прогнозировать развитие у пациента артериальной гипертензии. Однако здоровый образ жизни, в том числе отказ от вредных привычек, регулярные физические упражнения и правильное питание, позволяет существенно снизить риск возникновения этого заболевания, даже если повышенное артериальное давление было диагностировано у близких родственников.

3. «Приобретённые» заболевания, обусловленные действием неблагоприятных факторов окружающей среды. Возникают в ходе индивидуального развития, не наследуются. Факторы, вызывающие такие заболевания, крайне разнообразны: механические воздействия, излучение, химические вещества, биологические объекты.

Яркими примерами являются инфекционные заболевания. В зависимости от природы возбудителя, их можно классифицировать на несколько типов:

- бактериальные инфекции (туберкулёз, брюшной тиф, холера и т.д.);
- вирусные инфекции (грипп, вирусные гепатиты, ВИЧ-инфекция, вирусный энцефалит, полиомиелит и т.д.);
- протозойные инфекции, возбудителями которых являются различные простейшие (малярия, лямблиоз, сонная болезнь, и т.д.);
- грибковые инфекции (микозы).

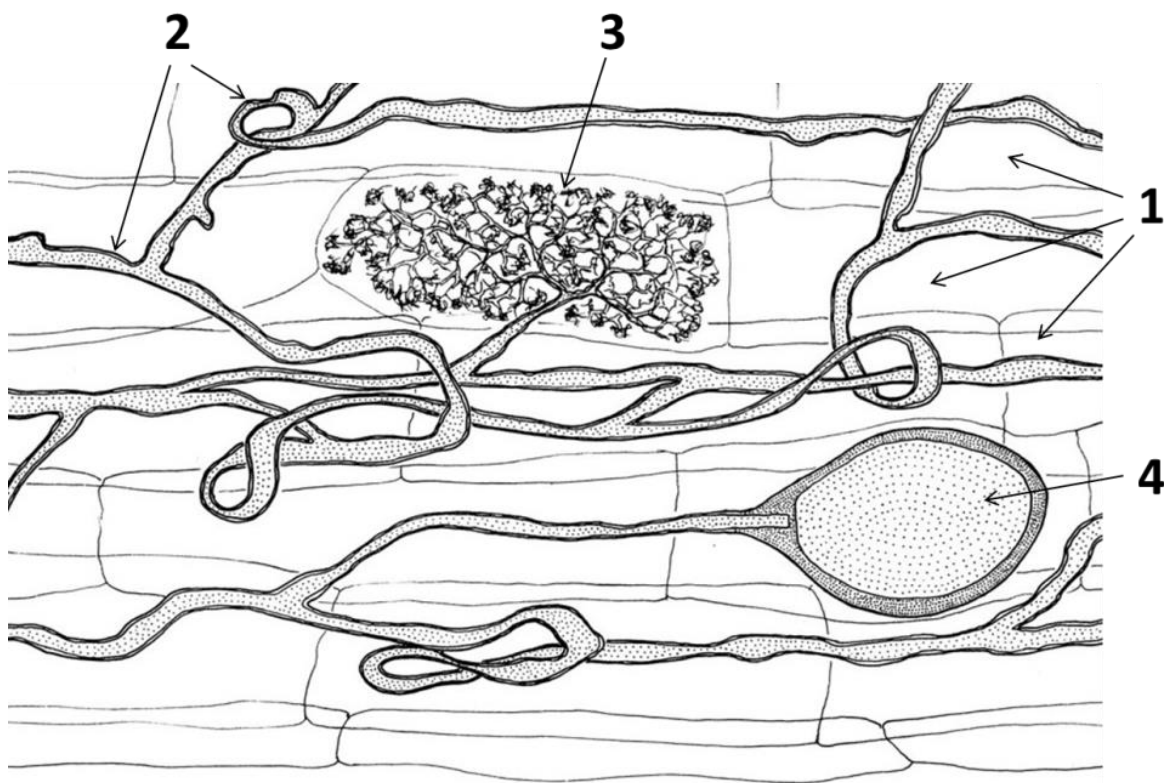
В качестве особой разновидности инфекционных заболеваний выделяют также паразитарные (инвазионные) болезни, вызываемые гельминтами (например, аскаридозы, трематодозы) или членистоногими (педикулёз, миазы).

К данной группе заболеваний можно также отнести некоторые врождённые пороки развития – физиологические нарушения, возникающие в ходе внутриутробного или раннего постнатального онтогенеза (например, алкогольный синдром плода).

Хотя действие факторов среды играет решающую роль в возникновении «приобретённых» заболеваний, течение и исход болезни часто зависят от генетических факторов. Например, показано, что вероятность смертельного исхода при коронавирусной инфекции COVID-19 существенно повышена у пациентов с сахарным диабетом, бронхиальной астмой и артериальной гипертензией, то есть патологиями, которые часто имеют генетическую природу.

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. Перед Вами схематический рисунок, на котором представлены элементы, принадлежащие двум разным организмам. К каким царствам живой природы относятся эти организмы? Как называется изображенная на рисунке структура, которая формируется в результате их взаимодействия?

Ответ:

Первый организм относится к царству Растения, второй - к царству Грибы. На рисунке изображена микориза (эндотрофная, арбускулярная, везикулярно-арбускулярная).

2. Укажите точные биологические названия элементов, обозначенных на рисунке цифрами 1, 2, 3, 4.

Ответ:

1 – клетки корня растения, 2 – гифы гриба, 3 – арбускула, 4 - везикула

3. Какие функции выполняет изображенная на рисунке структура? Какова роль элементов № 3 и 4? При ответе опирайтесь на собственные знания и результаты изучения рисунка.

Ответ:

Образование микоризы – это пример мутуалистического (взаимовыгодного) симбиоза гриба и растения. Поскольку мицелий гриба имеет очень большую площадь поверхности, микориза помогает растениям поглощать из почвы воду и минеральные вещества (например, соединения фосфора). В свою очередь, гриб получает от растения органические вещества – продукты фотосинтеза.

Элемент № 3 (арбускула) – это многократно разветвленные участки гиф гриба. Благодаря ветвлению увеличивается площадь контакта между гифами гриба и клеткой корня, что способствует более эффективному обмену веществ между ними.

Элемент № 4 (везикула) – это вздутие на гифах гриба, выполняющее запасную функцию. Они заполнены запасными питательными веществами (в основном – липидами).