

Московская олимпиада школьников по генетике, 28.03.2021  
Заключительный этап. Теоретический тур.  
10-11 классы.

1. Некое гексаплоидное растение обладает генотипом АААааа по определённому локусу генома и образует триплоидные гаметы.

1.1. Какие гаметы образует этот организм и с какой вероятностью? Считайте, что кроссинговер и конверсия генов отсутствуют.

1.2. Сколько генотипов можно получить в потомстве от скрещивания двух таких растений?

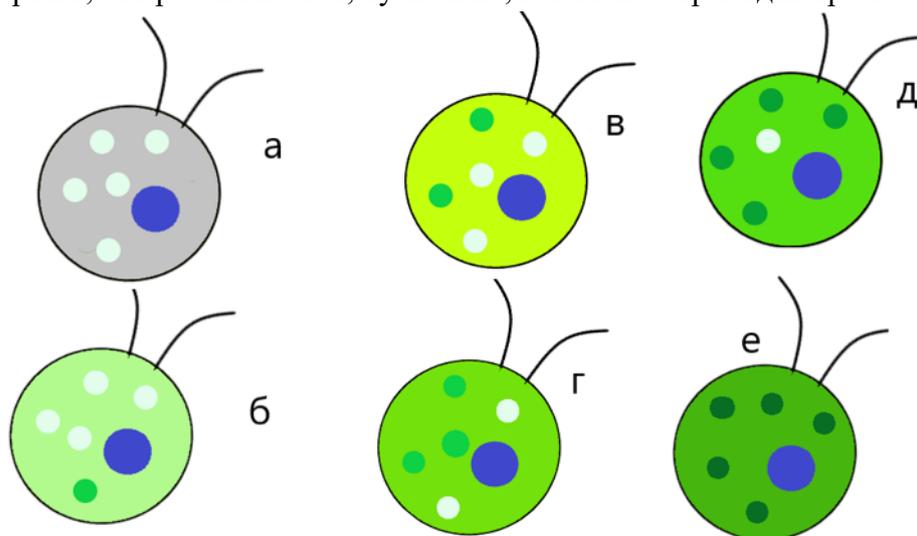
1.3. Сколько генотипов можно получить в потомстве от анализирующего скрещивания такого растения?

(12 баллов)

2. В своем недавнем исследовании загрязненных технических выбросами вод ваша научная группа обнаружила нового представителя порядка *Chlamydomonadales*.

В ходе морфологического исследования этого организма вы выяснили, что он одноклеточный, имеет два жгутика и обладает очень большим размером по сравнению с другими представителями порядка. Также, в отличие от других известных представителей этого порядка, в каждой его клетке находится не 1, а 5 чашевидных хлоропластов, которые на схеме для упрощения показаны кружками. Более того, вами было описано 6 различных по интенсивности окраски типов клеток – от бесцветных до насыщенно-зеленых. Этот факт ваша группа связала с мутацией в хлоропластном геноме, приводящей к невозможности депонирования хлорофилла.

Изучив жизненный цикл вашего организма, вы узнали, что для данного вида свойственно вегетативное размножение делением клетки пополам, а репликация хлоропластов у него тесно ассоциирована с делением ядра. Более того, клетки очень долго накапливают биомассу и после процесса размножения способны размножиться второй раз не раньше, чем через 1 день. При этом, в лабораторных условиях эта водоросль чувствует себя настолько хорошо, что размножается, буквально, как только приходит время.



**Московская олимпиада школьников по генетике, 28.03.2021**  
**Заключительный этап. Теоретический тур.**  
**10-11 классы.**

2.1. Предположите, почему организму может быть выгодно иметь 5 хлоропластов вместо одного большого? Как это может быть связано с размерами клетки?

2.2. Для последующего эксперимента вы отобрали только клетки типа *в* и выращивали их в суспензионной культуре с добавлением индуктора вегетативного размножения. После дня культивирования вы остановили размножение, взяли полученную суспензию клеток и с помощью гемоцитометра посчитали количества клеток различной степени окраски. Какова доля выращенных клеток типа *а*, *б*, *в*, *г*, *д* и *е*, если считать, что никакое размножение, кроме вегетативного, в культуре происходить не могло?

Для ответа вам может понадобиться следующая формула: число способов выбора *k* элементов из множества *n* элементов =  $n!/(k!*(n-k)!)$

**(15 баллов)**

3. Окрас диплоидных гортензий определяется одним локусом с множественным аллелизмом. В некоторой популяции гортензий имеется 5 аллелей окраса: D1, D2, D3, D4 и D5. Ниже приведена таблица фенотипов:

Генотип	Фенотип
D1_	Зелёная
D2_ (кроме D1)	Голубая
D3D3, D3D5	Жёлтая
D4D4, D4D5	Красная
D3D4	Оранжевая
D5D5	Белая

Среди потомков зелёной гортензии (особь А) и красной гортензии (особь В) были получены оранжевые потомки. При опылении голубой гортензии (особь С) пыльцой особи В в потомстве были обнаружены растения с белыми цветками.

3.1. Укажите генотипы особей А, В и С. Аргументируйте свой ответ.

3.2. Укажите, какие фенотипы можно получить в потомстве от скрещивания особей А и С.

- а) зелёные
- б) голубые
- в) жёлтые
- г) красные
- д) оранжевые
- е) белые

Аргументируйте свой ответ.

3.3. Укажите расщепление, полученное при скрещивании оранжевой гортензии с гортензиями А, В и С в формате З:Г:Ж:К:О:Б (например, 1:2:1:0:4:3). Аргументируйте свой ответ.

3.4. Укажите равновесные частоты фенотипов, если частоты аллелей D1...D5 в популяции соотносятся как 1:2:3:4:5. Аргументируйте свой ответ.

**(18 баллов)**

Московская олимпиада школьников по генетике, 28.03.2021  
Заключительный этап. Теоретический тур.  
10-11 классы.



4. У представителей разных видов мух рода *Teleopsis* часто наблюдаются глаза на необычайно длинных стебельках, как показано на рисунке. Длинные стебельки глаз встречаются как у самок, так и у самцов, однако, у самцов, они, как правило, значительно длиннее.

4.1. Так как большая длина глазных стебельков существует в популяциях мух стабильно на протяжении многих поколений, можно сказать, что появление длинных глазных стебельков было когда-то поддержано действием естественного отбора. Какой конкретно отбор привёл к закреплению признака длинных глазных стебельков?

- а) отбор против рецессивов
- б) дизруптивный (разрывающий) отбор
- в) половой отбор
- г) отбор в пользу гетерозигот

4.2. Какой признак, скорее всего, должен был эволюционировать параллельно с признаком длины глазных стебельков для того, чтобы длинные глазные стебельки закрепились в популяции?

- а) предпочтения хищниками особей с короткими глазными стебельками
- б) предпочтения самками самцов с длинными глазными стебельками
- в) предпочтения добычей особей с длинными глазными стебельками
- г) предпочтения самками самцов маленьких размеров

4.3. Если рассматривать данный признак как моногенный с неполным доминированием (аллель длинных глазных стебельков доминирует над аллелем коротких глазных стебельков), сыновья какой самки будут, в среднем, обладать большей дарвиновской приспособленностью?

- а) AA
- б) Aa
- в) aa
- г) сыновья всех самок будут обладать одинаковой средней дарвиновской приспособленностью

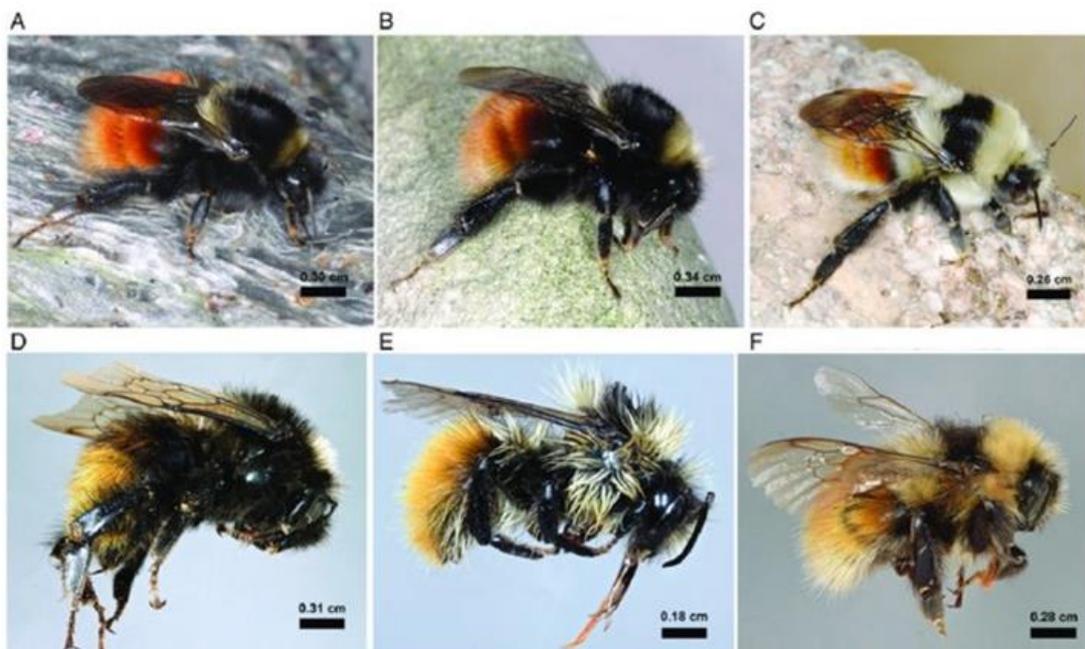
4.4. Если сравнить популяции мух определённого вида, живущие на разных территориях, то в какой популяции средняя длина глазных стебельков будет меньше?

- а) в популяции, живущей в более сухом климате
- б) в популяции, живущей в более влажном климате
- в) в популяции, живущей в более холодном климате
- г) в популяции, живущей в более тёплом климате

**(6 баллов)**

Московская олимпиада школьников по генетике, 28.03.2021  
Заключительный этап. Теоретический тур.  
10-11 классы.

5. У пчёл и шмелей из оплодотворенных яиц, откладываемых «царицей», развиваются только самки: либо новые «царицы», либо рабочие особи. Из неоплодотворенных яиц развиваются самцы.



У Шмеля горного (*Bombus monticola*) найдены цветовые вариации в окраске тела: брюшко может быть окрашено в бурый или красный цвет, а передняя часть груди – в чёрный, жёлтый или белый цвет. Предположим, что за окраску брюшка отвечает ген *F*, а за окраску передней части груди – ген *H*. Гены наследуются независимо. Пусть красная окраска доминирует над бурой, а чёрная – над жёлтой и белой, и жёлтая – над белой. Обозначения аллелей для каждого из генов введите самостоятельно.

5.1. Каким путём у шмелей образуются гаметы?

- 1) только путём мейоза;
- 2) как путём митоза, так и путём мейоза;
- 3) только путём митоза;
- 4) все ответы неверны.

Свой выбор объясните.

5.2. Осенью «царица» с чёрной грудью и бурым брюшком встретила с белогрудым трутнем с красным брюшком. Весной она организовала свой улей и стала родоначальницей семьи. Предложите генотипы родителей, если известно, что в новой семье попадаются особи с жёлтой грудью.

5.3. Каким будет расщепление среди рабочих особей шмелей по генотипу и фенотипу в этой семье?

5.4. Каким будет расщепление по генотипу и фенотипу среди трутней, выросших в этой шмелиной семье?

(9 баллов)

**Московская олимпиада школьников по генетике, 28.03.2021**  
**Заключительный этап. Теоретический тур.**  
**10-11 классы.**

6. Самок дрозофилы с ярко-красными глазами, черным телом и обрезанными крыльями скрестили с самцами, имеющими темно-красные глаза, серое тело и округлые крылья (все мухи взяты из чистых линий). Все особи первого поколения имели темно-красные глаза и серое тело, однако у самцов были обрезанные крылья, а у самок - округлые. Самок F<sub>1</sub> скрестили с гомозиготными самцами, имеющими ярко-красные глаза, черное тело и обрезанные крылья. В потомстве получили восемь фенотипов в следующем соотношении:

- темно-красные глаза, серое тело и округлые крылья - 1/16
- темно-красные глаза, серое тело и обрезанные крылья - 1/16
- темно-красные глаза, черное тело и округлые крылья - 3/16
- темно-красные глаза, черное тело и обрезанные крылья - 3/16
- ярко-красные глаза, серое тело и округлые крылья - 1/16
- ярко-красные глаза, серое тело и обрезанные крылья - 1/16
- ярко-красные глаза, черное тело и округлые крылья - 3/16
- ярко-красные глаза, черное тело и обрезанные крылья - 3/16

6.1. Объясните результат. Как наследуется каждый из признаков?

6.2. Наблюдается ли взаимодействие неаллельных генов? Если да, то как называется этот тип взаимодействия?

6.3. Сцеплены ли гены? Если да, то чему равна частота кроссинговера?

**(10 баллов)**



7. На острове Русский (Приморский край) гнездится колония японских бакланов.

На протяжении нескольких десятков лет данная колония не смешивалась с континентальными, и в ней установилась постоянная частота аллеля L, определяющего наличие тёмной полосы на надклювье, равная 0,23. С 2011 года из-за сокращения площади гнездовых на материке раз в год на остров мигрирует группа бакланов с

материковой популяции, в которой частота аллеля L составляет 0,65. Каждый год после пополнения популяции вновь прибывшие в этот год бакланы составляют 5% от общего числа бакланов на острове.

7.1 Найдите частоту аллеля L в популяции после первой миграции. Приведите решение.

7.2 В каком году частота аллеля L в популяции превысит 0,4? Ответ поясните.

7.3 Чему равна доля генов, привнесённых в островную популяцию бакланов материковыми сородичами, после 5 лет миграции? Ответ поясните.

**(8 баллов)**

**Московская олимпиада школьников по генетике, 28.03.2021**  
**Заключительный этап. Теоретический тур.**  
**10-11 классы.**

8. Согласно данным секвенирования ДНК, длина гена А составляет 7560 нуклеотидов. Однако, согласно данным нозерн-блоттинга с РНК, длина транскриптов, ассоциированных с данным геном составляет 2550 нуклеотидов и 2031 нуклеотидов. Почему? Можно ли подобрать зонд (одноцепочечный фрагмент ДНК, содержащий метку) для нозерн-гибридизации таким образом, чтобы можно было обнаружить только один из транскриптов?

Структура гена указана ниже. Красным цветом обозначены экзоны, синим - интроны, цифрами - размеры экзонов в нуклеотидах.

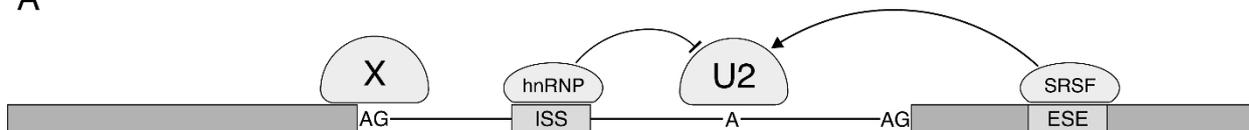


**(5 баллов)**

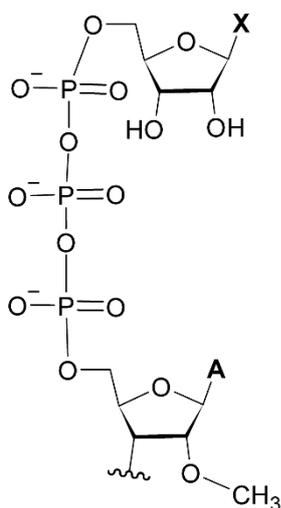
9. У эукариот параллельно с транскрипцией и сразу после нее идет ряд процессов: (1) один из них, как предполагается, имеет вирусное происхождение и активно участвует в процессе инициации трансляции; (2) второй является примером архаичного РНК-катализа; а (3) третий связывают с временем жизни мРНК.

9.1. Соотнесите представленные ниже рисунки с описанными выше процессами и укажите их названия.

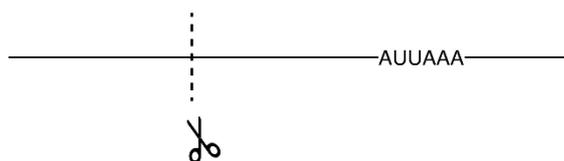
**А**



**Б**



**В**



9.2. К чему приведет делеция региона ESE в процессе А? Как называется элемент X в процессе А? Каким образом U2 и X узнают нужные сайты на мРНК?

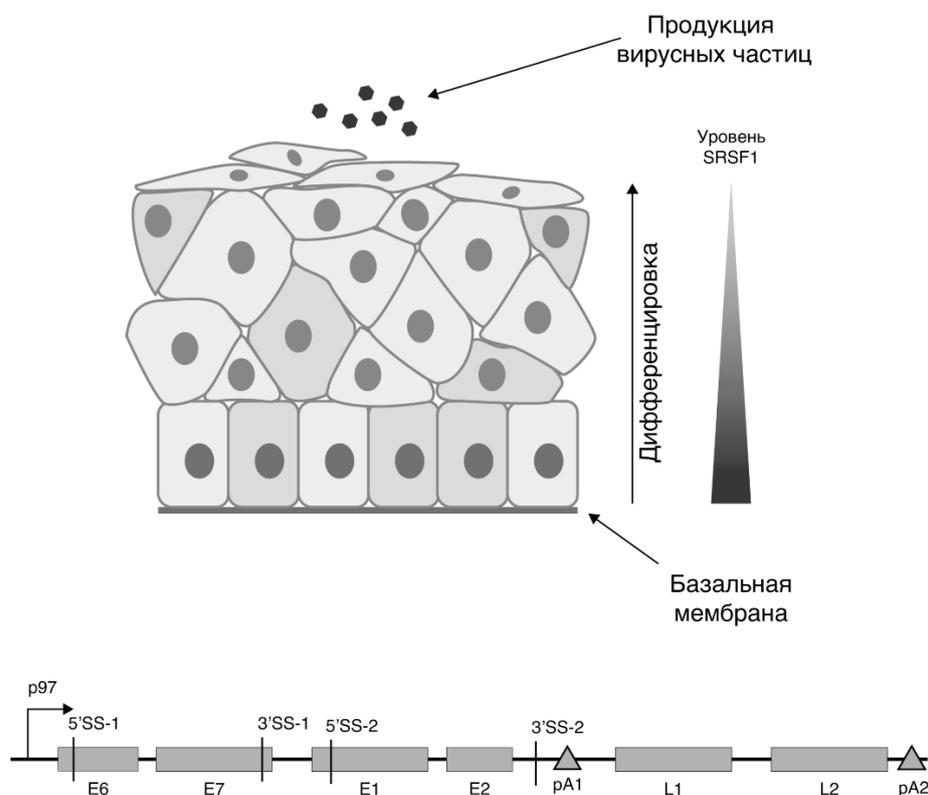
9.3. Какое азотистое основание находится на месте X в процессе Б?

9.4. Что происходит в процессе В после стадии, изображенной на рисунке?

**(8 баллов)**

**Московская олимпиада школьников по генетике, 28.03.2021**  
**Заключительный этап. Теоретический тур.**  
**10-11 классы.**

10. Вирус папилломы человека 16 типа (HPV-16) поражает клетки кератиноцитов и приводит к образованию папиллом (доброкачественных опухолей), которые в последствии могут преобразоваться в раковые опухоли. Известно, что HPV-16 заражает клетки базального слоя эпителия, а продукция вирусных частиц происходит только в клетках верхних слоев. Цикл вируса тесно связан с дифференцировкой кератиноцитов. Особенностью функционирования этого вируса является постепенная активация транскрипции генов за счет альтернативного сплайсинга и полиаденилирования. На изображении ниже приведена схема генома HPV-16 с указанием сайтов сплайсинга (5'SS-1, 5'SS-2, 3'SS-1, 3'SS-2); сигналы полиаденилирования (pA1, pA2); промотор p97; гены E1 и E2 – факторы связывания ДНК-полимеразы с вирусной ДНК; E7 – фактор поддержания процессов репликации в дифференцированных клетках; E6 – фактор блокировки белка-репрессора опухолей p53; L1 и L2 – белки капсида вируса, являющиеся также мишенями, распознаваемыми иммунной системой.



10.1. Установите в каком порядке активируются гены HPV-16, если известно, что белок SRSF1 ингибирует сплайсинг в сайтах ss-1 и активирует в сайтах ss-2. Помимо этого Накопление больших количеств белка E2 ингибирует сайт полиаденилирования 1. Ответ поясните.

10.2. HPV-16 довольно плохо распознается иммунной системой на ранних стадиях с чем связана его высокая патогенность. Благодаря какому молекулярному механизму это происходит? Опишите подробно.

10.3. Известно, HPV-16 может приводить к формированию злокачественных новообразований. За счет работы каких вирусных белков это может происходить? Аргументируйте свой ответ.

**(9 баллов)**