

ЗАДАНИЕ 10. *Дайте развернутый ответ на вопрос. Используйте для ответа специально отведенное поле.*

Археологи исследовали древнее поселение. Помимо остатков материальной культуры и человеческих останков были обнаружены останки животных и растений, а также древняя выгребная яма. Предложите методические подходы современной биологии, которые можно применить для анализа обнаруженных объектов. Какую информацию можно получить на основе этого анализа?

Ответ:

С помощью радиоуглеродного метода можно исследовать все объекты биологического происхождения (останки человека, животных и растений, в т.ч. древесины, из которой сделаны строения или посуда) в результате измерения содержания в материале радиоактивного изотопа ^{14}C по отношению к стабильным изотопам углерода. Этот метод наряду с дендрохронологическим подходом, основанным на исследовании годовых колец древесины, позволит выяснить возраст поселения и биологических останков. Радиоуглеродный метод применим для анализа останков возрастом не старше 50000 лет.

Останки человека, животных и растений могут быть подвергнуты морфолого-анатомическому анализу, который позволит определить видовую и родовую принадлежность ископаемых организмов. Наличие и соотношение останков домашних и диких животных, раковин моллюсков, остатков диких и культурных растений (в т.ч. предковых форм), семян и пыльцы растений будет свидетельствовать о характере поселения, окружающей его флоре и фауне, а также об укладе жизни древних людей (охотники и собиратели, земледельцы или скотоводы). По скелетам людей можно оценить средний рост, возраст и гендерный состав. По повреждениям костей можно судить об уровне здоровья людей и возможной причине смерти. По набору ископаемых останков животных и растений, а также состоянию зубов на останках черепа людей и зубного камня на этих зубах, можно оценить, чем эти люди питались. Определенную информацию об этом может предоставить также анализ остатков выгребной ямы. Кроме того, наличие в этой яме ископаемых яиц паразитов, спор и цист болезнетворных микроорганизмов позволит оценить палеоэпидемиологическую ситуацию в ископаемом поселении и возможную причину смерти людей.

Еще больше информации об этом можно получить с помощью молекулярных методов. Из содержимого выгребной ямы и останков биологических объектов можно выделить ДНК и с помощью метагеномного анализа оценить разнообразие микроорганизмов.

Молекулярный анализ митохондриальной ДНК и гаплогрупп в Y-хромосоме из человеческих останков позволит судить об этническом составе популяции древних людей. Кроме того, можно оценить спектр метаболитов (метаболомный профиль) ископаемых объектов биологического происхождения, который опять-таки позволит судить о рационе питания, возможных заболеваниях и т.п.

Окончание ответа

Место проведения (город):

Дата:

Олимпиада школьников СПбГУ по биологии

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Общеобразовательный предмет: Биология

				2017-2018 учебный год							
				Вариант 3							
				10-11 класс				ШИФР			
Итоговая оценка, подпись зам. председателя жюри											
1 задание	2 задание	3 задание	4 задание	5 задание	6 задание	7 задание	8 задание	9 задание	10 задание	ИТОГ	
заполняется членами жюри и шифровальной группы											

ЗАДАНИЕ 1. *Выберите ВСЕ правильные ответы из пяти предложенных. Обведите буквы, расположенные рядом с правильными ответами. Исправления не допускаются.*

1. По мнению многих исследователей насекомые и ракообразные – настолько близкие родственники, что их следует объединить в единый таксон Pancrustacea. Многоножки же отделились от общего с ними ствола намного раньше. Как вы думаете, какими признаками обладал ближайший общий предок этих трех групп?

a. Обитание в наземно-воздушной среде

b. Трахейное дыхание

c. Регуляция линочного цикла посредством гормона экдизона

d. Сложный мозг, состоящий из трех отделов (синцеребрум)

e. Одноветвистые членистые конечности

2. Мейотические деления у высших растений приводят к формированию

a. Спорогенной ткани

b. Мегаспор

c. Яйцеклеток

d. Сперматозоидов

e. Микроспор

3. Человек при ходьбе опирается на всю стопу (а не только на пальцы или фаланги). Такой вариант передвижения называется стопохождением. Для каких из перечисленных ниже позвоночных также характерно стопохождение?

a. Тигр

b. Зебра

c. Медведь

d. Койот

e. Шимпанзе

4. Осенью гидры обычно переходят к половому размножению. Все потомки пары особей разного пола, образовавшиеся таким путем, будут одинаковы в отношении

a. Последовательности нуклеотидов в молекулах ДНК

b. Линейной последовательности генов в хромосомах

c. Набора протеиногенных аминокислот

d. Кариотипа

e. Количества и длины щупалец

5. Какие факторы могут привести к увеличению кровяного давления?

a. Выделение в кровь адреналина

b. Экскреция большого количества разбавленной мочи

c. Выделение в кровь вазопрессина

d. Сужение кровеносных сосудов

e. Переход от сна к бодрствованию

6. Широко известна способность многих птиц к навигации и к дальним перелётам. Какие из перечисленных ниже позвоночных животных также способны к определению своего местоположения и, соответственно, к дальним миграциям?

a. Горбатый кит

b. Малая панда

c. Тунец

d. Байкальская нерпа

e. Морская черепаха

ЗАДАНИЕ 2. *Внимательно прочитайте текст, описывающий некоторый процесс. Определите, о каком процессе идет речь. Выберите из списка все термины, не названные, но описанные в тексте и характеризующие данный процесс. Исправления не допускаются.*

Одной из основных функций этого процесса является уничтожение дефектных (повреждённых, мутантных, просто состарившихся) клеток многоклеточного организма. Он, к тому же, задействован в процессах дифференцировки клеток, гисто- и органогенеза. Другой, не менее важный для развития многоклеточного тела процесс, связан с правильным распределением сложных молекулярных комплексов, включающих ДНК и ассоциированные с ними специальные белки-гистоны. Эти два процесса обеспечивают относительное постоянство клеточных популяций, поддерживая правильное соотношение численности клеток различных типов. Впрочем, оба они встречаются и у одноклеточных организмов. Первый из описываемых процессов реализуется у многоклеточных животных несколькими способами. Один из них – самый распространенный способ – происходит с участием клеточных органоидов, имеющих оболочку из двух мембран, собственную ДНК и встроенные в мембрану электрон-транспортные цепи. В любом случае протекание этих, как и многих других клеточных процессов, требует специальных молекул, способных специфическим образом отвечать изменением своей структуры на взаимодействие с другим веществом – лигандом.

1. Фагоцитоз

2. Воспалительная реакция

3. Митоз

4. ДНК-полимераза

5. Рибосома

6. Мейоз

7. Митохондрия

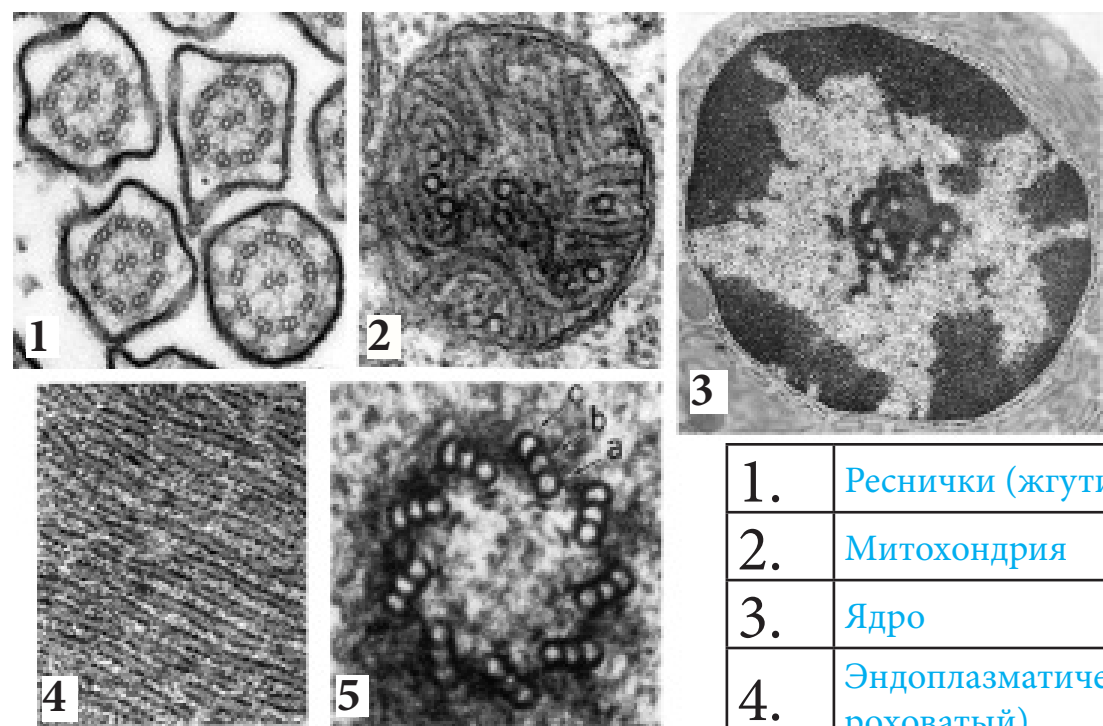
8. Апоптоз

9. Рецептор

10. Хромосома

ЗАДАНИЕ 3. Работа с рисунком.

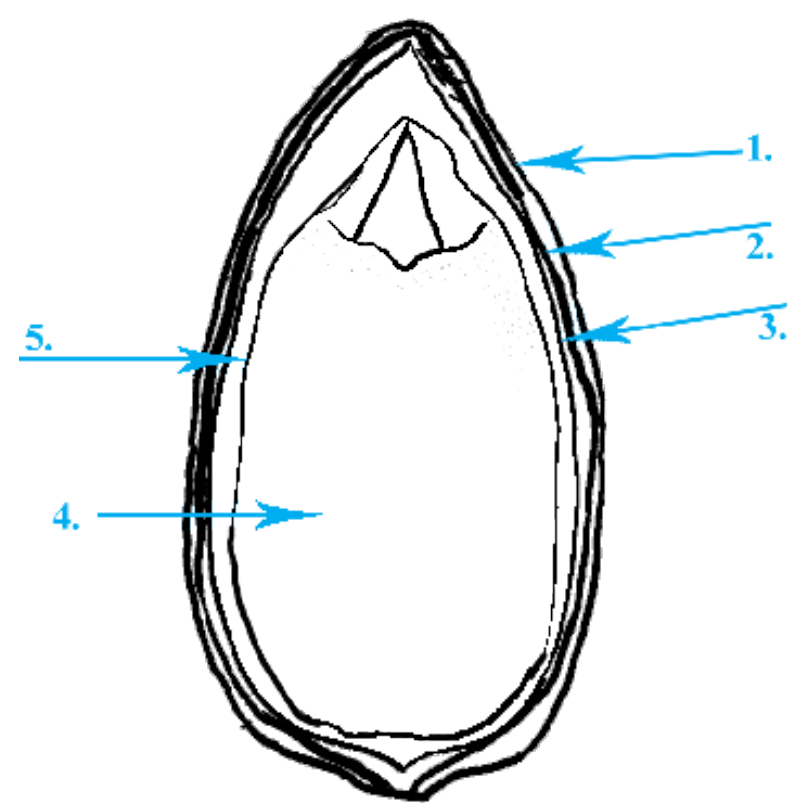
Какие клеточные органоиды представлены на фотографиях, сделанных при помощи электронного микроскопа? Впишите их названия в таблице рядом с соответствующими номерами.



1.	Реснички (жгутики, ундулиподии)
2.	Митохондрия
3.	Ядро
4.	Эндоплазматический ретикулум (шероховатый)
5.	Кинетосома (базальное тельце жгутика)

ЗАДАНИЕ 4. Работа с рисунком.

Схематически изобразите продольный срез плода подсолнечника (*Helianthus annuus*). Обозначьте любые пять его элементов стрелками с цифрами и внесите их названия в таблицу рядом с соответствующими номерами.



Возможны и другие правильные варианты ответа.

1.	Экзокарпий
2.	Мезокарпий
3.	Эндокарпий
4.	Семенная кожура
5.	Семядоля

ЗАДАНИЕ 9. Дайте развернутый ответ. Используйте для ответа специально отведенное поле.

По мнению некоторых ученых, Мохообразные представляют собой «ошибку эволюции». Тем не менее, эта группа характеризуется всеми классическими признаками биологического прогресса. Докажите, что эволюция мохообразных идет по пути биологического прогресса. Опишите биологические черты этих растений, позволившие добиться столь высоких эволюционных результатов.

Ответ:

По современным данным «Мохообразные» представляют собой совокупность, состоящую из, по меньшей мере, трёх отделов: Bryophyta (Настоящие мхи), Marchantiophyta (Печёночные мхи) и Anthocerotophyta (Антоцеротовые мхи). Несмотря на кажущуюся простоту организации и неприметность этих растений, группа характеризуется всеми классическими чертами биологического прогресса. Объем группы оценивается различными современными исследователями примерно в 20000 видов, то есть по количеству видов мхи располагаются на втором месте среди всех высших растений после Покрытосеменных (примерно 300000 видов). Мохообразные распространены повсеместно на земном шаре, а на одном из континентов их разнообразие преобладает даже над цветковыми растениями. То есть их ареал распространяется на весь земной шар, за исключением самых суровых арктических и тропических пустынь. При таком широком распространении численность их популяции весьма высока – самые разнообразные мхи занимают скальные, эпифитные и просто наземные местообитания. Большое количество мхов обитает и в поселениях человека на различных сооружениях или в садах и парках. А некоторые из мхов, например широко известный сфагнум, являются даже эдификаторами сообществ, формируя верховые болота, переходящие в тундровые сообщества при движении на север. Таким образом, мы можем сказать, что эта малозаметная, но примечательная группа высших растений характеризуется всеми классическими чертами биологического прогресса.

Сложно сказать, какие именно признаки и адаптации позволили мхам занять одно из главенствующих мест в фитоценозах Земли, но хочется остановиться на некоторых особенных чертах, которые характерны для этой группы.

Всем известно, что в жизненном цикле мохообразных гаплоидная стадия жизненного цикла преобладает над диплоидной. Это позволяет естественному отбору элиминировать различные вредные мутантные аллели генов в гаплоидном состоянии. С другой стороны, не следует забывать, что многие мхи имеют диплоидные гаметофиты, а их спорофиты переходят в полиплоидное состояние, что позволяет им избегать трудностей, связанных с преобладанием гаплофазы.

Экологическая пластичность мхов и их эврибионтность поражает воображение. Известны случаи, когда помещенный во влажные условия мох из собранного гербарного материала возрастом около десятка лет вдруг «оживал» и начинал рост и размножение. В этом им помогает уникальное строение листьев и проводящей системы, благодаря которому мхи можно считать настоящими пойкилогидрическими растениями.

Мохово-лишайниковый ярус в лесах средней полосы формирует сплошной покров, который увеличивает конкурентноспособность мхов, не давая прорасти семенам других высших растений.

По самым современным представлениям, мхи являются одними из самых древних из сухопутных растений, которые в эволюции имели общих предков с наиболее известными «прародителями» всех высших растений – организмами, близкими Харовым водорослям.

Окончание ответа

ЗАДАНИЕ 8. Решите задачу по генетике и поясните ход ее решения. Используйте для ответа специально отведенное поле.

Ядовитость мухоморных подкоряжников контролируется геном Y. Доминантная аллель отвечает за ядовитость, рецессивная – за съедобность. Яйцеклетки с аллелью Y имеют 10%-ую жизнеспособность, а у сперматозоидов с этой же аллелью жизнеспособность в 4 раза повышена. Какую долю составят съедобные особи в F₂, полученном при скрещивании ♀ YY × ♂ yy?

Ответ:

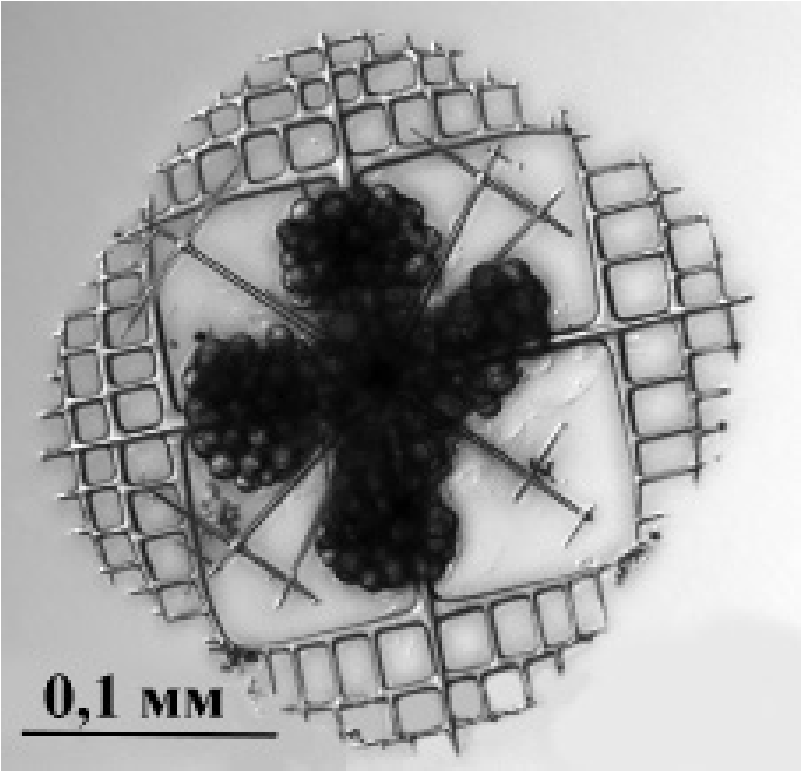
Решение:

- Каждый из родителей производит лишь один тип гамет, часть из которых жизнеспособна. Поэтому гибриды F₁, полученные при скрещивании ♀ YY × ♂ yy будут единообразны (Yy).
- Скрещивание между гибридами F₁ имеет следующий вид: ♀ Yy × ♂ Yy. Теперь нужно выяснить, в каком соотношении возникнут разные типы гамет у каждого из участников этого скрещивания.
- Женские особи будут производить яйцеклетки в соотношении 1Y : 10y.
- Мужские особи будут производить сперматозоиды в соотношении 4Y : 1y (даже у гамет с нормальным генотипом жизнеспособность никогда не достигает 100%, поэтому существует резерв для повышения их жизнеспособности).
- Рассчитать расщепление в F₂ по генотипу можно либо с помощью решетки Пеннета, либо аналитическим способом: (1Y : 10y)(4Y : 1y) = 4YY : 41Yy : 1yy. Соответственно, расщепление по фенотипу будет 45Y- : 1yy (45 ядовитых : 1 съедобный).
- Задача решена.

Окончание ответа

ЗАДАНИЕ 5. Анализ рисунка.

Рассмотрите микрофотографию. На ней изображен некоторый обитатель моря, обладающий внутренним минеральным скелетом, состоящим из сернокислого стронция. Постарайтесь, изучив рисунок, реконструировать свойства этого организма. Выберите из предложенного списка характеристики, которые полностью верны для него. Отметьте их галочками в соответствующей ячейке таблицы.



Это представитель планктона; многочисленные выросты скелета увеличивают поверхность тела и способствуют парению в толще воды	<input checked="" type="checkbox"/>
Перед нами – личинка морского ежа; видимые элементы скелета - зачатки скелетных пластин взрослого животного, перфорированные отверстиями для выхода амбулакральных ножек	<input type="checkbox"/>
Скелет этого организма хорошо сохраняются в ископаемом состоянии	<input type="checkbox"/>
Этот организм обладает радиальной симметрией тела	<input checked="" type="checkbox"/>
Многочисленные выросты скелета могут защитить его от нападения главных врагов – тунцов и кальмаров	<input type="checkbox"/>

ЗАДАНИЕ 6. Работа с текстом.

Перед Вами пример такого текста, содержащий пять биологических ошибок. Внимательно прочтите его, найдите ошибки и объясните, в чем они заключаются, заполнив свободные поля таблицы.

Самой крупной артерией нашего тела является аорта, по которой кровь, насыщенная кислородом, поступает в большой круг кровообращения. Аорту подразделяют на три отдела. Так, из правого желудочка сердца выходит начальный отдел (восходящая часть), который переходит в дугу аорты и далее – в нисходящую часть (грудную и брюшную). Из грудной аорты кровь поступает в межрёберные артерии, а также к органам грудной полости, например, трахее и селезёнке. Проходя через диафрагму, грудная часть аорты переходит в брюшную. Следует отметить, что только аорта пронизывает диафрагму насквозь; все остальные органы лежат либо в грудной, либо брюшной полости. От брюшной аорты отходят артерии, которые обеспечивают кровоснабжение таких органов, как пищевод, желудок, кишечник, печень, поджелудочная железа, почки и надпочечники. Нижняя часть брюшной аорты разветвляется на подвздошные артерии, несущие кровь к органам полости таза и нижним конечностям.

Кровь выбрасывается в аорту под высоким давлением. В связи с этим стенки аорты обладают высокой растяжимостью и упругостью, которые обеспечиваются высоким содержанием волокон эластина. В то же время гладкомышечные элементы в аорте, в отличие от других артерий, полностью отсутствуют.

1.	Аорта выходит из левого желудочка сердца, а не из правого.
2.	Селезёнка – орган брюшной полости; селезёночная артерия отходит от брюшной части аорты.
3.	Помимо аорты, диафрагму пронизывают такие органы, как пищевод и нижняя полая вена.
4.	Пищевод проходит как в грудной, так и в брюшной полости. Однако в брюшной полости располагается лишь небольшая часть пищевода, кровоснабжение которой осуществляют, в основном, левая желудочная и нижняя диафрагмальная артерии. Основная же часть пищевода находится в грудной полости и снабжается кровью по артериям, которые отходят от грудной аорты и дуги аорты.
5.	Гладкие мышцы содержатся в стенках всех артерий, и аорта не является исключением.

ЗАДАНИЕ 7. Работа с информацией.

Внимательно прочитайте предложенные фрагменты текста и рассмотрите рисунки, затем переходите к выполнению заданий.

Фрагмент 1. Вирус иммунодефицита человека (ВИЧ) – ретровирус, относящийся к семейству лентивирусов. Первичными мишенями патогена являются иммунная система и центральная нервная система (ЦНС). Вирус может передаваться половым путём, трансплацентарно и через кровь. Кор (центральная часть вируса) содержит: капсидный белок р24, 2 копии вирулентной РНК и 3 фермента (рис. 1). Кор окружен матриксом и билипидным слоем, на поверхности которого заякорены два типа гликопротеинов: gr 120 и gr41. Вирулентная РНК содержит минимум 8 генов, подразделяемые на 3 группы: гены *gag* кодирует белки капсулы, *pol* – протеазу, интегразу и обратную транскриптазу, *env* – гликопротенины оболочки. Гены *env* – наиболее вариативные, так как имунный ответ хозяина нацеливается на белки оболочки вируса. Главной мишенью ВИЧ является рецептор CD4, локализованный на поверхности Т-хелперов и антиген-презентирующих клеток (АПК): макрофагов и дендритных клеток. Также для проникновения необходим корецептор хемокина - CCR5 в случае Т-хелперов и CXCR4 – на АПК (рис. 2). gr120 поэтапно меняет конформацию, связываясь с рецептором CD4 и хемокиновыми корецепторами, что приводит к контакту с gr41 и слиянию мембран вируса и клетки хозяина. Далее капсула разбирается протеазой, РНК обратно транскрибируется в ДНК, которая встраивается в геном хозяина посредством интегразы. Мутация в генах рецепторов, например *CCR5*, в гомозиготном состоянии приводит к устойчивости к ВИЧ-инфекции.

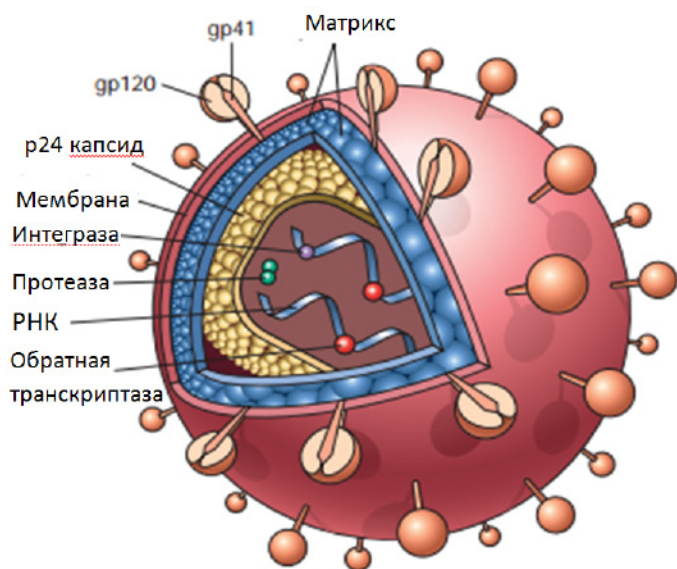


Рисунок 1. Структура ВИЧ.

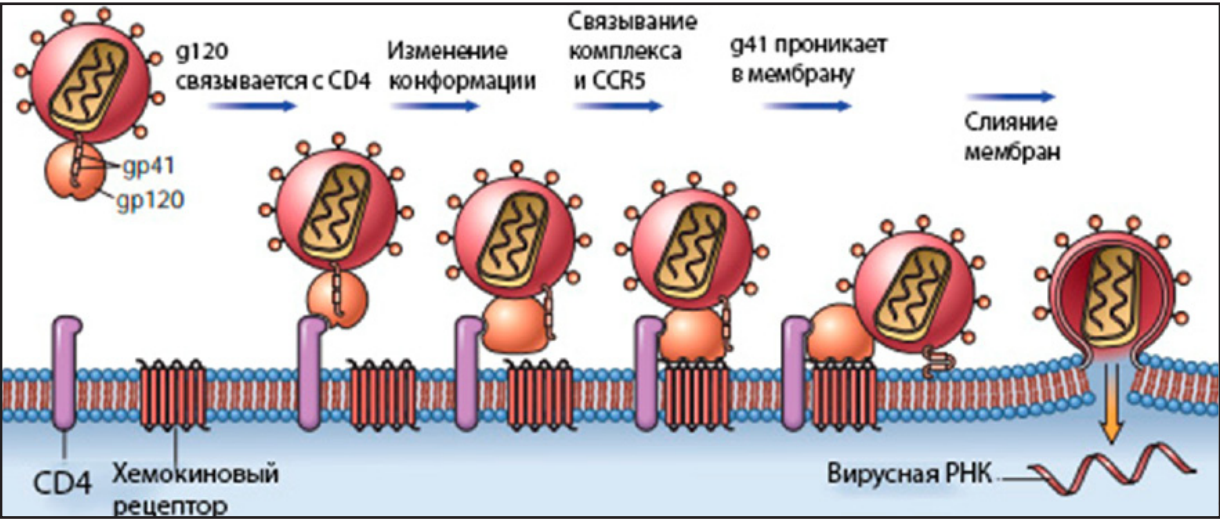


Рисунок 2. Проникновение вируса

Фрагмент 2. Развитие ВИЧ-инфекции делят на несколько этапов. На стадии первичной (острой) инфекции слизистых оболочек или крови вирус поражает активированные Т-хелперы и АПК. Т-клетки особенно уязвимы и быстро лизируются при интенсивной продукции вирусных частиц. АПК же более устойчивы, так как специализируются на разрушении антигенов и представлении их частей другим иммунным клеткам. В то же время эти клетки являются резервуаром для вируса и обеспечивают его доставку в ближайшие лимфатические узлы, где он поражает новые Т-хелперы. Первичные нарушения ЦНС связаны с поражением присутствующих там макрофагов. Те же АПК индуцируют цитотоксический (через Т-киллеры) и гуморальный (через В-лимфоциты) ответ. На хронической (латентной) стадии иммунный ответ и размножение новых Т-хелперов стабилизирует содержание вируса в крови, что может длиться годами при минимальной симптоматике. Зараженные клетки накапливаются в лимфоидных органах, и большинство их погибает, не попав в кровоток. Также поражаются предшественники Т-хелперов. В них вирус остается неактивным до презентации антигена, после которой клетки также погибают. Всё это приводит к линейному падению числа иммунных клеток и, как следствие, развитию инфекций, ранее подавляемых иммунной системой (оппортунистических инфекций). С этого момента начинаются проявления синдрома приобретённого иммунодефицита (СПИДа). Спектр возникающих при этом болезней очень широк: пневмония, кандидозы, туберкулёз, а также опухоли, вызываемые другими ретровирусами. ВИЧ действует одновременно с развивающейся инфекцией, так как все оставшиеся Т-хелперы включаются в иммунный ответ и сразу же поражаются ВИЧ.

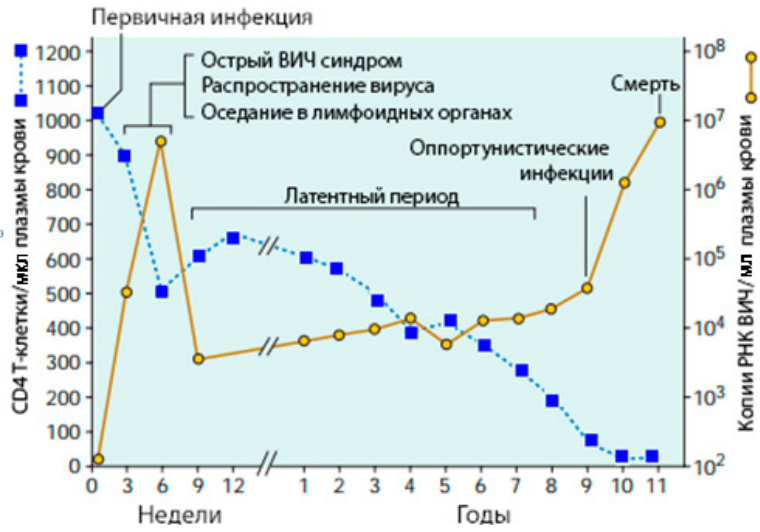


Рисунок 3. График развития заболевания.

Выберите **ВСЕ** правильные ответы из четырех предложенных. Обведите буквы, расположенные рядом с правильными ответами. Исправления не допускаются.

1. Прочитайте фрагмент 1, рассмотрите рисунок 1 и 2. Выберите все правильные утверждения.
- a. Капсид вируса не попадает в клетку при заражении.
 - b. У гомозигот по мутации гена *CCR5* Т-хелперы устойчивы к заражению.
 - c. Гены *pol* и *env* консервативны у всех ретровирусов.
 - d. Гликопротеид gr41 обеспечивает специфичность заражения, а gr120 опосредует слияние мембран.
2. Прочитайте фрагмент 2 и рассмотрите рисунок 3. Выберите все правильные утверждения.
- a. Латентный период ВИЧ-инфекции длится годами, так как всё это время вирус не активен.
 - b. АПК запускают иммунный ответ Т-хелперов, Т-киллеров и В-лимфоцитов.
 - c. Размножение Т-хелперов на хронической стадии инфекции стабилизирует содержание вируса в крови, что может длиться годами.
 - d. Оппортунистические бактериальные инфекции всегда вызывают образование опухолей.
3. Рассмотрите рисунок 3 и выберите верные утверждения:
- a. Во время острой фазы ВИЧ-инфекции число Т-хелперов на мл плазмы крови падает до 500.
 - b. Развитие оппортунистических инфекций начинается при падении количества CD4 Т-лимфоцитов до 100 клеток/мл плазмы крови.
 - c. Во время латентного периода при относительно постоянной копийности (10^4 копий/мл плазмы) вируса в кровотоке число Т-хелперов на мл плазмы падает с $6 \cdot 10^5$ до $2 \cdot 10^5$.
 - d. В норме у человека в крови циркулирует до 800 CD4 лимфоцитов/мл плазмы крови
4. Основываясь на информации из текстовых фрагментов и рисунков, выберите возможные последовательности в развитии острой стадии ВИЧ-синдрома:
- a. Попадание ВИЧ в кровоток → связывание с CD4 и CCR5 рецепторами Т-хелперов → гибель клетки → распространение вируса по кровотоку до лимфоидных органов
 - b. Попадание ВИЧ на слизистые половых путей → связывание с CD4 и CXCR4 рецепторами макрофага → интеграция провируса в геном макрофага → миграция макрофага в лимфоидные органы → заражение Т-хелперов
 - c. Попадание ВИЧ со слюной → связывание с CD4 и CXCR4 рецепторами Т-лимфоцита → гибель клетки → заражение близлежащих макрофагов
 - d. Попадание ВИЧ трансплацентарно → распространение с кровотоком до лимфоидных органов → заражение предшественников Т-хелперов через CD4 и хемокиновые рецепторы → сохранение провируса в геноме клетки до встречи с антигеном
5. Выберите верные соотношения между мутациями ВИЧ, выключающими определенные гены, и нарушениями в цикле развития вируса. Знак «+» означает нормальный ген, а знак «-» - мутантный.
- a. *gag*(+) *pol*(+) *env*(-) → вирус не может распознать мишень
 - b. *gag*(-) *pol*(+) *env*(+) → вирус не может разобрать свою капсулу
 - c. *gag*(+) *pol*(-) *env*(+) → ДНК не транскрибируется с вирулентной матрицы
 - d. *gag*(-) *pol*(-) *env*(+) → ДНК встраивается, но не может синтезировать полный набор белков