

# Ломоносов-2017/2018. Биология

## Подходы к решению задания I отборочного тура

Задание было скомпоновано по основным разделам биологии: ботанике, зоологии, физиологии человека и животных, эмбриологии, цитологии и биохимии, экологии, генетике. Вопросы для каждого из участников подбираются индивидуально – случайным образом из общей базы данных. Поскольку база данных достаточно обширна, опубликовать все варианты правильных ответов мы не можем. Поэтому будут приведены ответы на некоторые случайно выбранные вопросы.

### Ботаника

#### Пример вопроса на жизненные формы.

Есть две наиболее признанных системы жизненных форм растений. Одну из них разработал датский учёный Христен Раункьер (1860 - 1938), а другую - отечественный учёный Иван Григорьевич Серебряков (1914 - 1956). Разыщите в справочной литературе признаки, на основании которых были выделены жизненные формы в рамках той или иной системы. По фотографии определите, какая жизненная форма у представленного на ней растения. Постарайтесь определить название растения. К какому таксону оно относится?



Жизненная форма по И.Г. Серебрякову	<input type="text" value="кустарничек (древесные)"/>
Жизненная форма по Х. Раункьеру	<input type="text" value="хамефит"/>
Семейство	<input type="text" value="Вересковые (Ericaceae)"/>

Правильное указание жизненной формы по двум классификациям и семейства оценивается 3 баллами. В задании представлено два вопроса этого типа.

#### Тестовое задание – по 1 баллу за каждый вопрос.

Вам дано следующее описание. «Среди тканей околоплодника выделяют три слоя: тонкий наружный экзокарп, сочный средний мезокарп и прочный внутренний эндокарп.» Плод какого растения ему соответствует:

Выберите один ответ:

- а. плод малины
- б. плод яблони
- в. плод боярышника
- г. плод шиповника

Выберите растение с мутовчатыми листорасположением:

Выберите один ответ:

- а. лиственница европейская
- б. туя западная
- в. сосна сибирская
- г. можжевельник обыкновенный



Край листа растения, изображенного на фото, называется:

Выберите один ответ:

- a. выемчатым
- b. городчатым
- c. цельнокрайним
- d. зубчатым
- e. пильчатым



К какой группе относится представленный на фотографии растительный объект?

Выберите один ответ:

- a. Зеленые водоросли (Chlorophyceae)
- b. Папоротникообразные (Pteridiophyta)
- c. Покрытосеменные (Magnoliophyta)
- d. Мохообразные (Bryophyta)

### Работа с ключом

При решении задания необходимо показать навык пользования справочными материалами в форме ключа. Для начала нужно выбрать одну из фотографий, которые появятся в конце. Все фотографии подобраны случайным образом, ваше задание индивидуально. За каждый правильно определенный образец вы получаете по 4 балла, суммарный балл за это задание не превышает 12 баллов.

### Предварительное пояснение

Само задание дано в виде серии высказываний, из которых нужно выбирать правильные и переходить к следующим далее высказываниям. Например, в начале под цифрой 1 даны два утверждения:

- 1. Цветок зигоморфный...2
- + Цветок актиноморфный ... 10

Цифрой 1 обозначена ступень. Выделенное синим цветом высказывание называется **тезой**, а выделенное розовым – **антитезой**. В нашем ключе все антитезы обозначены символом +.

Рассматривая фотографию и/или опираясь на сведения из справочной литературы, необходимо выбрать, какое из высказываний больше подходит: теза или антитеза?

Если через цветок можно провести единственную плоскость симметрии, т.е. он зигоморфный (верна **теза**), то нужно по ссылке переходить к ступени **2**. Если через цветок можно провести несколько плоскостей симметрии, т.е. он актиноморфный (верна **антитеза**), нужно переходить на ступень **10**. И в том, и в другом случае под соответствующей цифрой вы найдете тезу и антитезу, нужно будет снова ответить на вопросы и выбирать. В конце вы получите некоторую **Букву шифра N**. Эту букву нужно впечатать в поле ответа рядом с фотографией.

По ходу определения вам могут встретиться незнакомые термины (например, простой / двойной околоцветник, полунижняя завязь, мономерный гинецей, подчашие, ценобии, эремы и др.). Чтобы правильно выполнить задание, вы должны самостоятельно выяснить значение этих терминов из любых доступных вам источников информации.

### Задание

Перед вами – 3 фотографии растений (см. после текста ключа). Фотографии подобраны случайным образом из базы данных, ваше задание индивидуально.

При необходимости рассмотреть детали, вы можете увеличить изображение. Большинство из изображённых растений широко известно, поэтому вы можете также использовать справочные данные об объекте.

Пользуясь определительным ключом, найдите для каждого растения соответствующую букву шифра.

В однобуквенном свободном поле запишите найденный шифр. Каждой фотографии соответствует только одна буква шифра!

Допустим, что из базы данных вы получили следующую фотографию.



Это - белена чёрная. Для выполнения задания название растения знать не обязательно. Ей соответствует **буква шифра Ю**.

Жирным шрифтом в ключе указаны тезы и антитезы, соответствующие признакам представленного растения.

## Определительный ключ

1. Листорасположение супротивное или мутовчатое .....2

**+ Листорасположение очередное .... 9.**

2. Цветки актиноморфные. Плод невскрывающийся или вскрывающийся, но при этом не распадается на односеменные орешковидные части .....3

**+ Цветки зигоморфные. Плод дробный (ценобий), распадающийся на 4 орешковидные части (эрема) .....7**

3. Завязь нижняя ....4

**+ Завязь верхняя или полунижняя .....6**

4. Тычинки многочисленные, в неопределённом числе. Венчик из свободных или сросшихся лишь в основании лепестков .....**Буква шифра А.**

**+ Тычинок пять. Венчик из лепестков, сросшихся в более-менее длинную трубку .....5**

5. Соцветие шаровидное, из многочисленных цветков, на длинной цветоножке. Листья с хорошо развитыми прилистниками .....**Буква шифра Б.**

**+ Цветки на коротких цветоножках, в малоцветковых группах в пазухах листьев. Листья без выраженных прилистников .... **Буква шифра В.****

6(3). Листья непарноперистые, по краям пильчатые. Плод – ягода. ....**Буква шифра Г.**

**+ Листья цельные, цельнокрайние. Плод – сухая коробочка .....**Буква шифра Д.****

7(2). Тычинок 4. Жизненная форма – кустарничек. Побеги часто стелющиеся .....**Буква шифра Е.**

**+ Тычинок две. Жизненная форма – кустарник или полукустарник. Побеги более-менее прямостоячие .....8**

8. Листья линейно-шиловидные, край листа подвёрнут на нижнюю сторону ..... **Буква шифра Ж.**

**+ Листья эллиптические или ланцетно-овальные, морщинистые, по краю городчатые, не подвёрнутые на нижнюю сторону ..... **Буква шифра З.****

9(1). Все цветки или хотя бы часть цветков на растении зигоморфные .....10

**+ Все цветки актиноморфные или накрест-симметричные (с двумя и более осями симметрии) .....17**

10. Завязь верхняя .....11

**+ Завязь нижняя .....13**

11. Листья с прилистниками. Число тычинок кратно числу лепестков (столько же, или в два раза больше). Гинецей мономерный (из одного плодолистика). Соцветия в пазухах зелёных листьев .....12.

**+ Листья без прилистников. Тычинок более 12 (они в неопределённом числе). Гинецей апокарпный, из нескольких плодолистиков. Цветки в верхушечных соцветиях .....**Буква шифра И.****

12. Листья парноперистые. Тычинки не сросшиеся своими нитями в трубку .....**Буква шифра К.**

**+ Листья непарноперистые или тройчатые. Тычинки хотя бы частично срослись своими основаниями в трубку .....**Буква шифра Л.****

13(10). На растении часть цветков зигоморфные, женские. Остальные цветки актиноморфные, обоеполые. Тычинок в обоеполых цветках 5 .....14

**+ На растении все цветки зигоморфные, обоеполые. Тычинок может быть либо 5, либо 1 .....15**

14. На растении два типа листьев, резко различающихся по строению. На цветоносных побегах листья чешуевидные, без листовых пластинок. На вегетативных побегах листья черешковые, с редкими зубцами по краю, сверху почти голые, снизу с густым войлочным опушением.

Многолетник .....**Буква шифра М.**

**+ На растении все листья более-менее похожи по строению, глубоко рассечённые на линейные доли. Опушение с верхней и нижней стороны различается незначительно. Однолетник ..... **Буква шифра Н.****

15(13). Подземная часть – утолщенный стержневой главный корень с короткими вссывающими боковыми. Тычинок 5. Листья струговидно-рассечённые, с сетчатым жилкованием ..... **Буква шифра О.**

Подземная часть состоит из короткого корневища, к которому прикреплены придаточные корни: тонкие вссывающие и утолщенные запасующие (корнеклубни). Тычинка одна. Листья

- цельнокрайние, с дуговым или параллельным жилкованием .....16
16. Запасающие корнеклубни овальные. Листья на верхушке заострённые. Цветок с коротким шпорцем, не превышающим по длине завязь ..... **Буква шифра П.**
- + Запасающие корнеклубни веретеновидные. Листья на верхушке притуплённые. Цветок с длинным шпорцем, превышающим по длине завязь ..... **Буква шифра Р.**
- 17(9). Околоцветник простой, состоящий из лепестковидных листочков .....18
- Околоцветник двойной .....19**
18. Листочки околоцветника срослись в более-менее длинную трубку. Завязь нижняя ..... **Буква шифра С.**
- + Листочки околоцветника свободные. Завязь верхняя ..... **Буква шифра Т.**
- 19(17). Число лепестков и чашелистиков кратно 2 .....20
- + Число лепестков и чашелистиков кратно 5 .....22
20. Тычинки многочисленные, в неопределённом числе. Чашелистиков 2, при цветении часто опадают ..... **Буква шифра У.**
- + Тычинок 6, две короткие и 4 длинные. Чашелистиков 4, остаются в момент цветения .....21
21. Плод – стручок. Листья более-менее одинаковые по строению ..... **Буква шифра Ф.**
- + Плод – стручочек. Листья в основании побега черешковые, в верхней части – сидячие ..... **Буква шифра Х.**
- 22(19). Тычинки срастаются тычиночными нитями в более-менее длинную трубку. Чашечка с подчашием. Плод дробный: при созревании распадается на односемянные части ..... **Буква шифра Ц.**
- + Тычинки свободные, а если срастаются – то только пыльниками, не образуя протяжённой трубки. Подчашия нет. Плод при созревании не вскрывающийся или вскрывающийся, но при этом не распадается на односемянные части .....23
23. Основание листа сердцевидное ..... **Буква шифра Ч.**
- + Основание листа клиновидное .....24
24. Плоды с сочным околоплодником, при созревании не вскрывающиеся .....25
- + Плоды с сухим околоплодником, при созревании вскрываются .....26
25. Плод – ягода ..... **Буква шифра Ш.**
- + Плод – не вскрывающаяся коробочка с сочными стенками ..... **Буква шифра Э.**
- 26(24). Чашечка при плодоношении скрывает коробочку. Коробочка вскрывается одним кольцевым поперечным швом ..... Буква шифра Ю.**
- + Чашечка при плодоношении короче плода (видна верхняя часть коробочки). Коробочка вскрывается двумя продольными швами ..... **Буква шифра Я.**

## Зоология

Тестовое задание – по 1 баллу за каждый вопрос.

У акулы (относится к хрящевым рыбам) отсутствует:

Выберите один ответ:

- a. артериальный конус
- b. спиральный клапан
- c. хорда
- d. плавательный пузырь

В организме человека НЕТ следующей структуры

Выберите один ответ:

- a. аппарат Гольджи
- b. зона Вернике
- c. пояски Каспари
- d. островки Лангерганса



Животное, изображенное на фотографии относится к:

Выберите один ответ:

- a. Перепончатокрылым
- b. Двукрылым
- c. Прямокрылым
- d. Сетчатокрылым



Это животное чаще всего выступает переносчиком следующего инфекционного заболевания:

Выберите один ответ:

- a. Сыпной тиф
- b. Столбняк
- c. Сонная болезнь
- d. Дизентерия

### Работа с ключом

Это задание очень похоже на задание по ботанике. Оно индивидуально. Из общей базы данных для вас случайно подобраны 3 фотографии насекомых. Ответ представляет собой одну из букв, набранную в русской раскладке клавиатуры. За каждый правильно определенный образец вы получаете по 4 балла, суммарный балл за это задание не превышает 12 баллов.

Допустим, что из базы данных вы получили следующую фотографию.



Это опоссум, которому соответствует **буква шифра У**. Ниже жирным шрифтом выделены тезы и антитезы ключа, по которым можно прийти к правильному ответу.

### Определительный ключ

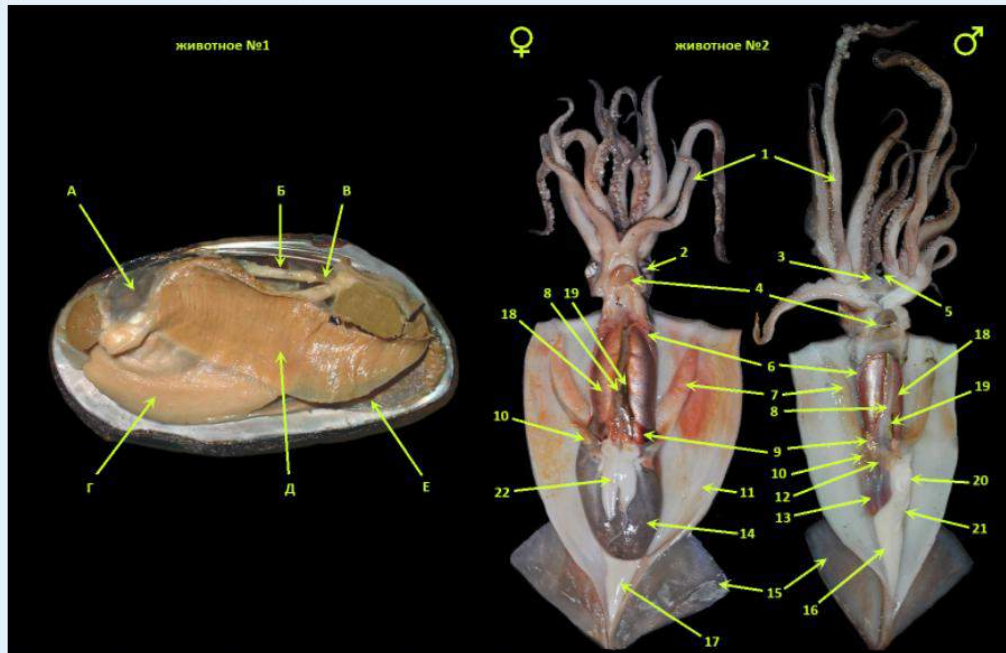
1. Во взрослом состоянии хорда редуцирована полностью .....2.
- + Во взрослом состоянии хорда сохраняется .....3.**
2. Во взрослом состоянии ведут сидячий образ жизни .....**буква шифра М**
- + Во взрослом состоянии передвигаются свободно путём реактивного движения .....**буква шифра А****
- 3(1). Во взрослом состоянии питаются путём фильтрации .....4.
- + Во взрослом состоянии плотоядные, растительноядные или паразиты. Личинки (если они есть в жизненном цикле) могут быть фильтраторами .....5.**
4. Фильтрацию осуществляют, загоняя воду в глотку путём биения ресничек предротовой воронки .....**буква шифра Б**
- + Фильтрацию осуществляют с помощью особого слизевого домика, создавая движение воды в нём путём биений хвоста .....**буква шифра П****
- 5(3). Во взрослом состоянии ведут паразитический образ жизни, питаются тканями других водных позвоночных, а также падалью. Челюстной аппарат отсутствует .....6.
- + Во взрослом состоянии не являются паразитами. Челюсти хорошо развиты .....7.**
6. Питаются с помощью движений присасывательной предротовой воронки с роговыми зубцами. Личинка питается путём фильтрации .....**буква шифра В**
- + Присасывательной предротовой воронки нет. Питаются с помощью движений мощного языка, снабжённого рядом крючьевидных роговых зубцов. Личиночная стадия в онтогенезе отсутствует .....**буква шифра Т****
- 7(5). Являются амниотами .....8.
- + Являются амниотами .....13.**
8. Во взрослом состоянии присутствуют наружные жабры ..... **буква шифра К**
- + Во взрослом состоянии наружных жабр нет .....9.**
9. На личиночной стадии развития хорошо заметен резкий переход между туловищем и хвостом .....**буква шифра Ж**
- + И у личинок, и у взрослых особей туловище плавно переходит в хвост .....10.**
10. Грудные плавники редуцированы. Тело змеевидное ..... **буква шифра О**
- + Грудные плавники хорошо развиты .....11.**
11. Тип крепления челюстей к черепу - аутостилия .....**буква шифра Р.**
- + Тип крепления челюстей к черепу – амфистилия или гиостилия .....12.**
12. Грудные плавники используются для передвижения по дну. Рот верхний ..... **буква шифра И**
- + Грудные плавники используются для передвижения по прибрежному грунту. Рот нижний ..... **буква шифра З****
- 13(7). В желудочке сердца имеется неполная перегородка .....14.
- + В сердце имеется левый и правый желудочки .....16.**
14. Тело змеевидное, покрыто чешуёй. Конечности отсутствуют .....15.
- + Тело не змеевидное, покрыто панцирем. Конечности имеются .....**буква шифра Л****
15. Имеются подвижные веки и наружное слуховое отверстие ..... **буква шифра Г**
- + Подвижных век и наружного слухового отверстия нет. У некоторых представителей на голове имеются терморцепторы ..... **буква шифра Х****
- 16(13). На задних конечностях присутствуют только два пальца .....**буква шифра Е**
- + На задних конечностях пальцев больше двух .....17.**
17. Во взрослом состоянии зубы отсутствуют .....18.
- + Во взрослом состоянии зубы хорошо развиты .....19.**
18. Некоторое время вынашивают детёныша в сумке .....**буква шифра С**
- + Сумки нет. Могут носить детёныша на спине .....**буква шифра Н****
- 19. Хищники. Зубы хорошо дифференцированы. Вынашивают детёнышей в сумке .....**буква шифра У****
- + Хищники. Зубы слабо дифференцированы. Сумки нет .....20.**
20. На кистях и ступнях, а также на нижней стороне хвоста имеется оторочка из щетинистых волосков ..... **буква шифра Д**
- + На кистях, ступнях и хвосте оторочки из щетинистых волосков нет ..... **буква шифра Ф****

## Зоология беспозвоночных

Максимальный балл за задание – 7 баллов.

Рассмотрите фотографии животного №1 (слева, изображён вскрытый экземпляр) и животного №2 (справа, изображены два вскрытых экземпляра, самка и самец).

При необходимости рассмотреть детали, кликните на изображение или скачайте графический файл на ваш компьютер.



Найдите у животного №1 органы, гомологичные отмеченным органам животного №2.

Обратите внимание, что у животного №1 отмечено меньше органов, чем у животного №2. Это означает, что не для всех органов удастся указать гомологию. В случае, если невозможно указать гомологичный орган, в поле ответа выберите "нет соответствующих гомологичных органов".

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.



## Физиология человека и животных

Тестовое задание – по 1 баллу за каждый вопрос.

Испытуемый человек с нормальным зрением сидит в тёмной комнате, неотрывно наблюдая за экраном. На экран на несколько секунд выводят ослепляюще-яркое изображение: красный квадрат на жёлтом фоне. Затем экран становится равномерно серым (без изображения), светимость падает. Какая из иллюзий возникает у испытуемого:

Выберите один ответ:

- a. зелёный квадрат на голубом фоне
- b. голубой квадрат на зелёном фоне
- c. зелёный квадрат на красном фоне
- d. жёлтый квадрат на красном фоне

Слуховые рецепторы у кошек находятся в

Выберите один ответ:

- a. барабанной перепонке
- b. слуховом проходе
- c. улитке
- d. полукружных каналах

Эксперимент (всего 8 баллов за все задание)

«Куриная холера» - опасное заболевание, которое вызывает бактерия *Pasteurella multocida*. Она наносила большой урон птицеводству. В конце XIX в. один известный ученый со своими сотрудниками проводил опыты по изучению этого заболевания. Одновременно удалось разработать методы предупреждения «куриной холеры». Он брал кровь больных кур и вносил ее в куриный бульон. Потом после выдерживания такой холерной культуры в термостате он вводил ее здоровым курам и проверял не заболеют ли. Чаще всего куры погибали. Но в одном из вариантов опыта птицы приобрели устойчивость к заболеванию. В этом варианте условия содержания культуры бактерий отличались тем, что их подвергали:

Выберите один ответ:

- a. Нагреву до 110-115 градусов
- b. Длительной инкубации без переноса на свежую питательную среду
- c. Длительной инкубации с регулярным переносом культуры в следующие порции бульона
- d. Нагреву до 60-70-80 градусов

Снижение способности к заражению птиц у культуры возбудителя «куриной холеры» по данной методике назвали:

Выберите один ответ:

- a. стерилизацией
- b. аттенуацией
- c. вариацией
- d. вирулентностью

Учёным, который впервые поставил описанный эксперимент с возбудителем "куриной холеры" был:

Выберите один ответ:

- a. Александр Флемминг
- b. Роберт Кох
- c. Пауль Эрлих
- d. Луи Пастер
- e. Илья Ильич Мечников

Бактерия *Pasteurella multocida* может вызывать также атрофический ринит у свиней, воспаление лёгких у коров и другие заболевания домашних и диких животных.

Выберите один ответ:

- a. неверное высказывание
- b. в принципе верное высказывание, но не следует из поставленных экспериментов
- c. верное высказывание, следует из поставленных опытов

При длительном и регулярном пересеве культуры *Pasteurella multocida* вирулентные свойства снижаются. Этим способом можно получить вакцину от "куриной холеры".

Выберите один ответ:

- a. неверное высказывание
- b. в принципе верное высказывание, но не следует из поставленных экспериментов
- c. верное высказывание, следует из поставленных экспериментов

Поскольку *Pasteurella multocida* чувствительна к пенициллину, для лечения "куриной холеры" заболевшим птицам можно вводить этот антибиотик.

Выберите один ответ:

- a. верное высказывание, следует из поставленных экспериментов
- b. в принципе верное высказывание, но не следует из поставленных экспериментов
- c. неверное высказывание

У здоровых собак и кошек *Pasteurella multocida* может обитать на слизистых оболочках дыхательных путей, не вызывая заболевания.

Выберите один ответ:

- a. в принципе верное высказывание, но не следует из поставленных экспериментов
- b. верное высказывание, следует из поставленных экспериментов
- c. неверное высказывание

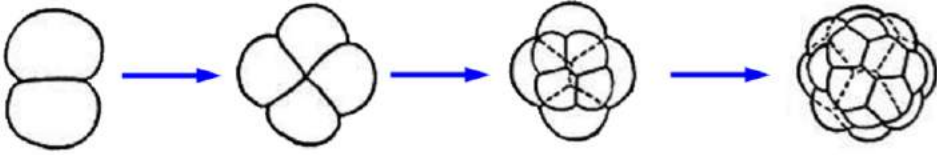
*Pasteurella multocida* - грам-положительная неподвижная спирилла, которая образует споры при неблагоприятных условиях (высыхание, охлаждение и др.).

Выберите один ответ:

- a. неверное высказывание
- b. в принципе верное высказывание, но не следует из поставленных экспериментов
- c. верное высказывание, следует из поставленных экспериментов

## Эмбриология

Тестовое задание – 1 балл.



Какой тип дробления зиготы показан на рисунке?

Выберите один ответ:

- а. Спиральное
- б. Дискоидальное
- в. Поверхностное
- г. Радиальное

## Экология

Тестовое задание – 1 балл.

Конкурентные отношения характерны для пары видов:

Выберите один ответ:


- а. заяц и сова
- б. сова и воробей
- в. лиса и сова
- г. лиса и воробей

Задание – 9 баллов.

В популяционной экологии понятие «К- стратегии» и «г – стратегии» было предложено Мак-Артуром и Уилсоном в 1967 году. Выберите из представленных характеристик те, которые относятся к К- стратегии, и те, которые относятся к г – стратегии.

Обитают в теплом (безморозном) климате.	не зависит от стратегии ▼
Питаются преимущественно растительной пищей.	не зависит от стратегии ▼
Внутри и межвидовая конкуренция обычно слабая.	г – стратеги ▼
Питаются преимущественно животной пищей.	не зависит от стратегии ▼
Продолжительность жизни короткая.	г – стратеги ▼

Кривая выживания 1 или 2 типа



К- стратеги ▼

Смертность в популяции зависит от плотности особей. К- стратеги ▼

- В течение зимы находятся в спячке. не зависит от стратегии ▼
- Внутри и межвидовая конкуренция обычно острая. К- стратеги ▼
- Характеризуются обычно небольшими размерами. r – стратеги ▼
- Продолжительность жизни обычно долгая. К- стратеги ▼
- Характеризуются поздним размножением и небольшим числом потомков. К- стратеги ▼
- Размер популяции довольно постоянный. К- стратеги ▼
- Обитают в условиях постоянного, или предсказуемого климата. К- стратеги ▼
- Характеризуются обычно крупными размерами. К- стратеги ▼
- Размер популяции изменчивый во времени. r – стратеги ▼
- Характеризуются единственным актом размножением и многочисленным потомством. r – стратеги ▼
- Размножаются несколько раз в течении жизни К- стратеги ▼
- Характерен густой меховой покров. не зависит от стратегии ▼
- Характеризуются медленным развитием. К- стратеги ▼
- Характеризуются быстрым развитием. r – стратеги ▼
- Хорошо различают оттенки красного цвета. не зависит от стратегии ▼

/question/preview.php?id=5598&previewid=5117&courseid=2&variant=1&correctness=0&marks=1&markdp=2&feedback=1&generalfeedback=1&nghtanswe

- Характеризуются высокой скоростью роста популяции r – стратеги ▼
- Отличаются высокой конкурентноспособностью. К- стратеги ▼
- Обитают в условиях изменчивого, или непредсказуемого климата. r – стратеги ▼

Кривая выживания 3 типа



r – стратеги ▼

- Смертность в популяции обычно катастрофическая, независимая от плотности. r – стратеги ▼

Тестовое задание – 1 балл.

Какая жизненная стратегия у данного животного?



Выберите один ответ:

- a. К-стратегия
- b. промежуточный вариант
- c. нет стратегии
- d. r-стратегия



Выберите один ответ:

- a. промежуточный вариант
- b. r-стратегия
- c. К-стратегия
- d. нет стратегии

## Цитология и биохимия

Тестовое задание – по 1 баллу за каждый вопрос.

Гидрофобными веществами являются:

Выберите один ответ:

- a. витамин А
- b. витамин В1
- c. витамин С
- d. витамин В2

Среди перечисленных белков к пищеварительным ферментам можно отнести:

Выберите один ответ:

- a. амилазу
- b. миозин
- c. овальбумин
- d. карбоксилазу

В лейкопластах НЕ может происходить:

Выберите один ответ:

- а. синтез гликогена
- б. синтез АТФ
- в. синтез белка
- г. синтез крахмала

В норме ДНК в клетке можно обнаружить в:

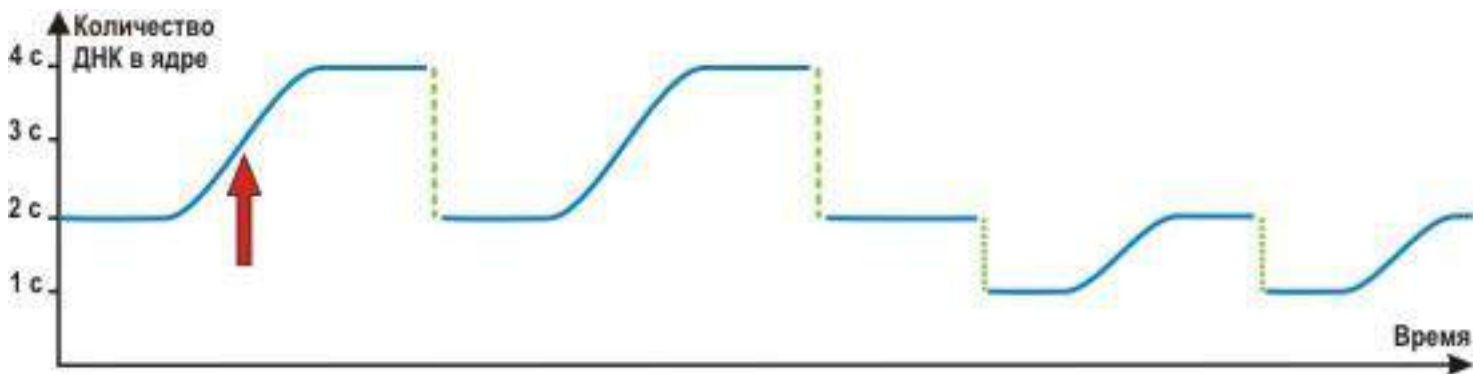
- 1) цитоплазме;
- 2) ядре;
- 3) лизосомах;
- 4) митохондриях;
- 5) хромосомах;
- 6) вакуолях.

Выберите один ответ:

- а. 2; 3; 4; 6
- б. 1, 2, 6
- в. 2, 3
- г. 2, 4, 5

## Генетика

Тестовое задание – по 1 баллу за каждый вопрос.



Перед вами – график изменения количества ДНК в ядре клетки с течением времени. На что указывает красная стрелка на графике?

- а) фазу роста G1 (интерфаза)
- б) синтетическую фазу S (интерфаза)**
- в) фазу роста G2 (интерфаза)
- г) митоз
- д) гамету, в которой не происходит синтез ДНК

Поскольку стрелка указывает на участок графика, где увеличивается количество ДНК в ядре с уровня 2c до уровня 4c, очевидно, что происходит синтез ДНК. Это соответствует синтетической фазе (она входит в интерфазу).

Мягкая пшеница является аллогексаплоидом. Допустим, что в каждом наборе хромосом у неё есть генетический локус, определяющий красную окраску покровов зерновки. Взаимоотношение между аллелями – кодоминирование. Сколько градаций красной окраски теоретически возможно в этой модели наследования признака?

Выберите один ответ:

- а. **семь**: белая – розовая – светло-красная – красная – темно-красная – бордовая – черно-красная
- б. **пять**: белая – розовая – светло-красная – красная – темно-красная
- в. **шесть**: белая – розовая – светло-красная – красная – темно-красная – бордовая
- г. **три**: белая – розовая – красная

## Задача

Всего 26 баллов

Бананы – важные пищевые растения, которые возделывают в тропических странах. Дикими предками культурных бананов были *банан заострённый* (*Musa acuminata*) и *банан Бальбиса* (*Musa balbisiana*). Как и положено диким растениям, они способны образовать полноценные семена, заключённые в вытянутых плодах-ягодах. При одомашнивании человеком были отобраны бананы, обладающие комплексом признаков (так называемый «синдром доместикиции»): компактным корневищем, ранними сроками созревания, отсутствием периода покоя, способностью к партенокарпии. Последний признак очень важен. Партенокарпия – это способность развивать плоды без опыления / оплодотворения. Благодаря этому признаку мы можем есть бананы, не рискуя подавиться семенами. Часто пишут, что семена в бананах не образуются потому, что культурные бананы имеют три набора хромосом (т.е. получились в результате скрещивания диплоидных и тетраплоидных растений). Это, конечно, отчасти верно. Однако есть диплоидные и тетраплоидные сорта бананов «без косточек». Кроме того, если бы не было партенокарпии, бессемянные плоды не смогли бы развиваться – они бы просто опали с растения. Поэтому все триплоидные сорта бананов обязательно партенокарпны. Выяснилось, что способность к партенокарпии у бананов – это доминантный признак.

В селекции до сих пор используют дикие виды бананов. Так, у банана заострённого в околоплоднике часто синтезируются антоцианы (пигменты красного цвета). Этот вид можно использовать для создания сортов с ярко окрашенными плодами. (Полный хромосомный набор, полученный от *Musa acuminata* в специальной литературе часто обозначают буквой *A*.)



Банан Бальбиса в полном созревании менее сладкий из-за того, что в плодах сохраняется крахмал, и накапливается меньше растворимых углеводов. Он – хороший родитель для сортов «овощных бананов» (plantain), которые перед употреблением принято жарить, тушить или отваривать. В тропиках такие бананы часто используют аналогично картофелю. (Полный хромосомный набор, полученный от *Musa balbisiana* обозначают соответственно буквой *B* – см. [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_banana\\_cultivars](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_banana_cultivars)).



**А. Внимательно рассмотрите рисунок с плодоносящей связкой дикорастущего банана, на котором стрелками отмечены недоразвитые плоды. Придумайте и кратко поясните несколько причин, по которым это могло произойти.**



**Ответ:**

1. Одна из наиболее вероятных причин – не все завязи были опылены. Дикие бананы не обладают партенокарпией, поэтому без опыления плоды не развиваются.
2. Возможно, что отмеченные плоды были повреждены вредителями или болезнетворными организмами.
3. Еще одна причина – плоды были механически повреждены на ранних этапах развития.

**Б. Для получения нового сорта красных бессемянных овощных бананов вы решили скрестить культурный десертный банан из группы AAAA с красными плодами и дикий банан Бальбиса с розовыми плодами. Какое растение вы выберете в качестве отцовского, а какое- в качестве материнского?**

**Ответ:** отцовский родитель – десертный сорт;  
Материнский родитель – банан Бальбиса.

**Приведите обоснование вашего решения:**

Поскольку десертный сорт уже одомашнен, он обладает «синдромом доместикиции», т.е. у него не должно быть семян, он должен быть способным к партенокарпии. Поэтому от него можно взять только пыльцу. Отцовский родитель – десертный сорт. Банан Бальбиса в норме образует семена, следовательно, он может выступать и как женский, и как мужской родитель. В предложенном варианте он может быть только женским родителем.

**В. В первом поколении гибридов у вас получились преобладали растения с красными и розовыми плодами, но в меньшем числе были также бананы с жёлтыми плодами (без красного пигмента) и с плодами красно-коричневой окраски (более темного оттенка, чем у красных плодов). Других вариантов окраски не обнаружилось.**

Обозначим функциональный аллель гена, обеспечивающего синтез антоцианов как *R*, а нефункциональный – как *r*. Предложите генотипы для обоих родителей и каждого фенотипа потомков первого поколения.

**Внимание! Ответом является единственное сочетание букв. В поле ответа впечатайте все символы без пробелов. Сначала приведите аллели *R*, а затем – *r*. Других символов в ответе не должно быть. При неправильном оформлении ответ будет засчитан как неверный.**



**Ответ:**Отцовский родитель – ***RRrr***Материнский родитель – ***Rr***

Потомки:

С жёлтыми плодами – ***rrr***С розовыми плодами – ***Rrr***С красными плодами – ***RRr***С красно-коричневыми плодами – ***RRR*****Приведите обоснование вашего решения:**

Судя по приведённым фенотипам, взаимоотношение между аллелями – неполное доминирование. Чем больше аллелей ***R*** присутствует в генотипе, тем более интенсивной должна быть красная окраска. Жёлтая окраска принадлежит растениям, в генотипе которых есть только нефункциональный аллель ***r***. Поскольку для скрещивания были выбраны растения из группы ***AAAA***, т.е. тетраплоиды банана заострённого, то его генотип должен содержать 4 аллеля, два из которых должны оказаться ***R*** – они обеспечат красную окраску плодов. Остальные два аллеля нефункциональны (***r***). Таким образом, генотип отцовского родителя – ***RRrr***.

Женский родитель с розовыми плодами. Для такого проявления окраски необходим только один функциональный аллель ***R***. Банан Бальбиса – диплоид из группы ***BB***, значит, в его генотипе только два аллеля – ***Rr***.

Все потомки – триплоиды, которые попадут в группу ***AAB***. Их генотип нужно всегда записывать тремя символами. Наиболее интенсивная (красно-коричневая) окраска должна быть у растений с генотипом ***RRR***, красная по-прежнему обеспечивается двумя работающими аллелями – ***RRr***, а розовая – одним аллелем – ***Rrr***. Жёлтая окраска (отсутствие красного пигмента) возникает в том случае, когда все аллели нефункциональны – ***rrr***.

**Г. Предположим, что в процессе мейоза гомологичные хромосомы распределяются случайным образом. Рассчитайте, с какой частотой (в%) получатся пыльцевые зёрна определённых генотипов у отцовского родителя.**

**Все поля ответа должны быть заполнены! Ответ дайте в процентах, округлив его до целых. Если пыльцевые зёрна с данным генотипом не образуются, поставьте цифру 0 (ноль).**

R – 0%

r – 0%

RR – 17%

Rr – 67%

rr – 17%

RRR – 0%

RRr – 0%

Rrr – 0%

rrr – 0%

RRRR – 0%

RRRr – 0%

RRrr – 0%

Rrrr – 0%

rrrr – 0%

**Приведите обоснование вашего решения:**

Для определения доли пыльцевых зёрен необходимо учесть, что отцовский организм тетраплоидный, а это значит, что пыльцевые зёрна будут диплоидными. При образовании микроспор (из которых разовьются пыльцевые зёрна) при первом делении мейоза (редукционном) каждая клетка должна получить по две (!) гомологичные хромосомы из генома А. Пронумеруем их как А1, А2, А3 и А4, чтобы учесть все случаи, возможные при мейозе.

Допустим, что к одному из полюсов при редукционном делении отошла хромосома A1 (это событие со 100% вероятностью – хотя бы к какому-то из двух полюсов она должна будет отойти). Тогда для ещё одной гомологичной хромосомы остаются три равновероятные возможности: A2, A3 или A4.

Отошли к одному из полюсов	Отошли к противоположному полюсу
A1 A2	A3 A4
A1 A3	A2 A4
A1 A4	A2 A3

Пусть на хромосоме A1 расположен аллель R, на хромосоме A2 – еще один аллель R, а на хромосомах A3 и A4 – по аллелю r. Тогда:

Отошли к одному из полюсов	Отошли к противоположному полюсу
RR	rr
Rr	Rr
Rr	Rr

Таким образом, возможно 6 равноценных вариантов: 1 RR, 1 rr и 4 Rr.

Соотношение пыльцевых зёрен по генотипам:

1/6 RR (или 16,6666...%≈17%),

1/6 rr (или 16,6666...%≈17%) и

4/6=2/3 Rr (или 66,6666...%≈67%)

(Ошибка в 1% возникает из-за округления.)

**Д. Предположим, что в процессе мейоза гомологичные хромосомы распределяются случайным образом. Рассчитайте, с какой частотой (в%) получатся яйцеклетки определённых генотипов у женского родителя.**

**Все поля ответа должны быть заполнены! Ответ дайте в процентах, округлив его до целых. Если яйцеклетки с данным генотипом не образуются, поставьте цифру 0 (ноль).**

R – 50%

r – 50%

RR – 0%

Rr – 0%

rr – 0%

RRR – 0%

RRr – 0%

Rrr – 0%

rrr – 0%

RRRR – 0%

RRRr – 0%

RRrr – 0%

Rrrr – 0%

rrrr – 0%

**Приведите обоснование вашего решения:**

В данном случае женский родитель – диплоидный. Причём, судя по фенотипу, гетерозиготный (**Rr**). Это – классический случай, при котором частота возникновения мегаспор (и в дальнейшем – яйцеклеток) с генотипом **R** и генотипом **r** одинакова, т.е. равна 50%.

**Е. Рассчитайте, в каком соотношении (в%) по генотипам получатся потомки в приведенном выше скрещивании.**

**Все поля ответа должны быть заполнены! Ответ дайте в процентах, округлив его до целых. Если потомки с данным генотипом не образуются, поставьте цифру 0 (ноль).**

RR – 0%  
Rr – 0%  
rr – 0%  
RRR – 8%  
RRr – 42%  
Rrr – 42%  
rrr – 8%  
RRRR – 0%  
RRRr – 0%  
RRrr – 0%  
Rrrr – 0%  
rrrr – 0%

**Приведите обоснование вашего решения:**

Поскольку мы только что получили соотношение для гамет обоих родителей, мы можем построить решётку Пеннета.

	1/6 R R	2/3 Rr	1/6 rr
1/2 R	1/12 RRR Красно-коричневые	2/6 RRr Красные	1/12 Rrr Розовые
1/2 r	1/12 RRr Красные	2/6 RRr Розовые	1/12 Rrr Жёлтые

Суммируя, получим:

1/12 RRR Красно-коричневые (или 8,3333...%≈8%),  
2/6 + 1/12 = 5/12 RRr Красные (или 41,6666...%≈42%),  
2/6 + 1/12 = 5/12 Rrr Розовые (или 41,6666...%≈42%),  
1/12 Rrr Жёлтые (или 8,3333...%≈8%),

**Ж.** Допустим, что способность к партенокарпии определяет доминантный аллель *F*. Соответственно, растения бананов, в геноме которых есть только аллель *f*, не способны к партенокарпии. Предложите генотипы для обоих родителей в рассматриваемом скрещивании такие, чтобы в первом поколении потомков половина растений была способных к партенокарпии.

**Внимание!** Ответом является единственное сочетание букв. В поле ответа впечатайте все символы **без пробелов**. Сначала приведите аллели *F*, а затем – *f*. Других символов в ответе не должно быть. При неправильном оформлении ответ будет засчитан как неверный.

**Ответ:**

Отцовский родитель – *Ffff*

Материнский родитель – *ff*

**Приведите обоснование вашего решения:**

Как мы отмечали выше (см. ответ Б), отцовский родитель – десертный сорт – должен быть способным к партенокарпии, а материнский банан Бальбиса не обладает этим свойством. Поскольку банан Бальбиса диплоидный, а способность к партенокарпии – доминантный признак, генотип

материнского родителя может быть только  $ff$  (гомозигота по рецессивному аллелю). От него каждый потомок получит только аллель  $f$ .

Чтобы ровно половина потомков оказалась способной к партенокарпии, половина пыльцевых зёрен отцовского родителя должна нести хотя бы один аллель  $F$ , а вторая половина – только аллели  $f$ . Т.е. оба аллеля должны быть в генотипе отцовского родителя.

Для тетраплоидного сорта есть следующие возможности комбинации аллелей:

1.  $FFFf$ .
2.  $FFff$ .
3.  $Ffff$ .

Рассмотрим каждый из этих вариантов.

1. При генотипе  $FFFf$  в процессе мейоза к полюсам должны отходить хромосомы с двумя аллелями. Допустим, что к полюсу отошла одна хромосома, содержащая аллель  $f$ . Тогда со второй хромосомой придет аллель  $F$ . Варианты генотипов пыльцевых зёрен:  $Ff$  и  $FF$ . В этом случае любой потомок получит доминантный аллель  $F$  и будет способен к партенокарпии. Неспособных к партенокарпии потомков не будет.

2. Для генотипа  $FFff$  можно провести рассуждение, аналогичное данному в ответе Г. Этот генотип должен дать расщепление по пыльцевым зёрнам в следующей пропорции  $1/6 FF$ ;  $2/3 Ff$  и  $1/6 ff$ . В этом случае среди потомков будет наблюдаться расщепление в соотношении  $5/6$  партенокарпических и  $1/6$  не способных к партенокарпии. Однако в условии требуется, чтобы расщепление было иным.

3. При генотипе  $Ffff$  в процессе мейоза к одному полюсу всегда будет отходить две хромосомы: одна с аллелем  $F$ , а вторая – с аллелем  $f$ . К противоположному полюсу будут отходить две хромосомы с аллелями  $f$ . Таким образом, среди пыльцевых зёрен будет расщепление по генотипам  $1/2 Ff$  к  $1/2 ff$ . Соответственно, генотипы потомков по гену  $F$  будут:  $1/2 Fff$  (способные к партенокарпии) и  $1/2 fff$  (не способные к партенокарпии).

Именно последний генотип удовлетворяет условию задачи.

## Ломоносов-2017/2018. Биология

### Подходы к решению задания I отборочного тура

Задание было скомпоновано по основным разделам биологии: ботанике, зоологии, физиологии человека и животных, эмбриологии, цитологии и биохимии, экологии, генетике. Вопросы для каждого из участников подбираются индивидуально – случайным образом из общей базы данных. Поскольку база данных достаточно обширна, опубликовать все варианты правильных ответов мы не можем. Поэтому будут приведены ответы на некоторые случайно выбранные вопросы.

#### Ботаника

##### Пример вопроса на жизненные формы.

Есть две наиболее признанные системы жизненных форм растений. Одну из них разработал датский учёный Христен Раункьер (1860 - 1938), а другую - отечественный учёный Иван Григорьевич Серебряков (1914 - 1956). Разыщите в справочной литературе признаки, на основании которых были выделены жизненные формы в рамках той или иной системы. По фотографии определите, какая жизненная форма у представленного на ней растения. Постарайтесь определить название растения. К какому таксону оно относится?



Семейство	Губоцветные (Labiatae)
Жизненная форма по Х. Раункьеру	хамефит
Жизненная форма по И.Г. Серебрякову	полукустарничек (полудревесные)

Правильное указание жизненной формы по двум классификациям и семейства оценивается 3 баллами. В задании представлено два вопроса этого типа.

Тестовое задание – по 1 баллу за каждый вопрос.

Первые сосудистые растения появились в

Выберите один ответ:

- a. палеозое
- b. протерозое
- c. мезозое
- d. архее

У гладиолуса образуется:

Выберите один ответ:

- a. соцветие-колос
- b. одиночные цветки, соцветия нет
- c. соцветие-метелка
- d. соцветие-кисть



К какой группе относится представленный на фотографии растительный объект?

Выберите один ответ:

- a. Печеночники (Marschantiophyta)
- b. Зеленые водоросли (Chlorophyceae)
- c. Папоротникообразные (Pteridiophyta)
- d. Покрытосеменные (Magnoliophyta)



Представленное на фотографии растение относится к семейству:

Выберите один ответ:

- a. Астровые (Сложноцветные)
- b. к какому-то другому семейству
- c. Колокольчиковые
- d. Сельдерейные (Зонтичные)

### Работа с ключом

При решении задания необходимо показать навык пользования справочными материалами в форме ключа. Для начала нужно выбрать одну из фотографий, которые появятся в конце. Все фотографии подобраны случайным образом, ваше задание

индивидуально. За каждый правильно определенный образец вы получаете по 4 балла, суммарный балл за это задание не превышает 12 баллов.

### Предварительное пояснение

Само задание дано в виде серии высказываний, из которых нужно выбирать правильные и переходить к следующим далее высказываниям. Например, в начале под цифрой 1 даны два утверждения:

- 1. Цветок зигоморфный...2
- + Цветок актиноморфный ... 10

Цифрой 1 обозначена ступень. Выделенное синим цветом высказывание называется **тезой**, а выделенное розовым – **антитезой**. В нашем ключе все антитезы обозначены символом +.

Рассматривая фотографию и/или опираясь на сведения из справочной литературы, необходимо выбрать, какое из высказываний больше подходит: теза или антитеза?

Если через цветок можно провести единственную плоскость симметрии, т.е. он зигоморфный (верна **теза**), то нужно по ссылке переходить к ступени 2. Если через цветок можно провести несколько плоскостей симметрии, т.е. он актиноморфный (верна **антитеза**), нужно переходить на ступень 10. И в том, и в другом случае под соответствующей цифрой вы найдете тезу и антитезу, нужно будет снова ответить на вопросы и выбирать. В конце вы получите некоторую **Букву шифра N**. Эту букву нужно впечатать в поле ответа рядом с фотографией.

По ходу определения вам могут встретиться незнакомые термины (например, простой / двойной околоцветник, полунижняя завязь, мономерный гинецей, подчашие, ценобии, эремы и др.). Чтобы правильно выполнить задание, вы должны самостоятельно выяснить значение этих терминов из любых доступных вам источников информации.

### Задание

Перед вами – 3 фотографии растений (см. после текста ключа). Фотографии подобраны случайным образом из базы данных, ваше задание индивидуально.

При необходимости рассмотреть детали, вы можете увеличить изображение. Большинство из изображённых растений широко известно, поэтому вы можете также использовать справочные данные об объекте.

Пользуясь определительным ключом, найдите для каждого растения соответствующую букву шифра.

В однобуквенном свободном поле запишите найденный шифр. Каждой фотографии соответствует только одна буква шифра!

Допустим, что из базы данных вы получили следующую фотографию.



Это – крокус (шафран) посевной. Для выполнения задания название растения знать не обязательно. Ему соответствует **буква шифра С**.

Жирным шрифтом в ключе указаны тезы и антитезы, соответствующие признакам представленного растения.

### Определительный ключ

1. Листорасположение супротивное или мутовчатое .....2
- + Листорасположение очередное .... 9.**
2. Цветки актиноморфные. Плод не вскрывающийся или вскрывающийся, но при этом не распадается на односеменные орешковидные части .....3
- + Цветки зигоморфные. Плод дробный (ценобий), распадающийся на 4 орешковидные части (эрема) .....7**
3. Завязь нижняя ....4
- + Завязь верхняя или полунижняя .....6**
4. Тычинки многочисленные, в неопределённом числе. Венчик из свободных или сросшихся лишь в основании лепестков .....**Буква шифра А.**
- + Тычинок пять. Венчик из лепестков, сросшихся в более-менее длинную трубку .....5**
5. Соцветие шаровидное, из многочисленных цветков, на длинной цветоножке. Листья с хорошо развитыми прилистниками .....**Буква шифра Б.**
- + Цветки на коротких цветоножках, в малоцветковых группах в пазухах листьев. Листья без выраженных прилистников .... Буква шифра В.**
- 6(3). Листья непарноперистые, по краям пильчатые. Плод – ягода. ....**Буква шифра Г.**
- + Листья цельные, цельнокрайние. Плод – сухая коробочка .....Буква шифра Д.**
- 7(2). Тычинок 4. Жизненная форма – кустарничек. Побеги часто стелющиеся .....**Буква шифра Е.**
- + Тычинок две. Жизненная форма – кустарник или полукустарник. Побеги более-менее прямостоячие .....8**
8. Листья линейно-шиловидные, край листа подвёрнут на нижнюю сторону ..... **Буква шифра Ж.**
- + Листья эллиптические или ланцетно-овальные, морщинистые, по краю городчатые,**



- не подвёрнутые на нижнюю сторону ..... **Буква шифра З.**
- 9(1). Все цветки или хотя бы часть цветков на растении зигоморфные .....10
- + Все цветки актиноморфные или накрест-симметричные (с двумя и более осями симметрии) .....17**
10. Завязь верхняя .....11
- + Завязь нижняя .....13
11. Листья с прилистниками. Число тычинок кратно числу лепестков (столько же, или в два раза больше). Гинецей мономерный (из одного плодолистика). Соцветия в пазухах зелёных листьев .....12.
- + Листья без прилистников. Тычинок более 12 (они в неопределённом числе). Гинецей апокарпный, из нескольких плодолистиков. Цветки в верхушечных соцветиях ..... **Буква шифра И.**
12. Листья парноперистые. Тычинки не срослись своими нитями в трубку ..... **Буква шифра К.**
- + Листья непарноперистые или тройчатые. Тычинки хотя бы частично срослись своими основаниями в трубку ..... **Буква шифра Л.**
- 13(10). На растении часть цветков зигоморфные, женские. Остальные цветки актиноморфные, обоеполые. Тычинок в обоеполых цветках 5 .....14
- + На растении все цветки зигоморфные, обоеполые. Тычинок может быть либо 5, либо 1 ..... 15
14. На растении два типа листьев, резко различающихся по строению. На цветоносных побегах листья чешуевидные, без листовых пластинок. На вегетативных побегах листья черешковые, с редкими зубцами по краю, сверху почти голые, снизу с густым войлочным опушением. Многолетник ..... **Буква шифра М.**
- + На растении все листья более-менее похожи по строению, глубоко рассечённые на линейные доли. Опушение с верхней и нижней стороны различается незначительно. Однолетник ..... **Буква шифра Н.**
- 15(13). Подземная часть – утолщённый стержневой главный корень с короткими вссывающими боковыми. Тычинок 5. Листья струговидно-рассечённые, с сетчатым жилкованием ..... **Буква шифра О.**
- Подземная часть состоит из короткого корневища, к которому прикреплены придаточные корни: тонкие вссывающие и утолщённые запасные (корнеклубни). Тычинка одна. Листья цельнокрайние, с дуговым или параллельным жилкованием .....16
16. Запасные корнеклубни овальные. Листья на верхушке заострённые. Цветок с коротким шпорцем, не превышающим по длине завязь ..... **Буква шифра П.**
- + Запасные корнеклубни веретеновидные. Листья на верхушке притуплённые. Цветок с длинным шпорцем, превышающим по длине завязь ..... **Буква шифра Р.**
- 17(9). Околоцветник простой, состоящий из лепестковидных листочков .....18**
- Околоцветник двойной .....19
- 18. Листочки околоцветника срослись в более-менее длинную трубку. Завязь нижняя ..... **Буква шифра С.****
- + Листочки околоцветника свободные. Завязь верхняя ..... **Буква шифра Т.**
- 19(17). Число лепестков и чашелистиков кратно 2 .....20
- + Число лепестков и чашелистиков кратно 5 .....22
20. Тычинки многочисленные, в неопределённом числе. Чашелистиков 2, при цветении часто опадают ..... **Буква шифра У.**
- + Тычинок 6, две короткие и 4 длинные. Чашелистиков 4, остаются в момент цветения .....21
21. Плод – стручок. Листья более-менее одинаковые по строению ..... **Буква шифра Ф.**
- + Плод – стручочек. Листья в основании побега черешковые, в верхней части – сидячие ..... **Буква шифра Х.**
- 22(19). Тычинки срастаются тычиночными нитями в более-менее длинную трубку. Чашечка с подчашием. Плод дробный: при созревании распадается на односемянные

части ..... Буква шифра Ц.

+ Тычинки свободные, а если срастаются – то только пыльниками, не образуя протяжённой трубки. Подчашия нет. Плод при созревании не вскрывающийся или вскрывающийся, но при этом не распадается на односемянные части .....23

23. Основание листа сердцевидное ..... Буква шифра Ч.

+ Основание листа клиновидное .....24

24. Плоды с сочным околоплодником, при созревании не вскрывающиеся .....25

+ Плоды с сухим околоплодником, при созревании вскрываются .....26

25. Плод – ягода ..... Буква шифра Ш.

+ Плод – не вскрывающаяся коробочка с сочными стенками ..... Буква шифра Э.

26(24). Чашечка при плодоношении скрывает коробочку. Коробочка вскрывается одним кольцевым поперечным швом ..... Буква шифра Ю.

+ Чашечка при плодоношении короче плода (видна верхняя часть коробочки). Коробочка вскрывается двумя продольными швами ..... Буква шифра Я.

## Зоология

Тестовое задание – по 1 баллу за каждый вопрос.

У акулы (относится к хрящевым рыбам) отсутствует:

Выберите один ответ:

- a. артериальный конус
- b. спиральный клапан
- c. хорда
- d. плавательный пузырь

В организме человека НЕТ следующей структуры

Выберите один ответ:

- a. аппарат Гольджи
- b. зона Вернике
- c. пояски Каспари
- d. островки Лангерганса



Кто изображен на фотографии?

Выберите один ответ:

- a. трилобит
- b. ракоскорпион
- c. щитень
- d. микрица



На фотографии изображено животное, относящееся к:

Выберите один ответ:

- a. Жесткокрылым
- b. Полужесткокрылым
- c. Прямокрылым
- d. Бескрылым

### Работа с ключом

Это задание очень похоже на задание по ботанике. Оно индивидуально. Из общей базы данных для вас случайно подобраны 3 фотографии насекомых. Ответ представляет собой одну из букв, набранную в русской раскладке клавиатуры. За каждый правильно определенный образец вы получаете по 4 балла, суммарный балл за это задание не превышает 12 баллов.

Допустим, что из базы данных вы получили следующую фотографию.



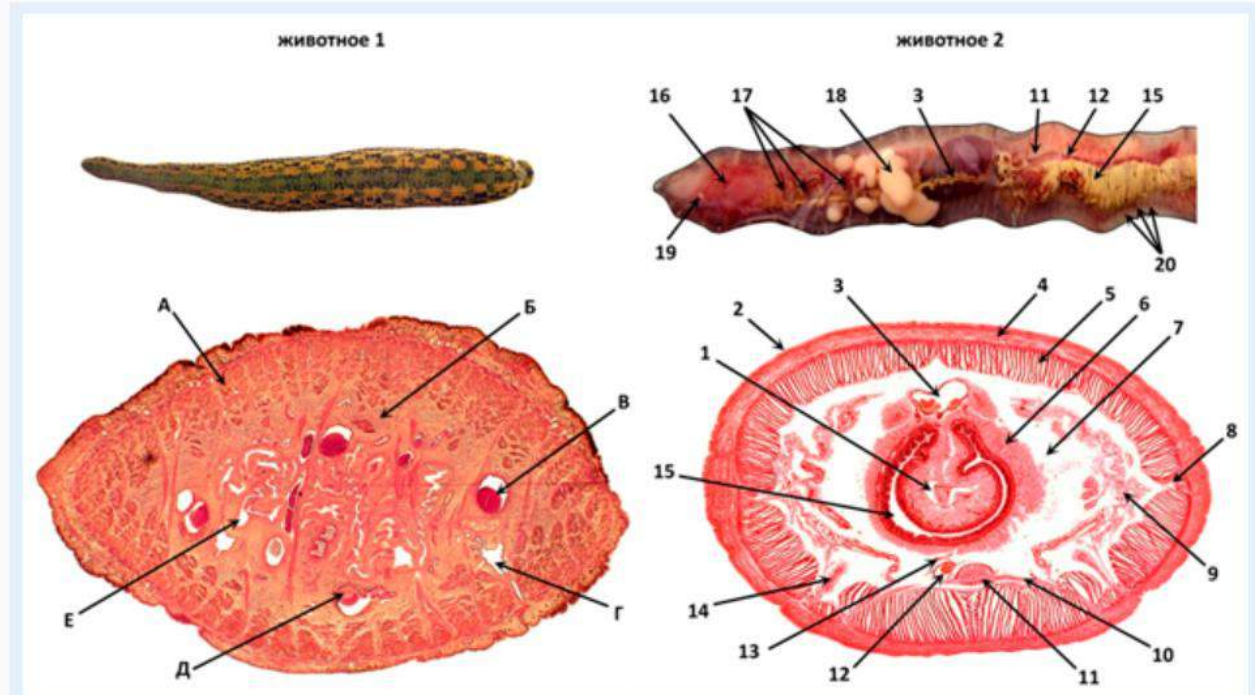
Это рыба-жаба, которой соответствует **буква шифра И**. Ниже жирным шрифтом выделены тезы и антитезы ключа, по которым можно прийти к правильному ответу.

### Определительный ключ

1. Во взрослом состоянии хорда редуцирована полностью .....2.
- +** Во взрослом состоянии хорда сохраняется .....3.
2. Во взрослом состоянии ведут сидячий образ жизни .....**буква шифра М**
- +** Во взрослом состоянии передвигаются свободно путём реактивного движения .....**буква шифра А**
- 3(1). Во взрослом состоянии питаются путём фильтрации .....4.
- +** Во взрослом состоянии плотоядные, растительноядные или паразиты. Личинки (если они есть в жизненном цикле) могут быть фильтраторами .....5.
4. Фильтрацию осуществляют, загоняя воду в глотку путём биения ресничек предротовой воронки .....**буква шифра Б**
- +** Фильтрацию осуществляют с помощью особого слизевого домика, создавая

- движение воды в нём путём биений хвоста .....буква шифра П
- 5(3). Во взрослом состоянии ведут паразитический образ жизни, питаются тканями других водных позвоночных, а также падалью. Челюстной аппарат отсутствует .....6.
- +** Во взрослом состоянии не являются паразитами. Челюсти хорошо развиты .....7.
6. Питаются с помощью движений присасывательной предротовой воронки с роговыми зубцами. Личинка питается путём фильтрации .....буква шифра В
- +** Присасывательной предротовой воронки нет. Питаются с помощью движений мощного языка, снабжённого рядами крючьевидных роговых зубцов. Личиночная стадия в онтогенезе отсутствует .....буква шифра Т
- 7(5). Являются анамниями .....8.**
- +** Являются амниотами .....13.
8. Во взрослом состоянии присутствуют наружные жабры .....буква шифра К
- +** Во взрослом состоянии наружных жабр нет .....9.
9. На личиночной стадии развития хорошо заметен резкий переход между туловищем и хвостом .....буква шифра Ж
- +** И у личинок, и у взрослых особей туловище плавно переходит в хвост .....10.
10. Грудные плавники редуцированы. Тело змеевидное ..... буква шифра О
- +** Грудные плавники хорошо развиты .....11.
11. Тип крепления челюстей к черепу - аутостилия .....буква шифра Р.
- +** Тип крепления челюстей к черепу – амфистилия или гиостилия .....12.
- 12. Грудные плавники используются для передвижения по дну. Рот верхний ..... буква шифра И**
- +** Грудные плавники используются для передвижения по прибрежному грунту. Рот нижний ..... буква шифра З
- 13(7). В желудочке сердца имеется неполная перегородка .....14.
- +** В сердце имеется левый и правый желудочки .....16.
14. Тело змеевидное, покрыто чешуёй. Конечности отсутствуют .....15.
- +** Тело не змеевидное, покрыто панцирем. Конечности имеются .....буква шифра Л
15. Имеются подвижные веки и наружное слуховое отверстие ..... буква шифра Г
- +** Подвижных век и наружного слухового отверстия нет. У некоторых представителей на голове имеются терморцепторы ..... буква шифра Х
- 16(13). На задних конечностях присутствуют только два пальца .....буква шифра Е
- +** На задних конечностях пальцев больше двух .....17.
17. Во взрослом состоянии зубы отсутствуют .....18.
- +** Во взрослом состоянии зубы хорошо развиты .....19.
18. Некоторое время вынашивают детёныша в сумке .....буква шифра С
- +** Сумки нет. Могут носить детёныша на спине .....буква шифра Н
19. Хищники. Зубы хорошо дифференцированы. Вынашивают детёнышей в сумке ..... буква шифра У
- +** Хищники. Зубы слабо дифференцированы. Сумки нет .....20.
20. На кистях и ступнях, а также на нижней стороне хвоста имеется оторочка из щетинистых волосков ..... буква шифра Д
- +** На кистях, ступнях и хвосте оторочки из щетинистых волосков нет ..... буква шифра Ф

Зоология беспозвоночных  
 Максимальный балл за задание – 6 баллов.



Рассмотрите фотографии животного №1 (вверху: внешний вид, внизу: поперечный срез) и животного №2 (вверху: вскрытый экземпляр, внизу: поперечный срез). Найдите у животного №2 органы, гомологичные отмеченным органам животного №1.

- A
- Б
- В
- Г
- Д
- Е

### Физиология человека и животных

Тестовое задание – по 1 баллу за каждый вопрос.

Испытуемый человек с нормальным зрением сидит в тёмной комнате, неотрывно наблюдая за экраном. На экран на несколько секунд выводят ослепляющее-яркое изображение: красный квадрат на жёлтом фоне. Затем экран становится равномерно серым (без изображения), светимость падает. Какая из иллюзий возникает у испытуемого:

Выберите один ответ:

- a. зелёный квадрат на голубом фоне
- b. голубой квадрат на зелёном фоне
- c. зелёный квадрат на красном фоне
- d. жёлтый квадрат на красном фоне

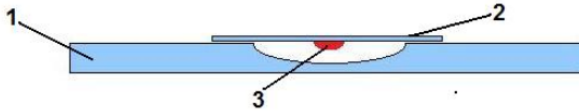
Слуховые рецепторы у кошек находятся в

Выберите один ответ:

- a. барабанной перепонке
- b. слуховом проходе
- c. улитке
- d. полукружных каналах

## Эксперимент (всего 9 баллов за все задание)

В XIX веке были проведены три эксперимента. Первое наблюдение было таким: если у животного или человека взять порцию крови в стерильных условиях, то она может долго храниться и при этом не портится (не гниет). Второе наблюдение: если взять сыворотку крови и методом «висячей капли» смешать с культурой бактерий, то бактерии погибнут.



Метод висячей капли

Если сыворотку нагреть до 52°C, то ее активность повысится, если же нагреть до 55°C, то активность исчезнет. Третье наблюдение: если к сыворотке добавить сульфат аммония, то выпадет осадок и активность исчезнет, если осадок растворить, например, в щелочной среде, то активность восстановится. Какие выводы из этих экспериментов можно сделать?

В крови содержатся бактерицидные вещества.

Выберите один ответ:

- a. верное высказывание, следует из поставленных экспериментов
- b. неверное высказывание
- c. в принципе верное высказывание, но не следует из поставленных экспериментов

В сыворотке крови содержатся антитела.

Выберите один ответ:

- a. верное высказывание, следует из поставленных экспериментов
- b. неверное высказывание
- c. в принципе верное высказывание, но не следует из поставленных экспериментов

В крови в норме присутствуют токсины, разрушающие клетки бактерий.

Выберите один ответ:

- a. в принципе верное высказывание, но не следует из поставленных экспериментов
- b. верное высказывание, следует из поставленных экспериментов
- c. неверное высказывание

В крови в норме присутствуют термолabile бактериофаги, разрушающие клетки бактерий.

Выберите один ответ:

- a. в принципе верное высказывание, но не следует из поставленных экспериментов
- b. верное высказывание, следует из поставленных экспериментов
- c. неверное высказывание

Бактерицидные факторы сыворотки - это вещества белковой природы.

Выберите один ответ:

- a. в принципе верное высказывание, но не следует из поставленных экспериментов
- b. верное высказывание, следует из поставленных экспериментов
- c. неверное высказывание

При высокой температуре происходит денатурация бактерицидных факторов.

Выберите один ответ:

- a. неверное высказывание
- b. в принципе верное высказывание, но не следует из поставленных экспериментов
- c. верное высказывание, следует из поставленных экспериментов

В сыворотке крови содержатся опсоины.

Выберите один ответ:

- a. в принципе верное высказывание, но не следует из поставленных экспериментов
- b. верное высказывание, следует из поставленных экспериментов
- c. неверное высказывание

Выпадение в осадок в растворе сульфата аммония говорит о белковой природе фактора.

Выберите один ответ:

- a. верное высказывание, следует из поставленных экспериментов
- b. в принципе верное высказывание, но не следует из поставленных экспериментов
- c. неверное высказывание

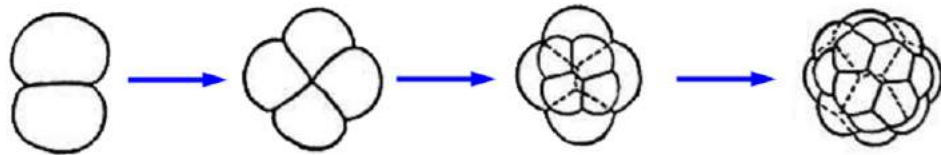
В сыворотке крови остались лейкоцитарные клетки (фагоциты).

Выберите один ответ:

- a. неверное высказывание
- b. верное высказывание, следует из поставленных экспериментов
- c. в принципе верное высказывание, но не следует из поставленных экспериментов

## Эмбриология

Тестовое задание – 1 балл.



Какой тип дробления зиготы показан на рисунке?

Выберите один ответ:

- a. Спиральное
- b. Дискоидальное
- c. Поверхностное
- d. Радиальное

## Экология

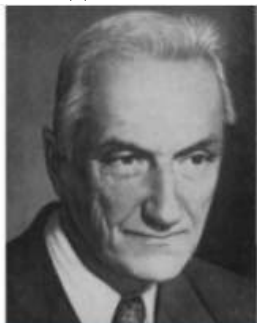
Тестовое задание – 1 балл.

Конкурентные отношения характерны для пары видов:

Выберите один ответ:

- a. заяц и сова
- b. сова и воробей
- c. лиса и сова
- d. лиса и воробей

Задание – 9 баллов.



Л.Г.Раменский



Дж. Грайм

Популярная у зоологов система стратегий видов, именуемая r- и K- отбором, была описана в 1967 году А. Макартуром и Е. Уилсоном. В ботанике описание двумерной системы стратегий также было выполнено независимо по крайней мере два раза. Л. Г. Раменский в 1935 г. разделил все виды растений на три "ценобиотических типа", которые назвал виолентами, пациентами и эксплерентами, а английский эколог Дж. Грайм - конкуриторами, стресс-толерантами и рудералами.

Неустойчивы как к ухудшению условий (просыхание почвы, засоление и т.д.), так и к нарушениям (рубка леса, высокие рекреационные нагрузки, пожары и т.д.)

виолент ▼

Захватывают промежутки между более сильными растениями, но быстро вытесняются более конкурентными видами

эксплерент ▼

Способны расти на почве, бедной минеральными веществами

пациент ▼

Помимо интенсивного семенного размножения активно размножаются корневищами и корневыми отпрысками

эксплерент ▼

Способны расти на засоленной почве

пациент ▼

Приспособлены к экстремальным условиям обитания

пациент ▼

Отличаются высокой конкурентоспособностью

виолент ▼

Доминируют в устойчивых сообществах

виолент ▼

Отличаются низкой конкурентоспособностью

эксплерент ▼

Способны расти на кислой почве

пациент ▼

Медленно растущие организмы

пациент ▼

Обитают в стабильных условиях среды, богатой ресурсами

эксплерент ▼

Доминируют в устойчивых сообществах

конкуритор ▼

Характеризуются медленным ростом

конкуритор ▼

Однолетние травянистые растения, как правило, относятся к

рудерал ▼

Имеют узкую специализацию к условиям обитания

стресс-толерант ▼

Производят огромное количество семян

рудерал ▼

Приспособлены к крайним условиям обитания

стресс-толерант ▼



Тестовое задание – по 1 баллу.



К какому ценобиотическому типу относится данное растение?

Выберите один ответ:

- a. конкурент
- b. стресс-толерант
- c. рудерал



К какому ценобиотическому типу относится данное растение?

Выберите один ответ:

- a. пионер
- b. эсплерент
- c. пациент

## Цитология и биохимия

Тестовое задание – по 1 баллу за каждый вопрос.

Гидрофобными веществами являются:

Выберите один ответ:

- a. витамин А
- b. витамин В1
- c. витамин С
- d. витамин В2

Среди перечисленных белков к пищеварительным ферментам можно отнести:

Выберите один ответ:

- a. амилазу
- b. миозин
- c. овальбумин
- d. карбоксилазу

В лейкопластах НЕ может происходить:

Выберите один ответ:

- a. синтез гликогена
- b. синтез АТФ
- c. синтез белка
- d. синтез крахмала

В норме ДНК в клетке можно обнаружить в:

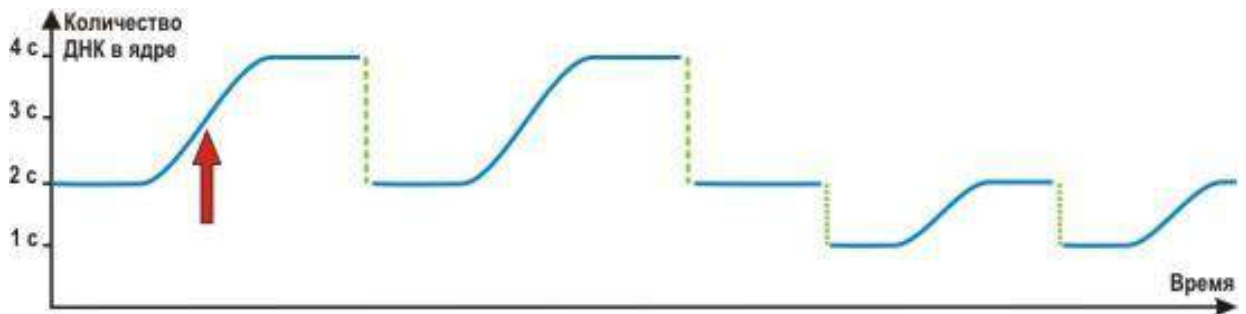
- 1) цитоплазме;
- 2) ядре;
- 3) лизосомах;
- 4) митохондриях;
- 5) хромопластах;
- 6) вакуолях.

Выберите один ответ:

- a. 2; 3; 4; 6
- b. 1, 2, 6
- c. 2, 3
- d. 2, 4, 5

## Генетика

Тестовое задание – по 1 баллу за каждый вопрос.



Перед вами – график изменения количества ДНК в ядре клетки с течением времени. На что указывает красная стрелка на графике?

- а) фазу роста G1 (интерфаза)
- б) синтетическую фазу S (интерфаза)**
- в) фазу роста G2 (интерфаза)
- г) митоз
- д) гамету, в которой не происходит синтез ДНК

Поскольку стрелка указывает на участок графика, где увеличивается количество ДНК в ядре с уровня 2c до уровня 4c, очевидно, что происходит синтез ДНК. Это соответствует синтетической фазе (она входит в интерфазу).

Мягкая пшеница является аллогексаплоидом. Допустим, что в каждом наборе хромосом у неё есть генетический локус, определяющий красную окраску покровов зерновки. Взаимоотношение между аллелями – кодоминирование. Сколько градаций красной окраски теоретически возможно в этой модели наследования признака?

Выберите один ответ:

- a. **семь**: белая – розовая – светло-красная – красная – темно-красная – бордовая – черно-красная
- b. **пять**: белая – розовая – светло-красная – красная – темно-красная
- c. **шесть**: белая – розовая – светло-красная – красная – темно-красная – бордовая
- d. **три**: белая – розовая – красная

## Задача

Всего 26 баллов

Бананы – важные пищевые растения, которые возделывают в тропических странах. Дикими предками культурных бананов были *банан заострённый* (*Musa acuminata*) и *банан Бальбиса* (*Musa balbisiana*). Как и положено диким растениям, они способны образовать полноценные семена, заключённые в вытянутых плодах-ягодах. При одомашнивании человеком были отобраны бананы, обладающие комплексом признаков (так называемый «синдром доместикации»): компактным корневищем, ранними сроками созревания, отсутствием периода покоя, способностью к партенокарпии (т.е. образованию плодов без оплодотворения).

Урожайность диких бананов часто бывает понижена из-за явления апикального доминирования. Под землёй у бананов на корневище образуются боковые почки, которые останавливаются в развитии и не растут до тех пор, пока главный побег не даст плоды. Это позволяет растению экономить силы при плодоношении. В культуре оказывается важным, чтобы боковые почки развивались даже в том случае, когда главный побег собирается плодоносить. Это позволяет чаще и более регулярно получать урожай. У бананов известна доминантная мутация (обозначим её символом *D*), при которой апикальное доминирование нарушается, и боковые побеги развиваются одновременно с плодоношением главного побега.

В селекции до сих пор используют дикие виды бананов. Так, у банана заострённого в околоплоднике часто синтезируются антоцианы (пигменты красного цвета). Этот вид можно использовать для создания сортов с ярко окрашенными плодами. (Полный хромосомный набор, полученный от *Musa acuminata* в специальной литературе часто обозначают буквой *A*.)

Банан Бальбиса в полном созревании менее сладкий из-за того, что в плодах сохраняется крахмал, и накапливается меньше растворимых углеводов. Он – хороший родитель для сортов «овощных бананов» (plantain), которые перед употреблением принято жарить, тушить или отваривать. В тропиках такие бананы часто используют аналогично картофелю. (Полный хромосомный набор, полученный от *Musa balbisiana* обозначают соответственно буквой *B* – см. [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_banana\\_cultivars](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_banana_cultivars)).

К сожалению, бананы болеют. В частности, грибы-аскомицеты из рода микосферелла (*Mycosphaerella*) часто повреждают листья и стебли бананов. Так, *Mycosphaerella musicola* вызывает «жёлтую пятнистость Сигатока» (заболевание названо по долине реки Сигатока, где оно впервые было обнаружено). Близкий вид микосфереллы, найденный на островах Фиджи – *Mycosphaerella fijiensis* – вызывает «чёрную пятнистость Сигатока» (заболевание названо по аналогии с предыдущим). Есть у бананов и другие опасные заболевания.



Симптомы «жёлтой пятнистости Сигатока» на листе банана

Выведение сортов с повышенной устойчивостью к заболеваниям – важная практическая задача для тропических стран. Гены специфической устойчивости, как правило, кодируют белки-рецепторы, которые способны распознать патогенный организм на ранней стадии инфекции. Растительная клетка при этом погибает, но вместе с ней погибает и патоген. Инфекцию удаётся остановить, и растение в целом не болеет. Обозначим ген, ответственный за устойчивость к «жёлтой пятнистости Сигатока» символом  $S$ , а ген устойчивости к «чёрной пятнистости Сигатока» символом  $W$ .

**А.** Для получения нового сорта, устойчивого к обоим листовым пятнистостям и со сниженным апикальным доминированием вы скрещиваете культурный сорт из группы *plantain*  $AABB$ , устойчивый только к «жёлтой пятнистости Сигатока» со сниженным апикальным доминированием и дикий банан Бальбиса, устойчивый только к «чёрной пятнистости» с выраженным апикальным доминированием. Какое растение вы выберете в качестве отцовского, а какое – в качестве материнского?

**Ответ:** отцовский родитель – культурный сорт;  
Материнский родитель – банан Бальбиса.

**Приведите обоснование вашего решения:**

Поскольку культурный сорт уже одомашнен, он обладает «синдромом доместикиции», т.е. у него не должно быть семян, он должен быть способным к партенокарпии. Поэтому от него можно взять только пыльцу. Отцовский родитель – десертный сорт. Банан Бальбиса в норме образует семена, следовательно, он может выступать и как женский, и как мужской родитель. В предложенном варианте он может быть только женским родителем.

**Б.** Допустим, что у первого родителя в геноме  $A$ , полученном от банана заострённого, ген  $D$ , отвечающий за апикальное доминирование, располагается на расстоянии 20 морганид от гена устойчивости к «жёлтой пятнистости Сигатока»  $S$ , причём оба доминантных аллеля находятся на одной хромосоме, а оба рецессивных – на второй. В геноме  $B$  того же родителя рецессивный аллель  $d$  расположен на расстоянии 40 морганид от гена устойчивости  $S$ , тогда как на гомологичной хромосоме на том же расстоянии расположены аллели  $D$  и  $s$ . Ген  $W$  во всех случаях наследуется независимо от  $D$  и  $S$ .

**Предложите генотип для культурного банана в данном скрещивании.**

На самом деле в условии уже задан генотип растения. В частности, указано, что на одной хромосоме – аллели  $D$  и  $S$ , а на другой –  $d$  и  $s$ , на третьей –  $D$  и  $s$ , а на четвертой –  $d$  и  $S$ . Таким образом, по два доминантных и по два рецессивных аллеля. Поскольку устойчивость к «чёрной пятнистости Сигатока» не наблюдается, в генотипе представлены только аллели  $w$ . У тетраплоидного растения их должно быть 4.

**Ответ:**  $DDddSSsswww$

**В.** У дикого банана Бальбиса гены, отвечающие за апикальное доминирование и за устойчивость к «чёрной пятнистости» находятся в разных хромосомах. Предложите генотип этого родителя, если известно, что из семян, полученных при самоопылении, вырастают в том числе растения, не устойчивые к «чёрной пятнистости». Учтите также, что все потомки в данном скрещивании с культурным бананом оказываются бессемянными.

Если при скрещивании с культурным бананом получаются только бессемянные растения, то, скорее всего, потомки триплоидны. В этом случае дикий банан Бальбиса должен быть диплоидным.

Известно, что апикальное доминирование хорошо выражено. Признак определяется рецессивным аллелем *d*. Нет устойчивости к «жёлтой пятнистости Сигатока», а значит, что соответствующий ген устойчивости также представлен нефункциональным аллелем *s*. Что касается устойчивости к «чёрной пятнистости Сигатока», то если при самоопылении получаются неустойчивые растения, значит, в геноме есть не только доминантный аллель *W*, но и нефункциональный аллель *w*.

Ответ: *ddssWw*

Г. Предположим, что в процессе мейоза гомологичные хромосомы распределяются случайным образом. Рассчитайте, с какой частотой получатся пыльцевые зёрна определённых генотипов у отцовского родителя.

Приведите обоснование вашего решения:

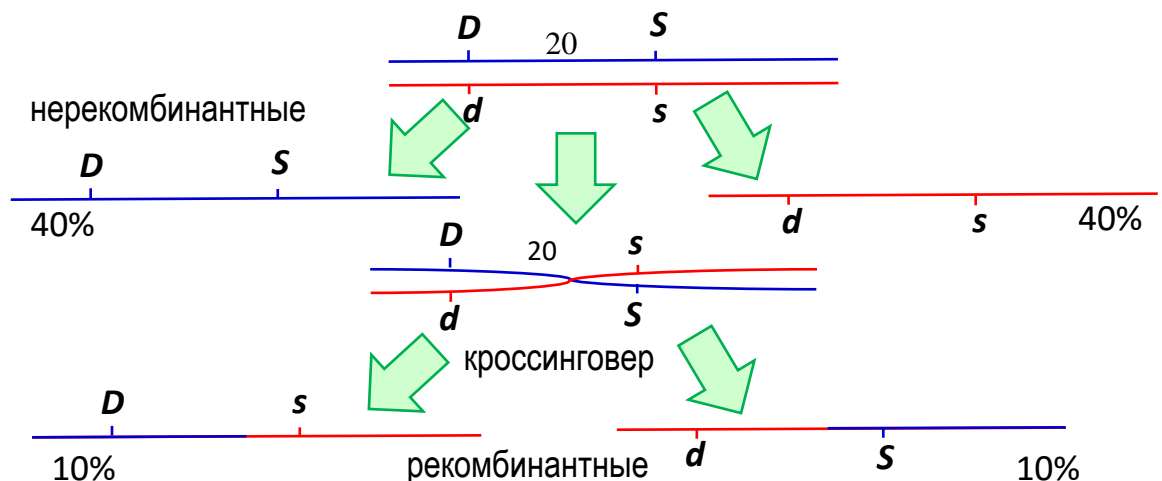
### Решение

Для определения доли пыльцевых зёрен необходимо учесть, что отцовский организм тетраплоидный, а это значит, что пыльцевые зёрна будут диплоидными. При образовании микроспор (из которых разовьются пыльцевые зёрна) при первом делении мейоза (редукционном) каждая клетка должна получить одну хромосому из генома А и одну хромосому из генома В. Поскольку банан относится к группе аллотетраплоидов, то в процессе мейоза хромосомы генома А будут объединяться в биваленты с гомологичными хромосомами из того же генома, а хромосомы генома В – с гомологичными им хромосомами генома В. И в том, и в другом случае произойдёт кроссинговер.

Рассчитаем его результаты для каждого из геномов отдельно.

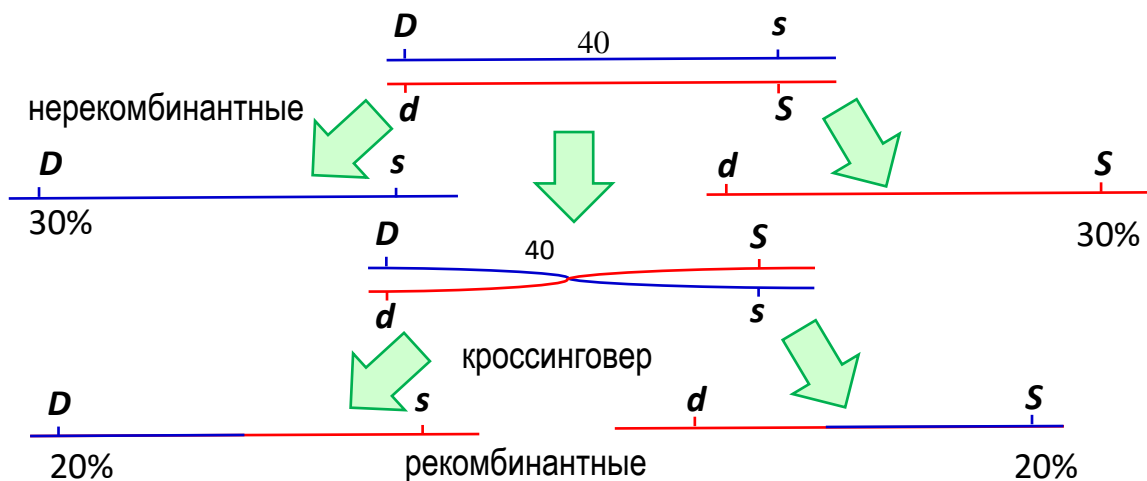
Геном А.

Доминантные аллели находятся на одной хромосоме, рецессивные – на второй. Расстояние – 20 морганид. Для простоты примем, что суммарная доля рекомбинантов составляет 20%. Тогда:



Геном В.

На одной хромосоме находятся аллели *D* и *s*, а на второй – аллели *d* и *S*. Расстояние – 40 морганид. Для простоты примем, что суммарная доля рекомбинантов составляет 40%. Тогда:



Очевидно, что хромосомы генома А и генома В ведут себя независимо друг от друга при кроссинговере. Поэтому они могут встречаться в любых сочетаниях А+В. Изобразим все возможные варианты генотипы пыльцевых зёрен в форме решётки и оценим вероятность их образования.

Геном А ►	<i>DS</i>	<i>Ds</i>	<i>dS</i>	<i>ds</i>
	0.4	0.1	0.1	0.4
▼ Геном В				
<i>DS</i>	<i>DDSS</i>	<i>DDSs</i>	<i>DdSS</i>	<i>DdSs</i>
0.2	0.08	0.02	0.02	0.08
<i>Ds</i>	<i>DDSs</i>	<i>DDss</i>	<i>DdSs</i>	<i>Ddss</i>
0.3	0.12	0.03	0.03	0.12
<i>dS</i>	<i>DdSS</i>	<i>DdSs</i>	<i>ddSS</i>	<i>ddSs</i>
0.3	0.12	0.03	0.03	0.12
<i>ds</i>	<i>DdSs</i>	<i>Ddss</i>	<i>ddSs</i>	<i>ddss</i>
0.2	0.08	0.02	0.02	0.08

Зелёным цветом показаны рекомбинантные варианты.

Поскольку культурный банан не обладает устойчивостью к «чёрной пятнистости Сигатока», то в каждом пыльцевом зерне будут присутствовать два аллеля *w* (один – из генома А, а второй – из генома В).

Теперь просуммируем вероятности получения каждого из генотипов:

$$DDSSww: 0.08$$

$$DDSsww: 0.02+0.12 = 0.14$$

$$DDssww: 0.03$$

$$DdSSww: 0.02+0.12 = 0.14$$

$$DdSsww: 0.08+0.03+0.03+0.08 = 0.22$$

$$Ddssww: 0.12+0.02 = 0.14$$

$$ddSSww: 0.03$$

$$ddSsww: 0.12+0.02 = 0.14$$

$$ddssww: 0.08$$

Д. Предположим, что в процессе мейоза гомологичные хромосомы распределяются случайным образом. Рассчитайте, с какой частотой получатся яйцеклетки определённых генотипов у женского родителя.

В данном случае женский родитель – диплоидный, причём гетерозиготный только по гену *W* (*Ww*). Это – классический случай, при котором частота возникновения

мегаспор (и в дальнейшем – яйцеклеток) с генотипом *dsW* и генотипом *dsw* одинакова, т.е. равна 50%.

Ответ: 0.5 *dsW* и 0.5 *dsw*

**Е. Рассчитайте, в каком соотношении по генотипам получатся потомки в приведенном выше скрещивании.**

Поскольку мы только что получили соотношение для гамет обоих родителей, мы можем построить решётку Пеннета.

	<i>dsW</i> 0.5	<i>dsw</i> 0.5
<i>DDSSww</i> 0.08	<i>DDdSSsWww</i> 0.04	<i>DDdSSswww</i> 0.04
<i>DDSsww</i> 0.14	<i>DDdSssWww</i> 0.07	<i>DDdSsswww</i> 0.07
<i>DDssww</i> 0.03	<i>DDdsssWww</i> 0.015	<i>DDdssswww</i> 0.015
<i>DdSSww</i> 0.14	<i>DddSSsWww</i> 0.07	<i>DddSSswww</i> 0.07
<i>DdSsww</i> 0.22	<i>DddSssWww</i> 0.11	<i>DddSsswww</i> 0.11
<i>Ddssww</i> 0.14	<i>DddsssWww</i> 0.07	<i>Dddssswww</i> 0.07
<i>ddSSww</i> 0.03	<i>dddSSsWww</i> 0.015	<i>dddSSswww</i> 0.015
<i>ddSsww</i> 0.14	<i>dddSssWww</i> 0.07	<i>dddSsswww</i> 0.07
<i>ddssww</i> 0.08	<i>dddsssWww</i> 0.04	<i>dddssswww</i> 0.04

**Ж. Какая доля потомков F1 окажется устойчивой к «жёлтой пятнистости Сигатока»? К «чёрной пятнистости Сигатока»? К обоим заболеваниям? Со сниженным апикальным доминированием? Какая доля потомков F1 будет обладать всеми тремя хозяйственно ценными признаками?**

К «жёлтой пятнистости Сигатока» устойчивы только те бананы, которые получили хотя бы один аллель *S*, который пришёл от культурного банана (мужского родителя). Строки с соответствующим аллелем выделим жёлтым. Поскольку за сниженное апикальное доминирование отвечает доминантный аллель *D*, который также принадлежит отцовскому культурному банану, все растения, которым достался хотя бы один такой аллель будут скороспелыми. Выделим соответствующие строки таблицы зелёным и просуммируем фенотипы.

	<i>dsW 0.5</i>	<i>dsw 0.5</i>
<i>DDSSww</i> 0.08	<i>DDdSSsWww</i> 0.04	<i>DDdSSswww</i> 0.04
<i>DDSSww</i> 0.14	<i>DDdSSsWww</i> 0.07	<i>DDdSSswww</i> 0.07
<i>DDssww</i> 0.03	<i>DDdsssWww</i> 0.015	<i>DDdssswww</i> 0.015
<i>DdSSww</i> 0.14	<i>DddSSsWww</i> 0.07	<i>DddSSswww</i> 0.07
<i>DdSSww</i> 0.22	<i>DddSSsWww</i> 0.11	<i>DddSSswww</i> 0.11
<i>Ddssww</i> 0.14	<i>DddsssWww</i> 0.07	<i>Dddssswww</i> 0.07
<i>ddSSww</i> 0.03	<i>dddSSsWww</i> 0.015	<i>dddSSswww</i> 0.015
<i>ddSSww</i> 0.14	<i>dddSSsWww</i> 0.07	<i>dddSSswww</i> 0.07
<i>ddssww</i> 0.08	<i>dddsssWww</i> 0.04	<i>dddssswww</i> 0.04

	<i>dsW 0.5</i>	<i>dsw 0.5</i>
<i>DDSSww</i> 0.08	<i>DDdSSsWww</i> 0.04	<i>DDdSSswww</i> 0.04
<i>DDSSww</i> 0.14	<i>DDdSSsWww</i> 0.07	<i>DDdSSswww</i> 0.07
<i>DDssww</i> 0.03	<i>DDdsssWww</i> 0.015	<i>DDdssswww</i> 0.015
<i>DdSSww</i> 0.14	<i>DddSSsWww</i> 0.07	<i>DddSSswww</i> 0.07
<i>DdSSww</i> 0.22	<i>DddSSsWww</i> 0.11	<i>DddSSswww</i> 0.11
<i>Ddssww</i> 0.14	<i>DddsssWww</i> 0.07	<i>Dddssswww</i> 0.07
<i>ddSSww</i> 0.03	<i>dddSSsWww</i> 0.015	<i>dddSSswww</i> 0.015
<i>ddSSww</i> 0.14	<i>dddSSsWww</i> 0.07	<i>dddSSswww</i> 0.07
<i>ddssww</i> 0.08	<i>dddsssWww</i> 0.04	<i>dddssswww</i> 0.04

К «жёлтой пятнистости Сигатока» устойчиво 0.75 (75% или  $\frac{3}{4}$ ) от всех потомков.

Сниженным апикальным доминированием обладает 0.75 (75% или  $\frac{3}{4}$ ) от всех потомков. Так и должно получиться, поскольку мы оба раза анализировали потомков только по одному из выбранных признаков.

К «чёрной пятнистости Сигатока» устойчивы носители аллеля *W*. Он принадлежит материнскому родителю, причем половина яйцеклеток несёт этот аллель (см. отмеченный серым цветом столбец). Соответственно, ровно половина потомков (0.5; 50% или  $\frac{1}{2}$ ) будет устойчива к «чёрной пятнистости Сигатока».

Очевидно, что к обоим заболеваниям будет устойчива ровно половина бананов, устойчивых к «жёлтой пятнистости Сигатока» (пересечение жёлтых строк с серым столбцом – см. выше), что составит 0,375 (37,5% или  $\frac{3}{8}$ ) от всех потомков.



Теперь найдём по решётке растения, которые обладают всеми тремя хозяйственно ценными признаками. Выделим соответствующие ячейки синим цветом и просуммируем.

	<i>dsW</i> 0.5	<i>dsw</i> 0.5
<i>DDSSww</i> 0.08	<i>DDdSSsWww</i> 0.04	<i>DDdSSswww</i> 0.04
<i>DDSsww</i> 0.14	<i>DDdSssWww</i> 0.07	<i>DDdSsswww</i> 0.07
<i>DDssww</i> 0.03	<i>DDdsssWww</i> 0.015	<i>DDdssswww</i> 0.015
<i>DdSSww</i> 0.14	<i>DddSSsWww</i> 0.07	<i>DddSSswww</i> 0.07
<i>DdSsww</i> 0.22	<i>DddSssWww</i> 0.11	<i>DddSsswww</i> 0.11
<i>Ddssww</i> 0.14	<i>DddsssWww</i> 0.07	<i>Dddssswww</i> 0.07
<i>ddSSww</i> 0.03	<i>dddSSsWww</i> 0.015	<i>dddSSswww</i> 0.015
<i>ddSsww</i> 0.14	<i>dddSssWww</i> 0.07	<i>dddSsswww</i> 0.07
<i>ddssww</i> 0.08	<i>dddsssWww</i> 0.04	<i>dddssswww</i> 0.04

**Ответ:** всеми тремя хозяйственно ценными признаками обладают 0.29 (29%) потомков.

**Желаем всем участникам дальнейших успехов!**  
**Методическая комиссия олимпиады «Ломоносов-2017»**  
**по биологии.**