



## МАТЕРИАЛЫ ЗАДАНИЙ

*олимпиады школьников  
«ЛОМОНОСОВ»  
по биологии*

2015/2016 учебный год

# Ломоносов-2014/2015. Биология

## Подходы к решению задания отборочного тура для 5–9 классов

### Задание 1. (5–9 кл: 18 баллов).

Разминочное задание выбирается случайным образом из базы данных. Оно состоит из одного вопроса. После отправки разминочного задания вам становится доступным основное задание. Основное задание открывается в любом случае: как если вы отправили правильный, так и если вы отправили неправильный ответ.

Пример разминочного задания.



Как называется живое существо, изображенное на фотографии?

Выберите один ответ:

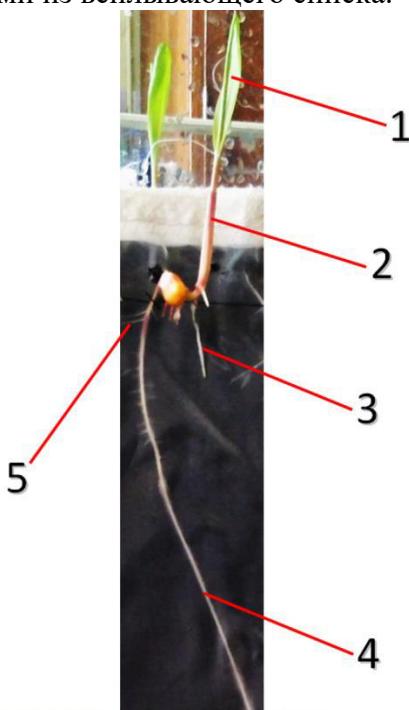
- а. Лемур
- б. Ленивец
- в. Муравьед
- г. Долгопят

На фотографии изображён один из видов **Трёхпалых ленивцев** (семейство Bradyporidae) из отряда Неполнозубые (Pilosa). К этому же отряду относят Двупалых ленивцев и Муравьедов. Правильный ответ: **ЛЕНИВЕЦ**.

Далее идёт основное задание, составленное из вопросов разных типов.

## Задание 2 (5–8кл: 10 баллов; 9 кл.: 5 баллов)

В задании 2 необходимо установить соответствие между цифрами на рисунке и терминами из всплывающего списка.



В данном случае на рисунке показан проросток кукурузы. Цифрой 1 обозначен **настоящий лист**.

Поскольку кукуруза принадлежит к семейству Злаковых, то для неё (как и для всех остальных злаковых) характерен специализированный зародышевый орган – **колеоптиль**. Колеоптиль похож на колпачок или конус, надетый сверху на почечку. Название происходит от греческого слова «колеон» – «ножны», т.е. как бы «ножны» для почечки с листьями. Функция колеоптиля – защищать почечку при прорастании через почву. После того, как колеоптиль выходит на поверхность почвы, его прорывают листья, расположенные внутри трубки. Нетрудно догадаться, что колеоптиль обозначен цифрой 2.

Цифрой 3 обозначен корень. Видно, что он прикреплен к участку стебля, который находится выше зерновки. Как мы знаем, корни, образовавшиеся на стеблях, называют **придаточными**.

Удивительно, но в раннем развитии у кукурузы есть главный корень, который развивается из зародышевого корешка. Он показан на рисунке под цифрой 4.

От главного корня отходят структуры, обозначенные цифрой 5. Они явно намного тоньше придаточных корней. Значит, они не могут быть корнями. Это – **корневые волоски**.

Итак, правильный ответ:

- |    |                    |
|----|--------------------|
| 1. | лист               |
| 2. | колеоптиль         |
| 3. | придаточный корень |
| 4. | главный корень     |
| 5. | корневой волосок   |

За каждый правильный ответ в 5–8 классах – **2 балла**; в 9 классе – **1 балл**.

### Задание 3. (5–9 кл: 18 баллов).

Это задание относится к оценке высказываний. Вам даны две фотографии хорошо известных растений. Нужно, опираясь на ваши знания и сведения из справочной литературы, сравнить два объекта. Часть высказываний подходит только к одному из них, часть – к обоим, но есть и неверные высказывания, которые нельзя приложить ни к одному из представленных растений.



Растение №1 (Кукуруза, Однодольные)

Растение №2 (Фасоль, Двудольные)

Правильные варианты решения (за каждый правильный ответ – 1 балл).

- |  |                                |
|--|--------------------------------|
| Семенная кожура образуется из покровов семязачатка (интегументов)  | Верно для обоих растений       |
| Эндосперм семени содержит преимущественно крахмал  | Верно для растения №1          |
| На корнях есть клубеньки, которые образуются при симбиозе с бактериями   | Верно для растения №2          |
| На одном растении есть как мужские, так и женские цветки   | Верно для растения №1          |
| Для прорастания семян их нужно выдерживать при температурах около +5°C не менее месяца (стратификация)         | Неправильно для обоих растений |
| Цветок зигоморфный (имеет только одну плоскость симметрии)   | Верно для обоих растений       |
| В каждом цветке есть 10 тычинок  | Верно для растения №2          |
| Растение опыляется насекомыми  | Верно для растения №2          |
| Жилкование листа параллельное  | Верно для растения №1          |
| Большая часть питательных веществ семени запасается в женском гаметофите, окружающем зародыш                   | Неправильно для обоих растений |
| Это растение образует клубни   | Неправильно для обоих растений |
| В зародыше есть почечка и корешок  | Верно для обоих растений       |
| Волоски этого растения образуют пузырьки для запасания воды  | Неправильно для обоих растений |
| Эндосперма в семени нет  | Верно для растения №2          |
| Видоизмененная семядоля этого растения служит для поглощения питательных веществ из эндосперма при прорастании | Верно для растения №1          |
| Родиной этого растения является Центральная и Южная Америка  | Верно для обоих растений       |
| Лист сложный, состоит из нескольких листочек   | Верно для растения №2          |
| Растение относится к классу Однодольных  | Верно для растения №1          |

При ответе важно вспомнить не только признаки Однодольных и Двудольных, но и характерные особенности каждого из растений. Так, фасоль относится к семейству Бобовых. Бобовые могут образовывать на корнях клубеньки (симбиоз с бактериями), у них 10 тычинок в цветке, мотыльковый цветок с одной плоскостью симметрии (т.е. зигоморфный) и т.д.

С другой стороны, важно понимать, что оба растения – Покрытосеменные. Для них свойственно образовывать семена с семенной кожурой, происходящей из покровов семязачатка. Кроме того, у зародыша есть почечка и корешок. Эти признаки общие и для кукурузы, и для фасоли.

**Задания 4, 5 и 6. (5–9 кл: по 3 балла за каждое задание).**

Эти задания подбирались случайным образом из базы данных, поэтому каждому участнику попалось что-то своё. Эти задания нацелены на навык наблюдения за живым объектом, поиск признаков на фотографии и сведений в литературе.

Пример задания из этой категории.

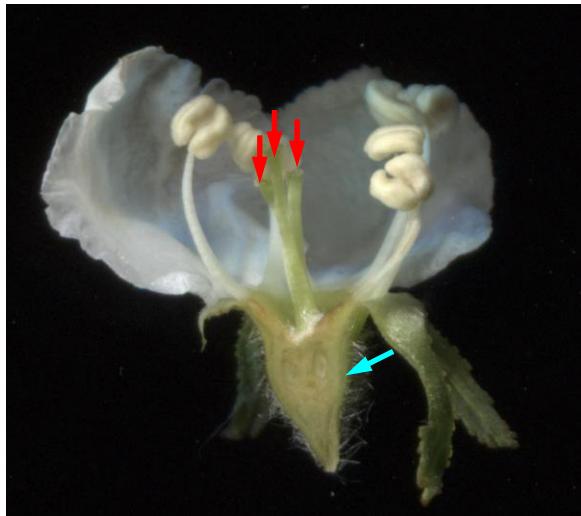


На фотографии представлены плоды. Среди фотографий ниже выберите, из какого цветка они могли развиться.

Далее даны фотографии цветков, из которых могли бы развиться показанные на фотографии плоды.



А.



Б.



В.



Г.

Очевидно, что нам даны плоды вишни (*Cerasus*) из семейства Розоцветных или Розовых (Rosaceae). Какой из цветков мог бы принадлежать вишне?

На рис. Г, очевидно, дан цветок земляники. Об этом говорит чашечка с подчашием (листочки подчаший особенно хорошо заметны в бутонах – см. стрелки). У вишни подчашия нет. Кроме того, у земляники выпуклое цветоложе с многочисленными пестиками.

На рис. А и Б завязь погружена в разросшееся цветоложе с гипантием (см. синие стрелки). Из такого цветка может развиться плод-яблоко с остатками чашелистиков на верхушке. Гипантин у вишни не прирастает к пестику. Кроме того, на рис. А и Б видно несколько столбиков (см. красные стрелки), а у вишни есть только один пестик (и, соответственно, столбик). На самом деле А – это цветок груши, а Б – цветок боярышника.

Таким образом, правильный ответ – В.

**Задания 7, 8, 9 и 10. (5–9 кл: по 2 балла за каждое задание).**

Эти задания, как и предыдущие, подбирались случайным образом из базы данных, поэтому каждому участнику попалось что-то своё. Они похожи на предыдущие, но ниже по уровню сложности.

Пример задания из этой категории.



К какой группе относится представленный на фотографии растительный объект?

Выберите один ответ:

- a. Мохообразные (Bryophyta)
- b. Зеленые водоросли (Chlorophyceae)
- c. Печеночники (Marschantiophyta)
- d. Лихенизированные грибы (лишайники)

На фотографии представлен лишайник из рода Кладония (*Cladonia*). Правильный ответ – **d. Лихенизированные грибы (лишайники)**.

**Задания 11, 12 и 13. (5–9 кл: по 3 балла за каждое задание).**

Эти задания посвящены зоологии. Как и в предыдущих случаях, нужно выбрать один из правильных ответов. Пример задания из этой категории.



Кто изображён на фотографии?

Выберите один ответ:

- a. брюхоногий моллюск
- b. морской паук
- c. рак-отшельник
- d. такого животного не бывает, фотография подделана

На рисунке – три биологических объекта: рука фотографа, раковина морского брюхоногого моллюска и представитель членистоногих – рак-отшельник, клемши которого выглядывают из раковины. Большинство раков-отшельников используют пустые раковины моллюсков как убежище и обитают в приливно-отливной зоне и на глубине до 50 м. На суше рак-отшельник спрятался, но в воде он может выставить переднюю часть тела и перемещаться.

Правильный ответ – **с. Рак-отшельник.**

**Задания 14, 15, 16 и 17. (5–9 кл: по 2 балла за каждое задание).**

В этом разделе представлены текстовые задания, которые проще, чем задания с фотографиями. Они также подбираются из базы данных случайным образом. Пример задания из этой категории.

В организме кошки НЕТ следующей структуры:

**a. трахеида**

b. альвеола

c. гортань

d. бронх

## Задания 18, 19 и 20. (5–8 кл: по 6 баллов за каждое задание; 9 кл.: по 4 балла).

Просмотр вопроса: 00 Грибы (ключ) ОБЩЕЕ ЗАДАНИЕ

### Информация

#### Предварительное пояснение

В этом задании мы хотели бы проверить, насколько вы знаете грибы. Для базы данных мы подобрали фотографии некоторых грибов и «зашифровали» их особым образом. Для того, чтобы определить шифр, вы должны правильно ответить на ряд вопросов о биологии или о строении каждого гриба, показанного на фотографии. Список вопросов, на которые нужно отвечать, оформлен в виде определительного ключа.

Как работать с определительным ключом?

Посмотрите, например, на самое начало ключа. Там вы найдете два взаимно исключающих утверждения:

1. Гриб паразитирует на живых зеленых растениях ... 2

+. Гриб не является паразитом, а если живет на деревьях, то питается, разлагая мертвую древесину ... 4

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 гриб явно паразитирует на растениях, то выбирать нужно тезу. После нее вы видите отсылку на ступень 2. Тогда нужно снова выбрать между тезой и антитезой.

2. При спорожнении ткани растения разрастаются и вместе с гифами гриба образуют «рожки» (научное название – склероции). На поверхности склероцисов созревают черные споры ... **Буква шифра А.**

+. При спорожнении гриба-паразита ткани не разрастаются ... 3

Если на фотографии действительно можно разглядеть «рожки» с черными спорами, то мы нашли шифр – это **буква А.** Ее нужно будет напечатать в поле ответа под фотографией.

Если «рожек» не видно, то нужно переходить к ступени 3, и снова выбирать между тезой и антитезой.

Но может так оказаться, что представленный на фотографии гриб не является паразитом. Тогда в первой ступени мы выбираем **антитезу** и переходим к ступени 4.

4(1). Гриб образует микоризу – взаимовыгодный симбиоз гиф грибницы и корней растения ... 5

+. Гриб питается за счет разрушения органических веществ и не вступает в симбиоз с растениями ... 9

Обратите внимание: рядом с цифрой 4 стоит цифра (1). Цифра в скобках в данном случае показывает, с какой ступени мы сюда пришли. Если определение почему-то не получается (например, видно, что и в тезе, и в антитезе спрашивается что-то такое, чего у данного гриба точно нет), мы можем «вернуться обратно» по этим цифрам, чтобы еще раз проверить себя – правильно ли мы сделали выбор в предыдущих случаях?

Мы очень приветствуем работу с дополнительными источниками информации. Например, по фотографии вы опознали какой-то гриб, но не знаете, образует ли он микоризу, вступает ли в симбиоз. Допустим, вам попалась такая фотография. Вы точно знаете, что это – гриб-навозник:



Источник: <http://helppower.narod.ru/image/navoznik2.jpg>

Далее нужно обратиться к справочникам, уточнить способ питания этого гриба.

Например, в справочнике написано: «Навозники – сапрофаги, растут на субстратах, богатых питательными веществами: на кучах навоза (копрофильные грибы), перегноя, на плодородной, богатой гумусом почве, гниющей древесине и растительных остатках.»

Из такого описания понятно, что в симбиоз этом гриб не вступает, и микоризу не образует. В ступени 4 нужно выбрать **антитезу** и переходить на пункт 9.

Надеемся, приведенных примеров достаточно, чтобы вы освоились, как работать с определительным ключом.

### Задание

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

При необходимости рассмотреть детали, вы можете увеличить изображение.

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

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

**ВНИМАНИЕ! ЗАПОЛНЯЙТЕ ТОЛЬКО ЗАГЛАВНЫМИ БУКВАМИ В РУССКОЙ РАСПЛАДКЕ КЛАВИАТУРЫ!** Проверка будет проходить автоматически, и неправильно заполненное поле не будет засчитано.

#### Определительный ключ

1. Гриб паразитирует на живых зеленых растениях ... 2

+. Гриб не является паразитом, а если живет на деревьях, то питается, разлагая мертвую древесину ... 4

2. При спорожнении ткани растения разрастаются и вместе с гифами гриба образуют «рожки» (научное название – склероции). На поверхности склероцисов созревают черные споры ... **Буква шифра А.**

+. При спорожнении гриба-паразита ткани не разрастаются ... 3

3. Споры серого цвета. При заболевании растительные ткани погибают и размягчаются ... **Буква шифра Б.**

+. Споры ярко-оранжевого цвета. При заболевании растительных тканей не размягчаются ... **Буква шифра В.**

4(1). Гриб образует микоризу – взаимовыгодный симбиоз гиф грибницы и корней растения ... 5

+. Гриб питается за счет разрушения органических веществ и не вступает в симбиоз с растениями ... 9

5. Споры созревают на пластинках, расположенных на нижней стороне плодового тела (пластиничатый гриб) ... 6

+. Споры развиваются в спore, образуя трубки на нижней стороне плодового тела (трубчатый гриб) ... 8

6. При повреждении плодового тела выделяется млечный сок ... **Буква шифра Г.**

+. При повреждении плодового тела млечный сок не выделяется ... 7

7. Плодовое тело накапливает пигменты на верхней стороне шляпки. В начале развития оно покрыто покрывалом, которое разрывается и образует кольцо на ножке ... **Буква шифра Д.**

Плодовое тело равномерно накапливает пигменты. Общего покрывала нет ... **Буква шифра Е.**

8(6). Трубчатый слой ярко-желтый. Ножка плодового тела более-менее ровная. Шляпка плодового тела сверху бархатистая, светлой зелено-коричневой окраски ... **Буква шифра Ж.**

+. Трубчатый слой белый или кремовый. Ножка плодового тела внизу расширенная. Шляпка плодового тела не бархатистая, различных оттенков коричневого цвета ... **Буква шифра З.**

9(4). Плодовое тело при созревании вскрывается сверху ... 10

+. Плодовое тело с пластинками снизу шляпки ... 11

10. Плодовое тело коническое или похожее на бочонок. В незрелом состоянии сверху затянуто пленкой (эпифрагмой). При созревании эпифрагма открывается, и становятся видными яйцевидные доли плодового тела, содержащие споры (перидиолы) ... **Буква шифра И.**

+. Плодовое тело округлое или булавовидное. При созревании на плодовом теле сверху образуется отверстие, через которое выпадают темно-коричневые пылевидные споры ... **Буква шифра К.**

✓11(9). Плодовое тело с покрывалом, от которого может оставаться кольцо на ножке. Плодовые тела от белого до светлого бежевого цвета. Споры при созревании становятся темнее плодового тела. Поселяется на экскрементах животных ... **Буква шифра Л.**

+. Плодовое тело без покрывала, оранжевого цвета. Споры при созревании белые, светлее плодового тела. Поселяется на древесине ... **Буква шифра М.**

Далее из базы данных случайным образом для вас подбираются три различные фотографии грибов, которые необходимо определить по ключу.

Пример задания из этой категории.

Допустим, что из базы данных вы получили следующую фотографию.



Это – Гриб-бокальчик олла или Циатус олла (*Cyathus olla*) [слово «olla» по-латыни означает «горшок»]. В принципе, все характерные признаки гриба видны на рисунке. Если приглядеться – плодовые тела развились на каких-то растительных остатках, т.е. гриб не нуждается в живом растении для своего развития, не образует микоризу, питается отмершими остатками растений. Мы также предполагаем, что в случае необходимости вы можете отыскать значение незнакомых терминов по справочной литературе и/или в Интернете.

Правильные ответы при определении выделены цветом.

### Определительный ключ

1. Гриб паразитирует на живых зеленых растениях ... 2

+ Гриб не является паразитом, а если живет на деревьях, то питается, разлагая мертвую древесину ... 4

2. При спороношении ткани растения разрастаются и вместе с гифами гриба образуют «кожки» (научное название – склероции). На поверхности склероциев созревают черные споры ... **Буква шифра А.**

+ При спороношении гриба-паразита ткани растения не разрастаются ... 3

3. Споры серого цвета. При заболевании растительные ткани размягчаются ... **Буква шифра Б.**

+ Споры ярко-оранжевого цвета. При заболевании растительные ткани не размягчаются ... **Буква шифра В.**

- 4(1). Гриб образует микоризу – взаимовыгодный симбиоз гиф грибницы и корней растения ... 5  
+ Гриб питается за счет разрушения органических веществ и не вступает в симбиоз с растениями ... 9
5. Споры созревают на пластинках, расположенных на нижней стороне плодового тела (пластинчатый гриб) ... 6  
+ Споры развиваются в слое, образующем трубки на нижней стороне плодового тела (трубчатый гриб) ... 8
6. При повреждении плодового тела выделяется млечный сок ... **Буква шифра Г.**  
+ При повреждении плодового тела млечный сок не выделяется ... 7
7. Плодовое тело накапливает пигменты на верхней стороне шляпки. В начале развития оно покрыто покрывалом, которое разрывается и образует кольцо на ножке ... **Буква шифра Д.**  
Плодовое тело равномерно накапливает пигменты. Общего покрывала нет ... **Буква шифра Е.**
- 8(5). Трубчатый слой ярко-желтый. Ножка плодового тела более-менее ровная. Шляпка плодового тела сверху бархатистая, светлой зеленовато-коричневой окраски ... **Буква шифра Ж.**  
+ Трубчатый слой белый или кремовый. Ножка плодового тела внизу расширенная. Шляпка плодового тела не бархатистая, различных оттенков коричневого цвета ... **Буква шифра З.**
- 9(4). Плодовое тело при созревании вскрывается сверху ... 10  
+ Плодовое тело с пластинками снизу шляпки ... 11
10. Плодовое тело коническое или похожее на бочонок. В незрелом состоянии сверху затянуто пленкой (эпифрагмой) [посмотрите, куда указывает синяя стрелка]. При созревании эпифрагма открывается, и становятся видными яйцевидные доли плодового тела, содержащие споры (перидиоли) [зеленая стрелка] ... **Буква шифра И.**  
+ Плодовое тело округлое или булавовидное. При созревании на плодовом теле сверху образуется отверстие, через которое вылетают темно-коричневые пылевидные споры ... **Буква шифра К.**
- 11(9). Плодовое тело с покрывалом, от которого может оставаться кольцо на ножке. Плодовые тела от белого до светлого бежевого цвета. Споры при созревании темнеют и становятся темнее плодового тела. Поселяется на экскрементах животных ... **Буква шифра Л.**  
+ Плодовое тело без покрывала, оранжевого цвета. Споры при созревании белые, светлее плодового тела. Поселяется на древесине ... **Буква шифра М.**

Правильный ответ в данном случае:

**Шифр И.**

**Задания 21, 22 и 23. (5–8 кл: по 6 баллов за каждое задание; 9 кл.: по 4 балла).**

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.



На фото изображен один из представителей отряда **Перепончатокрылых** (Hymenoptera), подотряда **Наездников** (Parasitica). Это – широко известная группа насекомых, поэтому некоторые характеристики можно найти в справочной литературе. Далее синим цветом выделен правильный ход определения данного насекомого.

**Определительный ключ**

1. Голова вытянута в головотрубку в виде клюва....**Буква шифра А**  
+. Голова не вытянута в головотрубку в виде клюва ... 2
2. Ротовой аппарат в виде членистого хоботка ... 3  
+. Ротовой аппарат другого типа ... 4
3. Крылья в покое сложены плоско на брюшке, или щиток почти или полностью доходит до конца брюшка ....**Буква шифра Б.**  
+. Крылья в покое сложены крышеобразно...**Буква шифра В**
- 4 (2). Крыльев две пары [красные стрелки показывают на первую и вторую пару крыльев]....5  
+. Крыльев одна пара....14
5. Передняя пара крыльев кожистая, вторая – мембранные ...6  
+. Две пары крыльев мембранные ... 9
6. Клешневидные придатки на конце брюшка есть ..... **Буква шифра Г.**  
+. Клешневидных придатков на конце брюшка нет ...7
8. Длина антенн примерно в половину тела насекомого ... **Буква шифра Д.**  
+. Длина антенн короче 1/3 тела насекомого ... **Буква шифра Е.**
- 9(5). Крылья частично, а тело полностью покрыто чешуйками ... **Буква шифра Ж.**

- +. Крылья без чешуек ... 10
- 10. Хвостовые нити есть. (Они не являются яйцекладами) ... **Буква шифра З**
- +. Хвостовые нити отсутствуют, но может быть длинный яйцеклад [Эти сведения можно найти в справочной литературе. При сушке яйцеклад распадается на три части, показаны синими стрелками на рисунке]... 11
- 11. Усики значительно короче головы, практически не видны ... **Буква шифра И.**
- +. Усики длиннее головы... 12
- 12. Крылья большие, в мелкую сеточку. Передние и задние крылья почти одинаковы по размеру ... **Буква шифра К**
- +. Крылья с меньшим количеством жилок, переднее крыло меньше заднего...13.
- 13. Брюшко вытянутое, узкое. Длина превышает ширину брюшка в 4 и более раз ... **Буква шифра Л.**
- +. Брюшко широкое, овальное. Длина превышает ширину брюшка не более, чем в 2–3 раза... **Буква шифра М.**
- 14(4). Антенны длиннее головы и пронотума ... **Буква шифра Н.**
- +. Антенны более короткие, часто в виде щетинки ... 15
- 15. Крылья пестрые. Брюшко удлиненное, яйцеклад выступает ... **Буква шифра О**
- +. Крылья одноцветные. Брюшко более широкое и короткое, яйцеклад не виден ... **Буква шифра П.**

Правильный ответ в данном случае:

**Шифр Л.**

**Задания 24, 25 и 26. (только для 9 кл.: по 3 балла).**

Это задание индивидуально. Из базы данных для вас подбирается 3 случайных высказывания, которые нужно распределить по трём группам.



Клещевина содержит большой набор биологически активных веществ. Она издревле используется в народной и современной медицине. Всем хорошо известно касторовое (клещевинное) масло «касторка». Однако, хорошо известно, что некоторые вещества в клещевине представляют собой сильные яды. Например, если белковую вытяжку из семян клещевины смешать в пробирке с кровью, то эритроциты крови агглютинируют и затем разрушаются, т.е. произойдет гемолиз. Если немного такой вытяжки ввести подопытному животному в кровь, гемагглютинации и гемолиза не произойдет. Если спустя две недели взять у животного пробу крови и смешать с вытяжкой, то гемолиза также не будет. Исходя из этих наблюдений, можно сделать следующие выводы:

Пример высказываний и правильных ответов:

**1. Введение животному в малых количествах вытяжки белков клещевины приводит к образованию антител к токсину.**

Постановка эксперимента типична для опытов, в которых получают сыворотку с антителами к какому-либо токсину. В ходе аналогичных опытов и было сформулировано понятие антител. Поэтому можно сказать, что данное утверждение прямо следует из результатов эксперимента.

**2. Один из белков в вытяжке клещевины попадает в клетку, и затем расщепляет рибосомальную РНК. При этом синтез белка на рибосоме полностью и необратимо блокируется.**

Высказывание верное. Правильно описан механизм действия токсина клещевины (рицина) на клетки животных. Однако в описанном эксперименте синтез белка в клетках не исследовали, поэтому прямо из эксперимента это высказывание не следует.

**3. Кровь подопытного животного содержит разные популяции эритроцитов. Чувствительные к токсину клещевины эритроциты погибли при первом контакте с токсином, а все оставшиеся эритроциты устойчивы к токсину.**

Неверное высказывание. Можно показать, что все эритроциты участвуют в реакции гемолиза, нет каких-то «чувствительных» и «нечувствительных». Кроме того, в ходе эксперимента популяция эритроцитов успевает частично обновиться. Высказывание содержит ошибки, оно принципиально неверно.

**Желаем всем участникам дальнейших успехов!**  
**Методическая комиссия олимпиады «Ломоносов-2015»**  
**по биологии.**

# Ломоносов-2014/2015. Биология

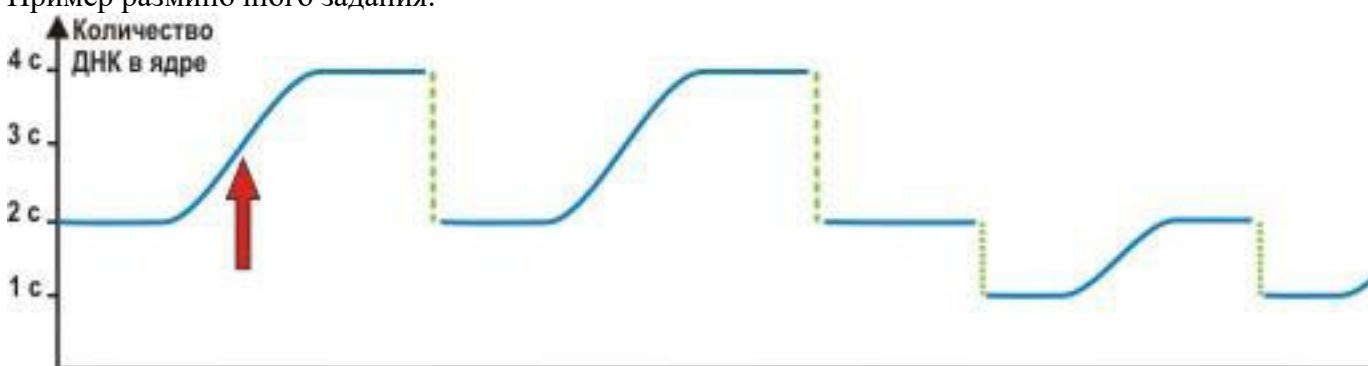
## Подходы к решению задания I отборочного тура

### Тестовая часть

Разминочное задание состоит из одного вопроса, за правильное решение которого вы можете получить 1 балл. После отправки разминочного задания вам становится доступным основное задание. Основное задание открывается в любом случае: как если вы отправили правильный, так и если вы отправили неправильный ответ.

Разминочное задание выбирается случайным образом из базы данных.

Пример разминочного задания.



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

- a) 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 2с до уровня 4с, очевидно, что происходит синтез ДНК. Это соответствует синтетической фазе (она входит в интерфазу).

Первые 19 вопросов представляют собой тест с выбором одного правильного решения из 4 возможных. За каждый правильный ответ вы получаете 1 балл. 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 правильные ответы на те вопросы, на которые вы отвечали, будут доступны только вам лично, но только после прохождения всех туров отборочного этапа олимпиады «Ломоносов» – не ранее середины января 2016 г.

Суммарно за вопрос разминки и вопросы тестов можно получить до 20 баллов.

### Ботаника

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.

Допустим, что из базы данных вы получили следующую фотографию.



Это растение – *Чинара* или *Платан восточный* (*Platanus orientalis*). Знать название растения для успешного прохождения теста не обязательно. Мы предполагаем, что в случае необходимости вы можете отыскать значение незнакомых терминов по справочной литературе и/или в Интернете.

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. Листорасположение очередное... **2**  
+ . Листорасположение супротивное или мутовчатое ... **17**

Цифрой **1** обозначена **ступень**. Выделенное синим цветом высказывание называется **тезой**, а выделенное розовым – **антитезой**.

Рассматривая фотографию и опираясь на сведения о строении побегов платана, необходимо выбрать, какое из высказываний больше подходит: теза или антитеза? Очевидно, что в случае платана листорасположение очередное. Следовательно, нужно выбрать **тезу**. После тезы стоит ещё одна цифра – **2**. Это – отсылка на следующую ступень (в данном случае – вторую). Если бы плод был другого строения, и мы бы выбрали антитетзу, то тогда нужно переходить на ступень **17**.

Итак, мы выбрали тезу, и переходим на ступень 2:

2. Хорошо выражена специализация побегов на ауксибласти и брахибласти... **3**  
+ . Ясно выраженной специализации побегов на ауксибласти и брахибласти нет. **8**

Поскольку у платана все побеги в равной мере участвуют в росте, формировании листьев и цветении, то специализация побегов не выражена. Выбираем **антитетзу** и переходим на ступень **8**.

- 8(2).** Побеги несут колючие части ... **9**  
+ . Побеги без колючек ... **14**

У платана, с очевидностью, колючих частей нет. Поэтому необходимо выбрать **антитезу** и переходить на ступень **14**.

**14(8).** На фотографии представлен хотя бы один моноподиально возобновляющийся побег ... **15**

+. На фотографии моноподиально возобновляющиеся побеги не представлены ... **16**

Этот вопрос требует внимательности при рассмотрении фотографии. При необходимости вы можете увеличить исходное изображение. Красной стрелкой на фотографии мы отметили моноподиально возобновляющийся побег (с верхушечной почкой). [В самом задании красной стрелки нет!] Таким образом, моноподиальные побеги есть, нужно выбрать **тезу** и переходить на ступень **15**.

**15.** Листочки сложного листа цельные ... **Буква шифра Н.**

+. Листья с острыми лопастями ... **Буква шифра О.**

Как видно на фотографии, листья у платана простые, пальчато-лопастные с острыми лопастями. Таким образом, Таким образом, мы должны выбрать **антитезу**. Здесь больше нет отсылок на следующие ступени. Мы пришли к **букве шифра О**, которая и является правильным ответом к данной фотографии. Её нужно впечатать в поле ответа, находящееся под фотографией. Еще раз убедитесь, что вы используете русскую раскладку клавиатуры.



Букву **O** напечатайте в этом поле

**Печатать цифры в поле ответа запрещается! Ответ не будет засчитан!**

**Зоология (ключ)**

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 **Щитник линейчатый** или **Графозома линейчатая** (*Graphosoma lineatum*). Для выполнения задания знать название насекомого не обязательно. Далее синим цветом выделен правильный ход определения данной птицы. Правильный ответ – **буква шифра Б.**

### Определительный ключ

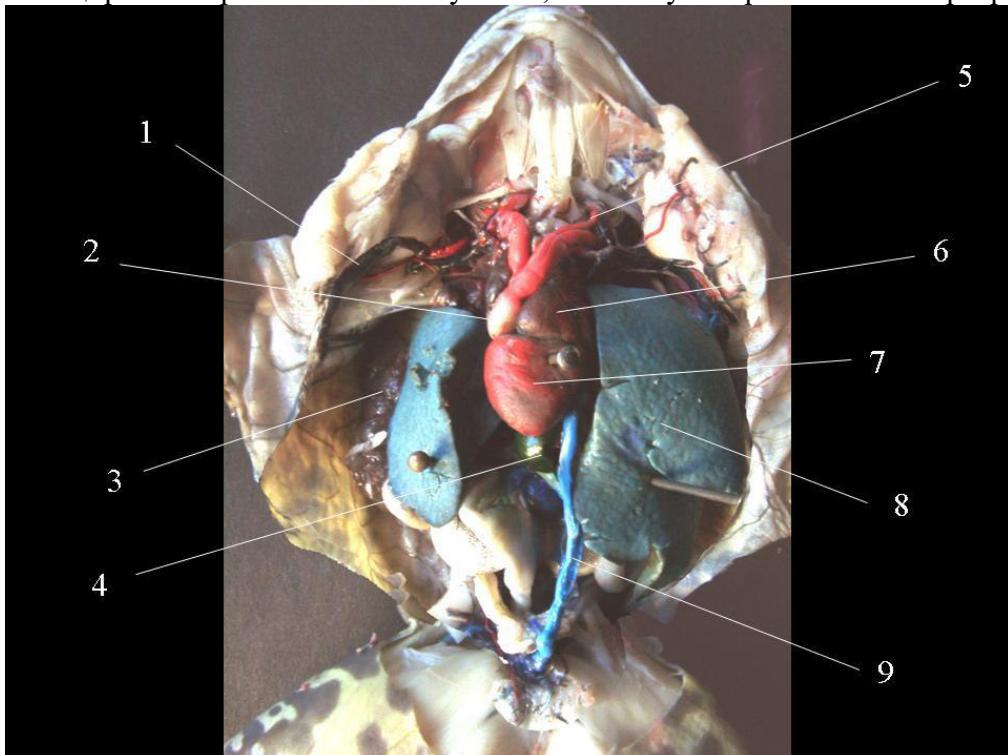
1. Голова вытянута в головотрубку в виде клюва....**Буква шифра А**  
+. Голова не вытянута в головотрубку в виде клюва ... 2
2. Ротовой аппарат в виде членистого хоботка ... 3  
+. Ротовой аппарат другого типа ... 4
3. Крылья в покое сложены плоско на брюшке, или щиток почти или полностью доходит до конца брюшка ....**Буква шифра Б.**  
+. Крылья в покое сложены крышеобразно...**Буква шифра В**
- 4 (2). Крыльев две пары....5  
+. Крыльев одна пара....14
5. Передняя пара крыльев кожистая, вторая – мембранные ...6  
+. Две пары крыльев мембранные ... 9
6. Клешневидные придатки на конце брюшка есть ..... **Буква шифра Г.**  
+. Клешневидных придатков на конце брюшка нет ... 7
8. Длина антенн примерно в половину тела насекомого ... **Буква шифра Д.**  
+. Длина антенн короче 1/3 тела насекомого ... **Буква шифра Е.**
- 9(5). Крылья частично, а тело полностью покрыто чешуйками ... **Буква шифра Ж.**  
+. Крылья без чешуек ... 10
10. Хвостовые нити есть. (Они не являются яйцекладами) ... **Буква шифра З**  
+. Хвостовые нити отсутствуют, но может быть длинный яйцеклад ... 11
11. Усики значительно короче головы, практически не видны ... **Буква шифра И.**  
+. Усики длиннее головы... 12
12. Крылья большие, в мелкую сеточку. Передние и задние крылья почти одинаковы по размеру ... **Буква шифра К**

- +. Крылья с меньшим количеством жилок, переднее крыло меньше заднего... 13.
13. Брюшко вытянутое, узкое. Длина превышает ширину брюшка в 4 и более раз ... **Буква шифра Л.**
- +. Брюшко широкое, овальное. Длина превышает ширину брюшка не более, чем в 2–3 раза... **Буква шифра М.**
- 14(4). Антенны длиннее головы и пронотума ... **Буква шифра Н.**
- +. Антенны более короткие, часто в виде щетинки ... 15
15. Крылья пестрые. Брюшко удлиненное, яйцеклад выступает ... **Буква шифра О**
- +. Крылья одноцветные. Брюшко более широкое и короткое, яйцеклад не виден ... **Буква шифра П.**

### Зоология беспозвоночных - задание 1

Максимальный балл за задание – 9 баллов.

Перед Вами препарат, иллюстрирующий внутреннее строение лягушки. Рассмотрите его и сопоставьте цифровым обозначениям на рисунке соответствующие названия органов. (Имейте в виду, что на препарате некоторые вышележащие органы могут быть удалены, чтобы добраться до нижележащих. Кровеносная система на препарате инъецирована красной и синей гуашью, чтобы лучше распознавать артерии и вены.)

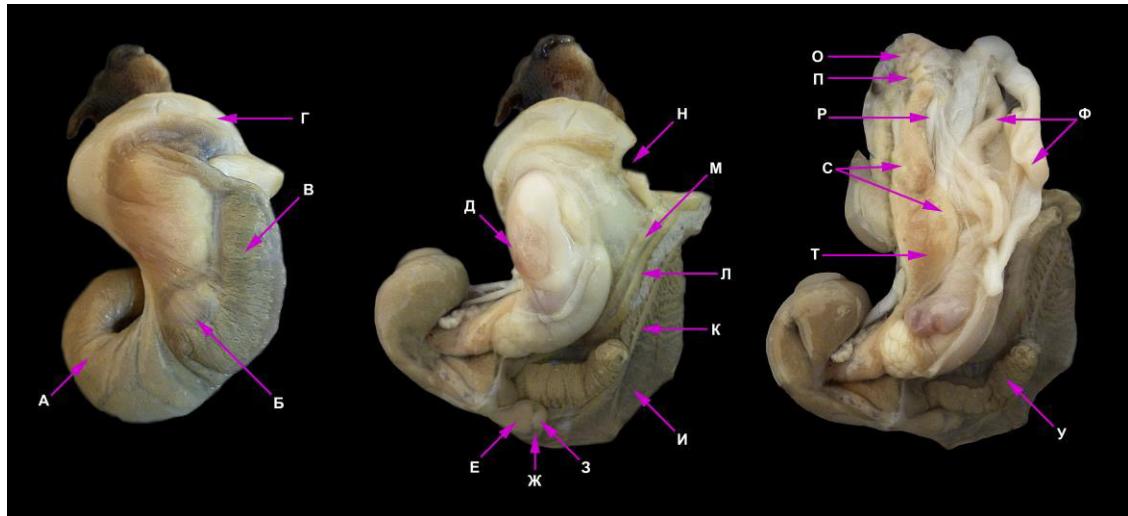


#### Правильные ответы:

- 1 – Большая кожная вена
- 2 – Артериальный конус
- 3 – Лёгкие
- 4 – Желчный пузырь
- 5 – Сонная артерия
- 6 – Левое предсердие
- 7 – Желудочек
- 8 – Печень
- 9 – Брюшная вена

## Зоология беспозвоночных - задание 2

Максимальный балл за задание – 10 баллов.



(ОДИН И ТОТ ЖЕ ВАРИАНТ ОТВЕТА МОЖЕТ СООТВЕТСТВОВАТЬ БОЛЕЕ ЧЕМ ОДНОЙ БУКВЕ НА ФОТО, если один и тот же орган обозначен на двух разных изображениях)

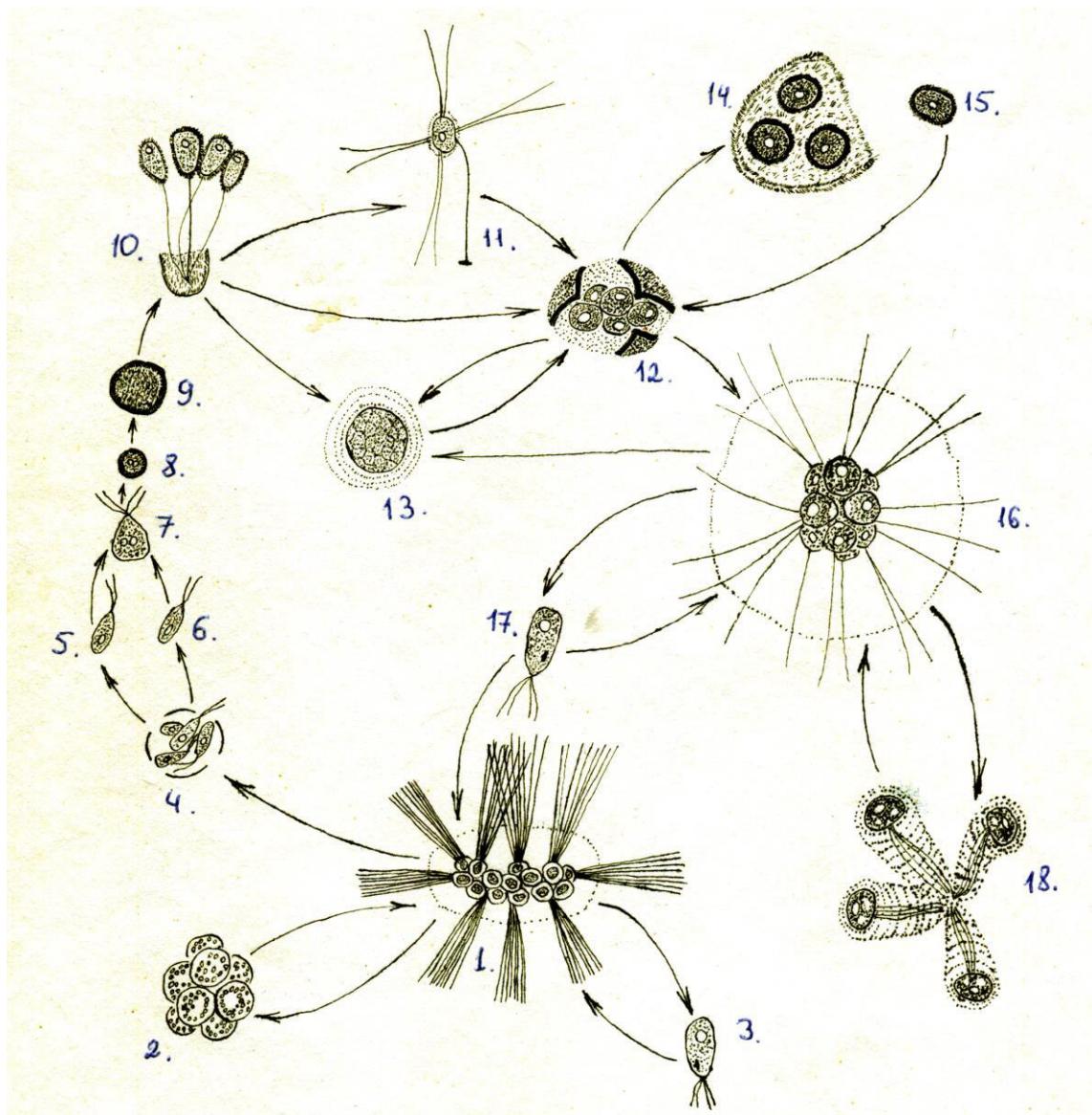
На фото изображен сухопутный брюхоногий моллюск – Ахатина (*Achatina*).

**Правильные ответы:**

- А – печень
- Б – перикард
- В – почка
- Г – край мантии
- Д – зоб
- Е – желудочек
- Ж – перикард
- З – предсердие
- И – мантия
- К – лёгочная вена
- Л – мочеточник
- М – задняя кишка
- Н – пневмостом
- О – глотка
- П – нервная система
- Р – ретрактор головы
- С – слюнные железы
- Т – зоб
- У – почка
- Ф – половая система

## Жизненные циклы

Максимальный балл за задание – 9 баллов (по 0,25 балла за каждый правильный ответ).



На рисунке представлен жизненный цикл одного из представителей Зеленых водорослей (Chlorophyceae).

Поскольку для зеленых водорослей характерны жизненные циклы с редуцированной диплофазой (диплофаза соответствует только зиготе и зигоспоре), то все задание сводится к тому, чтобы найти половой процесс (слияние гамет) и зиготу. Первое же деление зиготы будет редукционным (мейоз). Все остальные стадии относятся к гаплофазе.

### Правильные ответы:

Для каждой из стадий, обозначенных цифрами, в одном из полей ответа укажите пloidность.

1. гаплоидная
2. гаплоидная
3. гаплоидная
4. гаплоидная
5. гаплоидная

6. гаплоидная
7. диплоидная
8. диплоидная
9. диплоидная
10. гаплоидная
11. гаплоидная
12. гаплоидная
13. гаплоидная
14. гаплоидная
15. гаплоидная
16. гаплоидная
17. гаплоидная
18. гаплоидная

Укажите типы клеток или процессы, обозначенные цифрами на рисунке.

1. не соответствует ни одному из указанных типов клеток / процессов
2. не соответствует ни одному из указанных типов клеток / процессов
3. не соответствует ни одному из указанных типов клеток / процессов
4. гаметы
5. гаметы
6. гаметы
7. изогамный половой процесс
8. зигота (зигоспора)
9. зигота (зигоспора)
10. мейоз
11. не соответствует ни одному из указанных типов клеток / процессов
12. не соответствует ни одному из указанных типов клеток / процессов
13. не соответствует ни одному из указанных типов клеток / процессов
14. не соответствует ни одному из указанных типов клеток / процессов
15. не соответствует ни одному из указанных типов клеток / процессов
16. не соответствует ни одному из указанных типов клеток / процессов
17. не соответствует ни одному из указанных типов клеток / процессов
18. не соответствует ни одному из указанных типов клеток / процессов

### **Физиология животных – эксперимент**

Это задание индивидуально. Из базы данных для вас подбирается 5 случайных высказываний, которые нужно распределить по трём группам.  
Максимальный балл за задание – 5 баллов.



Клещевина содержит большой набор биологически активных веществ. Она издревле используется в народной и современной медицине. Всем хорошо известно касторовое (клещевинное) масло «касторка». Однако, хорошо известно, что некоторые вещества в клещевине представляют собой сильные яды. Например, если белковую вытяжку из семян клещевины смешать в пробирке с кровью, то эритроциты крови агглютинируют и затем разрушаются, т.е. произойдет гемолиз. Если немного такой вытяжки ввести подопытному животному в кровь, гемагглютинации и гемолиза не произойдет. Если спустя две недели взять у животного пробу крови и смешать с вытяжкой, то гемолиза также не будет.

Исходя из этих наблюдений, можно сделать следующие выводы:

Пример высказываний и правильных ответов:

**1. В клещевине содержится гемолитический токсин.**

Поскольку в ходе эксперимента наблюдался гемолиз, то наличие гемолитического токсина в белковой вытяжке семян клещевины прямо следует из эксперимента.

**2. Эритроциты подопытного животного начинают вырабатывать антитоксин, и поэтому реакция гемолиза невозможна.**

Эритроциты – высоко специализированные клетки, которые не способны вырабатывать антитоксины. Поэтому высказывание принципиально неверное.

**3. Токсин, попадая в организм животного, захватывается клетками печени и разрушается.**

Высказывание верное. В принципе многие токсины действительно поглощаются клетками печени. Но при описанном эксперименте клетки печени не исследовали, поэтому прямо из эксперимента это высказывание не следует.

### Творческое задание

Творческое задание предполагает написание эссе (решения) в текстовом виде, которое проверяет эксперт. Максимальный суммарный балл за это задание – 23 балла.



Фото с сайта

<http://ourenvironment.berkeley.edu/wp-content/uploads/2012/11/drosophila670.jpg>

На гавайских островах под тенью бананов на различных остатках сладких фруктов кипит мухиная жизнь. Туда слетаются плодовые мушки-дрозофилы разных видов (*Drosophila* sp.). Чтобы не перепутать «своих» и «чужих», у каждого вида есть свой особый способ ухаживания. Самцы устраивают турниры, бодаясь головами с широко расставленными глазами, провожают своих избранниц вдоль ломтика фрукта и с помощью жужжалец поют им самые настоящие песни. Женская половина довольно капризна и старается всесторонне оценить певца. Если песня понравилась, дама щекочет кавалера лапкой по брюшку, и тогда он исполняет свою песню «на бис». В конце концов, завязывается знакомство, и дрозофилы обзаводятся потомством.

Однако в популяциях время от времени попадаются самцы, не умеющие правильно петь (назовем их «плохими певцами»). Шансов оставить потомство у них не было бы, если бы в той же популяции не встречались «неразборчивые дамы», которые образуют пару, не вслушиваясь в песню.

Таким образом, в популяции всё время идет половой отбор. «Разборчивые» дрозофилы выбирают только «хороших певцов», а «неразборчивые» – как «хороших», так и «плохих».

Давайте создадим модель наследования певческих талантов и разборчивости в музыке. Пусть за пение отвечает ген **R**, который сцеплен с половой хромосомой. Рецессивный аллель **r** будет кодировать певческий талант, а доминантный **R** – отсутствие таланта. Понятно, что у женских особей этот талант не проявится.

За разборчивость будет отвечать ген **A**, который расположен в аутосоме. Если дрозофиле получила доминантный аллель **A**, она будет тонкой ценительницей песен. Рецессивный аллель **a** будет определять неразборчивость. У самцов этот признак не проявляется. А теперь поставим эксперимент в рамках модели. Допустим, что мы поймали в природе «хорошего певца» и «тонкую ценительницу». В лаборатории от них получили многочисленное потомство. Оказалось, что только половина самцов в первом поколении умели хорошо петь, и три четверти самок были ценительницами песен.

Поскольку задание творческое, мы приводим лишь краткие ответы на поставленные вопросы.

А. Предложите генотипы исходной родительской пары.

Самка:

**Aa Rr**

Самец:

**Aa r (Y)**

Б. После этого всех потомков первого поколения перемешаем и случайным образом рассадим по парам в отдельные пробирки так, чтобы в каждой оказались один самец и одна самка.

В скольких процентах пробирок получится потомство – **62,5%**

В скольких процентах случаев самка отвергнет ухаживания – **37,5%**

В. Рассчитайте расщепление по фенотипам во втором поколении среди самцов и дайте ответ в процентах

«Хороших певцов» – **75 %**

«Плохих певцов» – **25 %**

Г. Рассчитайте расщепление по фенотипам во втором поколении среди самок и дайте ответ в процентах

«Разборчивых» – **70 %**

«Неразборчивых» – **30 %**

Желаем дальнейших успехов!

Методическая комиссия олимпиады «Ломоносов-2015» по биологии.

# Ломоносов-2015/2016. Биология

## Подходы к решению задания II отборочного тура

### Тестовая часть

Разминочное задание состоит из одного вопроса, за правильное решение которого вы можете получить 1 балл. После отправки разминочного задания вам становится доступным основное задание. Основное задание открывается в любом случае: как если вы отправили правильный, так и если вы отправили неправильный ответ.

Разминочное задание выбирается случайным образом из базы данных.

Пример разминочного задания.



Укажите родину этого растения.

Выберите один ответ:

- а. Россия, Финляндия, Швеция
- б. Бразилия, Чили, Перу
- с. Канада, Мексика, США
- д. Китай, Корея, Япония

На фотографии представлена плодоносящая ветвь **Клёна ясенелистного или американского** (*Acer negundo*). Родина этого растения – Северная Америка. Вид обладает достаточно широким ареалом. Кроме того, он широко распространился в районах интродукции.

Правильным ответом будет **с. Канада, Мексика, США**

Первые 19 вопросов представляют собой тест с выбором одного правильного решения из 4 возможных. За каждый правильный ответ вы получаете 1 балл. 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 правильные ответы на те вопросы, на которые вы отвечали, будут доступны только вам лично, но только после прохождения всех туров отборочного этапа олимпиады «Ломоносов» – не ранее середины января 2016 г.

Суммарно за вопрос разминки и вопросы тестов можно получить до 20 баллов.

## Ботаника

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.

Допустим, что из базы данных вы получили следующую фотографию.



Это растение – *Барбарис* (*Berberis*). Поскольку растение широко известно, можно воспользоваться справочной информацией для того, чтобы правильно ответить на некоторые вопросы в ключе. Мы также предполагаем, что в случае необходимости вы можете отыскать значение незнакомых терминов по справочной литературе и/или в Интернете.

Правильные ответы при определении выделены цветом.

### Определительный ключ

1. Листорасположение очередное...2
- + Листорасположение супротивное или мутовчатое ... 17
2. Хорошо выражена специализация побегов на ауксибласты и брахибласты...3  
[красная стрелка на рисунке показывает на брахиblast]  
+ Ясно выраженной специализации побегов на ауксибласты и брахибласты нет ... 8
3. Зеленые (фотосинтезирующие) листья есть только на брахибластах, ауксибласты лишены зеленых листьев [эти сведения можно найти в справочной литературе]... 4  
+ Зеленые листья есть как на брахибластах, так и на ауксибластах ... 7
4. Ауксибласты выполняют функцию защиты от крупных травоядных. [На фото видны видоизмененные листья – колючки, которые расположена на ауксибластах. На них показывает синяя стрелка] На брахибластах число листьев варьирует ... 5  
+ Ауксибласты несут только чешуевидные листья и не выполняют функции защиты от травоядных. На брахибластах число зеленых листьев более-менее постоянное ... 6

5. Листья цельные, иногда по краям зубчатые [эти сведения можно найти в справочной литературе]... **Буква шифра А.**
- +. Листья лопастные, городчатые по краю ... **Буква шифра Б.**
- 6(4). Каждый брахибласт всегда образует только 2 зеленых листа ... **Буква шифра В.**
- +. Каждый брахибласт чаще всего образует 5 зеленых листьев (в редких случаях их бывает 4 или 6) ... **Буква шифра Г.**
- 7(3). Брахибласти специализируются на функции цветения и плодоношения ... **Буква шифра Д.**
- +. Брахибласти специализируются на функции фотосинтеза ... **Буква шифра Е.**
- 8(2). Побеги несут колючие части ... 9
- +. Побеги без колючек ... 14
9. Колючие части – выросты эпидермиса (шипы) ... 10
- +. Эпидермис не образует шипов ... 12
10. Листья пальчатосложные ... **Буква шифра Ж.**
- +. Листья тройчатые или непарноперистосложные ... 11
11. Околоплодник сухой, цветоложе вогнутое ... **Буква шифра З.**
- +. Околоплодник сочный, цветоложе выпуклое ... **Буква шифра И.**
- 12(9). Колючки образованы концами веточек ... **Буква шифра К.**
- +. Колючки образованы частями листа: либо они представляют собой видоизмененные прилистники, либо колючие кончики листьев ... 13.
13. Побеги специализированы на ортотропный (главный) и диагеотропные (боковые побеги)... **Буква шифра Л.**
- +. Побеги без выраженной специализации, боковые побеги могут расти в разных направлениях... **Буква шифра М.**
- 14(8). На фотографии представлен хотя бы один моноподиально возобновляющийся побег ... 15
- +. На фотографии моноподиально возобновляющиеся побеги не представлены ... 16
15. Листочки сложного листа цельные ... **Буква шифра Н.**
- +. Листья с острыми лопастями ... **Буква шифра О.**
- 16(14). Все соцветия боковые ... **Буква шифра П.**
- +. Хотя бы часть соцветий терминальные (заканчивают собой ростовые побеги) ... **Буква шифра Р.**
- 17(1). Листья мелкие, чешуевидные, прижатые к стеблю ... **Буква шифра С.**
- +. Листья с более-менее развитыми листовыми пластинками, отстоят от стебля ... 18
18. Соцветия терминальные (заканчивают собой ростовые побеги) ... 19
- +. Соцветия расположены на укороченных боковых веточках ... 20
19. На фотографии представлен хотя бы один моноподиально возобновляющийся побег ... **Буква шифра Т.**
- +. На фотографии моноподиально возобновляющиеся побеги не представлены ... **Буква шифра У.**
- 20(18). Листовые пластинки с отдельными зубцами по краю. Плод распадается на несколько частей, каждая из которых асимметрична ... **Буква шифра Ф.**
- +. Листовые пластинки без крупных зубцов по краю. Плод не распадается, симметричен ... **Буква шифра Х.**

Правильный ответ в данном случае:  
**Шифр А.**

## Зоология (ключ)

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.



На фото изображен один из представителей отряда **Перепончатокрылых** (Hymenoptera), подотряда **Наездников** (Parasitica). Это – широко известная группа насекомых, поэтому некоторые характеристики можно найти в справочной литературе. Далее синим цветом выделен правильный ход определения данного насекомого.

### Определительный ключ

1. Голова вытянута в головотрубку в виде клюва....**Буква шифра А**  
+. Голова не вытянута в головотрубку в виде клюва ... 2
2. Ротовой аппарат в виде членистого хоботка ... 3  
+. Ротовой аппарат другого типа ... 4
3. Крылья в покое сложены плоско на брюшке, или щиток почти или полностью доходит до конца брюшка ....**Буква шифра Б.**  
+. Крылья в покое сложены крышеобразно...**Буква шифра В**
- 4 (2). Крыльев две пары [красные стрелки показывают на первую и вторую пару крыльев]....5  
+. Крыльев одна пара....14
5. Передняя пара крыльев кожистая, вторая – мембранные ...6  
+. Две пары крыльев мембранные ... 9
6. Клешневидные придатки на конце брюшка есть ..... **Буква шифра Г.**  
+. Клешневидных придатков на конце брюшка нет ...7
8. Длина антенн примерно в половину тела насекомого ... **Буква шифра Д.**  
+. Длина антенн короче 1/3 тела насекомого ... **Буква шифра Е.**
- 9(5). Крылья частично, а тело полностью покрыто чешуйками ... **Буква шифра Ж.**

- +. Крылья без чешуек ... 10
- 10. Хвостовые нити есть. (Они не являются яйцекладами) ... **Буква шифра З**
- +. Хвостовые нити отсутствуют, но может быть длинный яйцеклад [Эти сведения можно найти в справочной литературе. При сушке яйцеклад распадается на три части, показаны синими стрелками на рисунке]... 11
- 11. Усики значительно короче головы, практически не видны ... **Буква шифра И.**
- +. Усики длиннее головы... 12
- 12. Крылья большие, в мелкую сеточку. Передние и задние крылья почти одинаковы по размеру ... **Буква шифра К**
- +. Крылья с меньшим количеством жилок, переднее крыло меньше заднего...13.
- 13. Брюшко вытянутое, узкое. Длина превышает ширину брюшка в 4 и более раз ... **Буква шифра Л.**
- +. Брюшко широкое, овальное. Длина превышает ширину брюшка не более, чем в 2–3 раза... **Буква шифра М.**
- 14(4). Антенны длиннее головы и пронотума ... **Буква шифра Н.**
- +. Антенны более короткие, часто в виде щетинки ... 15
- 15. Крылья пестрые. Брюшко удлиненное, яйцеклад выступает ... **Буква шифра О**
- +. Крылья одноцветные. Брюшко более широкое и короткое, яйцеклад не виден ... **Буква шифра П.**

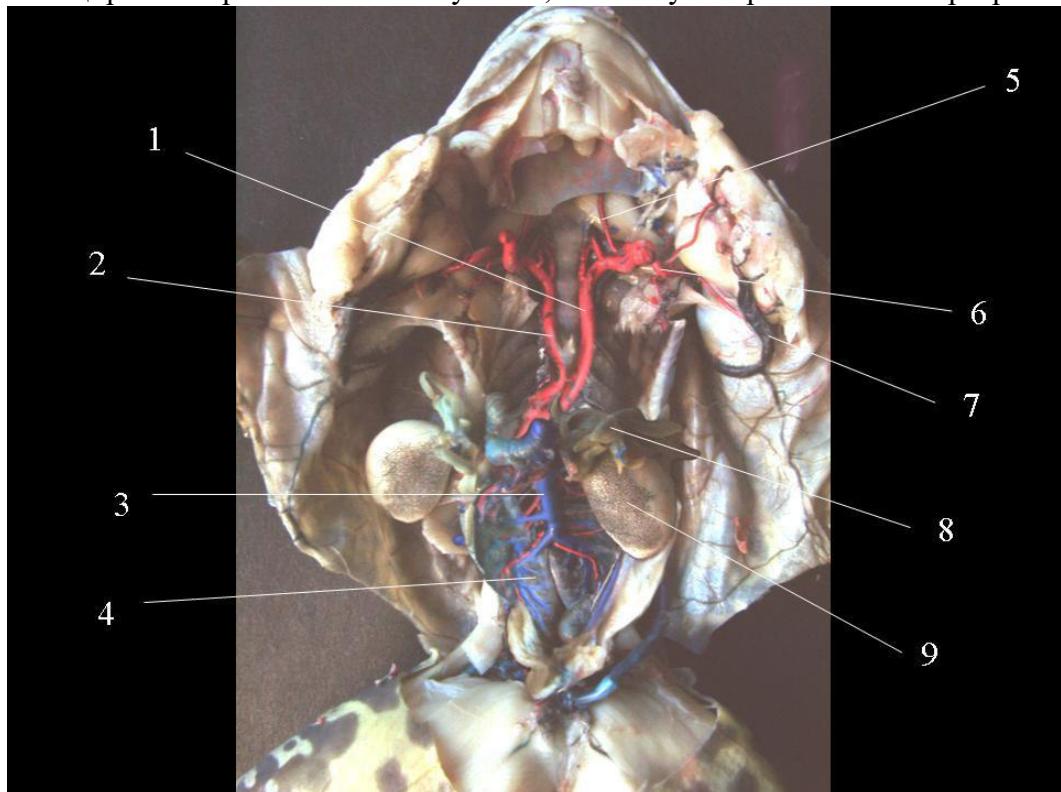
Правильный ответ в данном случае:

**Шифр Л.**

## Зоология позвоночных - задание 1

Максимальный балл за задание – 9 баллов.

Перед Вами препарат, иллюстрирующий внутреннее строение лягушки. Рассмотрите его и сопоставьте цифровым обозначениям на рисунке соответствующие названия органов. (Имейте в виду, что на препарате некоторые вышележащие органы могут быть удалены, чтобы добраться до нижележащих. Кровеносная система на препарате инъецирована красной и синей гуашью, чтобы лучше распознавать артерии и вены.)



Выберите из всплывающего списка название каждого органа, обозначенного цифрой на рисунке.

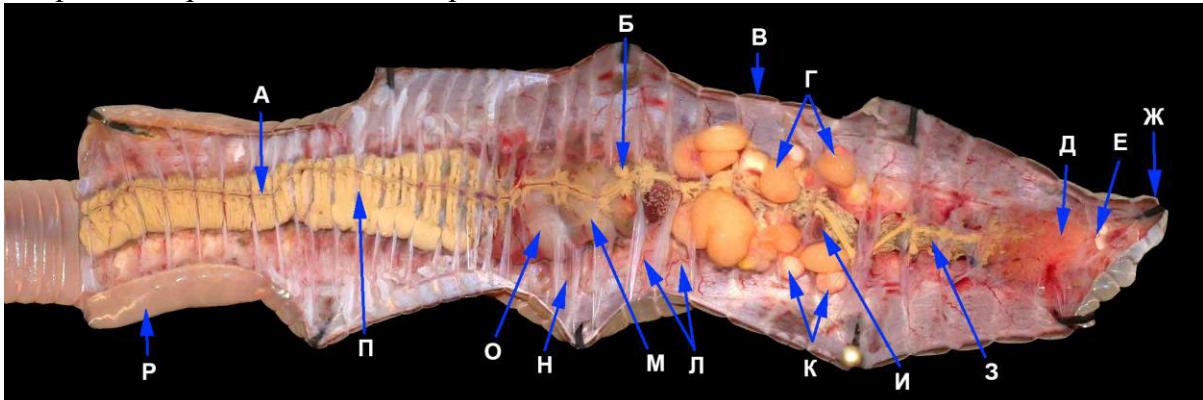
### Правильные ответы:

- 1 – Левая дуга аорты
- 2 – Правая дуга аорты
- 3 – Задняя полая вена
- 4 – Почка
- 5 – Сонная артерия
- 6 – Подключичная артерия
- 7 – Большая кожная вена
- 8 – Жировые тела
- 9 – Семенник

## Зоология беспозвоночных - задание 2

Максимальный балл за задание – 8,5 баллов.

На фото изображен дождевой червь.



Выберите из всплывающего списка название каждого органа, обозначенного цифрой на рисунке.

### Правильные ответы:

- А – спинной сосуд
- Б – хлорагенные клетки
- В – кожно-мускульный мешок
- Г – семенные мешки
- Д – глотка
- Е – надглоточный ганглий
- Ж – головная лопасть
- З – пищевод
- И – «сердце»
- К – семяприемники
- Л – метафридии
- М – зоб
- Н – поперечная септа
- О – мускульный желудок
- П – средняя кишка
- Р – поясок
- С – анальное отверстие

По техническим причинам часть рисунка с указателем "С" не вошла в задание.

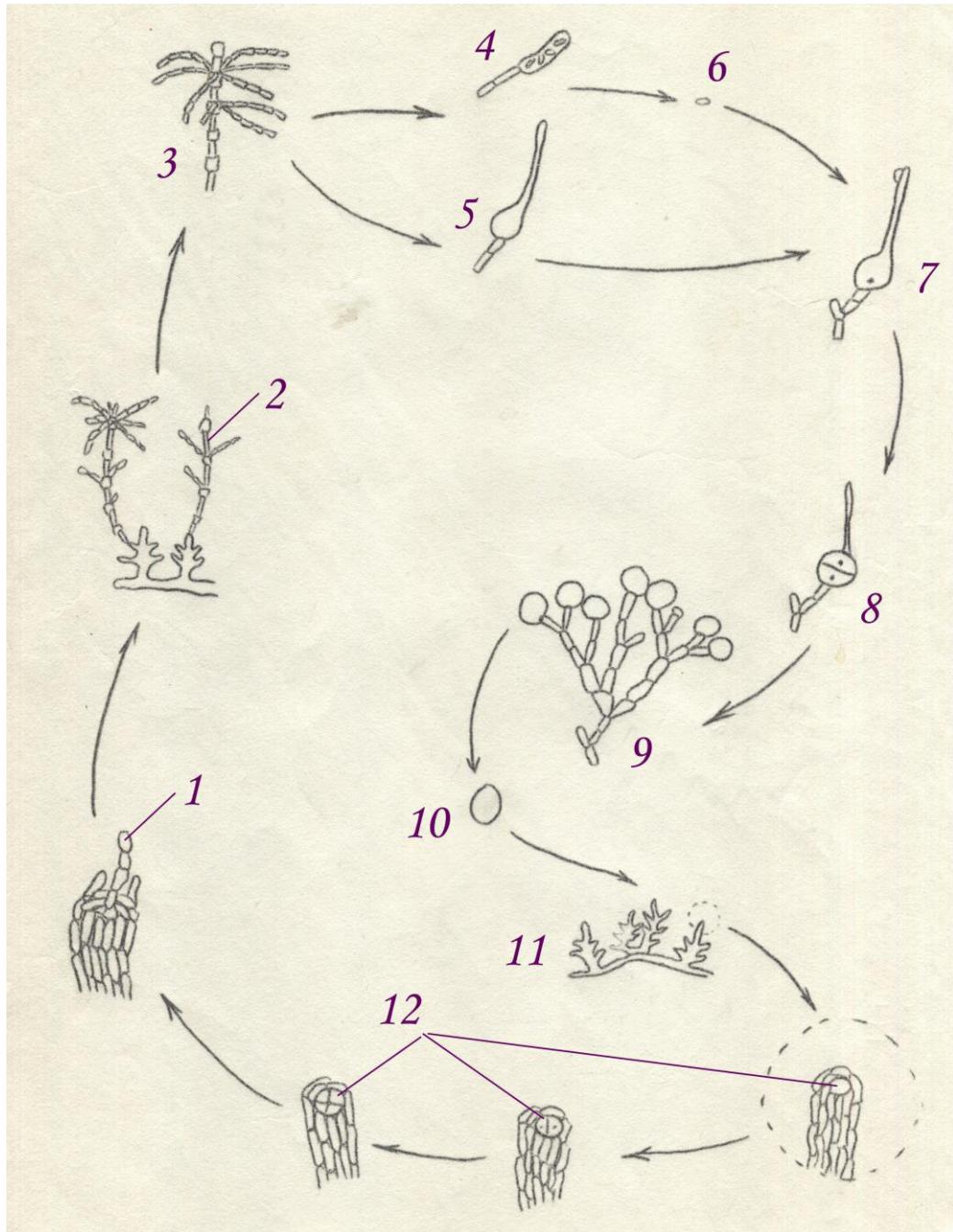
Нужно было заполнить в поле С правильный ответ – анальное отверстие.

Соответствующая инструкция была доступна участникам олимпиады.

Анальное отверстие не видно на фотографии.

## Жизненные циклы

Максимальный балл за задание – 11,5 баллов (по 0,5 балла за каждый правильный ответ).



На рисунке представлен жизненный цикл одной из красных водорослей (Rhodophyta).

Для красных водорослей характерно отсутствие в жизненном цикле жгутиковых стадий. Половой процесс – оогамный. Очевидно, что на рис. 7 показано слияние гамет. Соответственно, 5 – это женская гамета, а 6 – мужская гамета. На рис. 4 показан гаметангий, от которого идет стрелка к 6. Соответственно, именно на этой стадии должны образоваться мужские гаметы. Рис. 8 – это первое деление зиготы.

Для описания жизненного цикла красных водорослей используют специфическую терминологию.

Так, выясняя значение термина «гонимобласт», можно найти следующее описание (см. <http://biofile.ru/bio/15696.html> ).

«У одних красных водорослей содержимое зиготы делится с образованием неподвижных голых спор — карпоспор, у других из оплодотворенного карпогона образуется система специальных диплоидных нитей — гонимобластов, клетки которых превращаются в карпоспорангии, производящие по одной диплоидной карпоспоре.»

Очевидно, что на рис. 9 представлена именно такая система ветвящихся нитей, каждая из которых заканчивается карпоспорангием с единственной карпоспорой. На рис. 10 показана отдельная карпоспора.

Изучая справочную литературу, находим описание поведения карпоспор при прорастании (см. <http://biofile.ru/bio/15696.html>):

«Карпоспоры прорастают с образованием диплоидного нитчатого тетраспорофита, на котором в результате мейоза образуются гаплоидные тетраспоры, дающие начало гаметофитам.»

На рис. 11 представлен тетраспорофит. Однако в списке терминов он не представлен. Поэтому нужно выбрать «не соответствует ни одному из указанных типов клеток / процессов»

Цифрой 12 показаны последовательные стадии мейоза и образованием тетрады.

Теперь понятно, что цифрами 1, 2 и 3 обозначена гаплоидная фаза – гаметофит. Этот термин также в списке не представлен. Поэтому также нужно выбрать «не соответствует ни одному из указанных типов клеток / процессов»

### **Правильные ответы:**

Укажите типы клеток или процессы, обозначенные цифрами на рисунке. В случае, если на рисунке даны несколько типов клеток, выбирайте ту, на которую показывает указатель.

1. не соответствует ни одному из указанных типов клеток / процессов
2. не соответствует ни одному из указанных типов клеток / процессов
3. не соответствует ни одному из указанных типов клеток / процессов
4. образование мужских гамет
5. женская гамета
6. мужская гамета
7. ооогамный половой процесс
8. деление зиготы
9. не соответствует ни одному из указанных типов клеток / процессов
10. карпоспора
11. не соответствует ни одному из указанных типов клеток / процессов
12. мейоз

Для каждой из стадий, обозначенных цифрами, в одном из полей ответа укажите пloidность.

1. гаплоидная
2. гаплоидная
3. гаплоидная
4. гаплоидная
5. гаплоидная
6. гаплоидная
7. диплоидная
8. диплоидная
9. диплоидная
10. диплоидная
11. диплоидная

Поскольку в ходе мейоза пloidность клеток меняется, для рис. 12 нельзя указать какую-то одну пloidность.

## Физиология животных – эксперимент

Это задание индивидуально. Из базы данных для вас подбирается 5 случайных высказываний, которые нужно распределить по трём группам.  
Максимальный балл за задание – 5 баллов.



Клещевина содержит большой набор биологически активных веществ. Она издревле используется в народной и современной медицине. Всем хорошо известно касторовое (клещевинное) масло «касторка». Однако, хорошо известно, что некоторые вещества в клещевине представляют собой сильные яды. Например, если белковую вытяжку из семян клещевины смешать в пробирке с кровью, то эритроциты крови агглютинируют и затем разрушаются, т.е. произойдет гемолиз. Если немного такой вытяжки ввести подопытному животному в кровь, гемагглютинации и гемолиза не произойдет. Если спустя две недели взять у животного пробу крови и смешать с вытяжкой, то гемолиза также не будет.

Исходя из этих наблюдений, можно сделать следующие выводы:

Пример высказываний и правильных ответов:

**1. Введение животному в малых количествах вытяжки белков клещевины приводит к образованию антител к токсину.**

Постановка эксперимента типична для опытов, в которых получают сыворотку с антителами к какому-либо токсину. В ходе аналогичных опытов и было сформулировано понятие антител. Поэтому можно сказать, что данное утверждение прямо следует из результатов эксперимента.

**2. Один из белков в вытяжке клещевины попадает в клетку, и затем расщепляет рибосомальную РНК. При этом синтез белка на рибосоме полностью и необратимо блокируется.**

Высказывание верное. Правильно описан механизм действия токсина клещевины (рицина) на клетки животных. Однако в описанном эксперименте синтез белка в клетках не исследовали, поэтому прямо из эксперимента это высказывание не следует.

**3. Кровь подопытного животного содержит разные популяции эритроцитов. Чувствительные к токсину клещевины эритроциты погибли при первом контакте с токсином, а все оставшиеся эритроциты устойчивы к токсину.**

Неверное высказывание. Можно показать, что все эритроциты участвуют в реакции гемолиза, нет каких-то «чувствительных» и «нечувствительных». Кроме того, в ходе эксперимента популяция эритроцитов успевает частично обновиться. Высказывание содержит ошибки, оно принципиально неверно.

## Творческое задание

Творческое задание предполагает написание эссе (решения) в текстовом виде, которое проверяет эксперт. Максимальный суммарный балл за это задание – 22 балла.



Фото с сайта

[http://scienceblogs.com/evolgen/wp-content/blogs.dir/296/files/2012/04/i-42ac6f091108d1eec88ab3f0c043d102-Drosophila\\_heteroneura2.jpg](http://scienceblogs.com/evolgen/wp-content/blogs.dir/296/files/2012/04/i-42ac6f091108d1eec88ab3f0c043d102-Drosophila_heteroneura2.jpg)

На Гавайских островах под тенью бананов на различных остатках сладких фруктов кипит мухинная жизнь. Туда слетаются плодовые мушки-дрозофилы разных видов (*Drosophila* sp.). Чтобы не перепутать «своих» и «чужих», у каждого вида есть свой особый способ ухаживания. Самцы устраивают турниры, бодаясь головами с широко расставленными глазами, провожают своих избранниц вдоль ломтика фрукта и с помощью жужжалец поют им самые настоящие песни. Женская половина довольно капризна и старается всесторонне оценить певца. Если песня понравилась, дама щекочет кавалера лапкой по брюшку, и тогда он исполняет свою песню «на бис». В конце концов, завязывается знакомство, и дрозофилы обзаводятся потомством. Однако в популяциях время от времени попадаются самцы, не умеющие правильно петь (назовем их «плохими певцами»). Шансов оставить потомство у них не было бы, если бы в той же популяции не встречались «неразборчивые дамы», которые образуют пару, не вслушиваясь в песню.

Таким образом, в популяции всё время идет половой отбор. «Разборчивые» дрозофилы выбирают только «хороших певцов», а «неразборчивые» – как «хороших», так и «плохих».

Давайте создадим модель наследования певческих талантов и разборчивости в музыке. Пусть за пение отвечает ген **R**, который расположен в одной из аутосом. Рецессивный

аллель  $r$  будет кодировать певческий талант, а доминантный  $R$  – отсутствие таланта. Понятно, что у женских особей этот талант не проявится.

За разборчивость будет отвечать ген  $A$ , который расположен в X-хромосоме. Если дрозофила получила рецессивный аллель  $a$ , она будет тонкой ценительницей песен. Доминантный аллель  $A$  будет определять неразборчивость. У самцов этот признак не проявляется.

А теперь поставим эксперимент в рамках модели. Допустим, что мы поймали в природе «хорошего певца» и «неразборчивую даму». В лаборатории от них получили многочисленное потомство. Оказалось, что только половина самцов в первом поколении умели хорошо петь, а половина самок были ценительницами песен.

#### **А. Предложите генотипы исходной родительской пары.**

##### **Самка (0,5 балла):**

AA RR

Aa RR

aa RR

AA Rr

**Aa Rr**

aa Rr

AA rr

Aa rr

aa rr

##### **Самец (0,5 балла):**

**a(Y) rr**

a(Y) RR

A(Y) Rr

A(Y) rr

a(Y) Rr

A(Y) RR

#### **Обоснуйте свой выбор (3 балла).**

Проанализируем «певческие способности». У самок они не проявляются, а самец был «хорошим певцом». Поскольку мы знаем, что «певческие способности» – рецессивный признак, генотип самца может быть только  $rr$ .

Так как в потомстве были как «хорошие», так и «плохие певцы», то у самки должен присутствовать аллель  $R$ . Если бы она была гомозиготна по этому аллелю, всё потомство оказалось бы лишенным «певческих способностей». Поэтому её генотип может быть только  $Rr$ . При аутосомном наследовании признака такой генотип родителю должен дать  $\frac{1}{2}$  «хороших» и  $\frac{1}{2}$  «плохих» певцов, что прямо указано в условии.

Поскольку «разборчивость» связана с X-хромосомой, при наследовании нужно учитывать, что у самцов X-хромосома всегда наследуется от матери, а у самок – одна из X-хромосом отцовская и одна материнская. Мы знаем, что в потомстве появились «ценительницы». Поэтому у отца должен быть аллель  $a$ . Таким образом, мы полностью установили генотип самца:  $a (Y) rr$ . [Можно также записать  $rr X^a Y$ ].

Сама мать была «неразборчивой», т.е. в её генотипе должен быть хотя бы один доминантный аллель  $A$ . Если бы она была гомозиготной, то все потомки оказались бы «неразборчивыми». Но мы знаем, что половина оказалась «ценительницами» песен. Таким образом, должен также присутствовать рецессивный аллель  $a$ . Генотип самки:  $Aa Rr$  [Можно также записать  $Rr X^A X^a$ ].

**Б. После этого всех потомков первого поколения перемешаем и случайным образом рассадим по парам в отдельные пробирки так, чтобы в каждой оказались один самец и одна самка.**

В скольких процентах пробирок получится потомство – ?% (0,5 балла)

В скольких процентах случаев самка отвергнет ухаживания – ?% (0,5 балла)

**Обоснование расчетов (5 баллов):**

При скрещивании родительской пары с генотипами *Aa Rr* и *a (Y) rr* получится следующее расщепление:

$\text{♀} \blacktriangledown$ – гаметы – $\text{♂} \blacktriangleright$	<i>a r</i>	<i>(Y) r</i>
<i>A R</i>	<i>Aa Rr</i> «неразборчивые» ♀	<i>A (Y) Rr</i> «плохие певцы» ♂
<i>a R</i>	<i>aa Rr</i> «ценительницы» ♀	<i>a (Y) Rr</i> «плохие певцы» ♂
<i>A r</i>	<i>Aa rr</i> «неразборчивые» ♀	<i>A (Y) rr</i> «хорошие певцы» ♂
<i>a r</i>	<i>aa rr</i> «ценительницы» ♀	<i>a (Y) rr</i> «хорошие певцы» ♂

Теперь посмотрим, в каких случайных парах возможно рождение потомства. Для этого составим «таблицу браков».

$\text{♀} \blacktriangledown$ – родители – $\text{♂} \blacktriangleright$	<i>A (Y) Rr</i> «плохие певцы» ♂	<i>a (Y) Rr</i> «плохие певцы» ♂	<i>A (Y) rr</i> «хорошие певцы» ♂	<i>a (Y) rr</i> «хорошие певцы» ♂
<i>Aa Rr</i> «неразборчивые» ♀				
<i>aa Rr</i> «ценительницы» ♀				
<i>Aa rr</i> «неразборчивые» ♀				
<i>aa rr</i> «ценительницы» ♀				

Красной заливкой показаны «неудачные браки»: «ценительница» отвергнет ухаживания «плохого певца». Таких ячеек 4 из 16. Таким образом,  $4/16 = \frac{1}{4} = 25\%$  пробирок будут без потомства. В остальных 75% случаев брак будет удачным, можно получить потомство.

**Ответ:**

В скольких процентах пробирок получится потомство – 75%

В скольких процентах случаев самка отвергнет ухаживания – 25%

**В. Рассчитайте расщепление по фенотипам во втором поколении среди самцов и дайте ответ в процентах**

Какова доля «хороших певцов» – ? % (0,5 балла)

Какова доля «плохих певцов» – ?% (0,5 балла)

**Приведите ваше решение (5 баллов).**

Для этого достаточно в каждой из клеточек «таблицы браков» поставить соответствующее расщепление по фенотипам среди самцов, а затем сложить все доли и рассчитать %.

$\text{♀} \blacktriangledown$ – родители – $\text{♂} \blacktriangleright$	$A (Y) Rr$ «плохие певцы» $\text{♂}$	$a (Y) Rr$ «плохие певцы» $\text{♂}$	$A (Y) rr$ «хорошие певцы» $\text{♂}$	$a (Y) rr$ «хорошие певцы» $\text{♂}$
$Aa Rr$ «неразборчивые» $\text{♀}$	$0,25 RR : 0,5 Rr : 0,25 rr$ Итого: 0,75 «плохих» и 0,25 «хороших певцов»	$0,25 RR : 0,5 Rr : 0,25 rr$ Итого: 0,75 «плохих» и 0,25 «хороших певцов»	$0,5 Rr : 0,5 rr$ Итого: 0,5 «плохих» и 0,5 «хороших певцов»	$0,5 Rr : 0,5 rr$ Итого: 0,5 «плохих» и 0,5 «хороших певцов»
$aa Rr$ «ценительницы» $\text{♀}$			$0,5 Rr : 0,5 rr$ Итого: 0,5 «плохих» и 0,5 «хороших певцов»	$0,5 Rr : 0,5 rr$ Итого: 0,5 «плохих» и 0,5 «хороших певцов»
$Aa rr$ «неразборчивые» $\text{♀}$	$0,5 Rr : 0,5 rr$ Итого: 0,5 «плохих» и 0,5 «хороших певцов»	$0,5 Rr : 0,5 rr$ Итого: 0,5 «плохих» и 0,5 «хороших певцов»	$1 rr$ Итого: 1,0 «хороших певцов»	$1 rr$ Итого: 1,0 «хороших певцов»
$aa rr$ «ценительницы» $\text{♀}$			$1 rr$ Итого: 1,0 «хороших певцов»	$1 rr$ Итого: 1,0 «хороших певцов»

Теперь проведём суммирование по всей таблице для каждого из фенотипов отдельно.  
Сначала получить ответ в «условных единицах»:

1) «хорошие певцы»:  $0,25 + 0,25 + 0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5 + 1 + 1 + 1 + 1 = 7,5$

2) «плохие певцы»:  $0,75 + 0,75 + 0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5 = 4,5$

Всего получилось  $7,5 + 4,5 = 12$  «условных единиц» потомства

Из них доля «хороших певцов» составит:

$$7,5 / 12 = 0,625 = 62,5\%$$

Доля «плохих певцов» составит:

$$4,5 / 12 = 0,375 = 37,5\%$$

**Ответ:**

Какова доля «хороших певцов» – 62,5 %

Какова доля «плохих певцов» – 37,5 %

**Г. Рассчитайте расщепление по фенотипам во втором поколении среди самок и дайте ответ в процентах**

Какова доля «разборчивых» – ? % (0,5 балла)

Какова доля «неразборчивых» – ? % (0,5 балла)

**Приведите ваше решение (5 баллов):**

Решение можно провести аналогичным способом по «таблице браков», вписывая соответствующее расщепление по фенотипам среди самок, а затем сложить все доли и рассчитать %.

$\text{♀} \blacktriangledown$ – родители – $\text{♂} \blacktriangleright$	$A (Y) Rr$ «плохие певцы» ♂	$a (Y) Rr$ «плохие певцы» ♂	$A (Y) rr$ «хорошие певцы» ♂	$a (Y) rr$ «хорошие певцы» ♂
$Aa Rr$ «неразборчивые» $\text{♀}$	$0,5 AA : 0,5 Aa$ $Aa$ Итого: 1,0 «неразборчивых»	$0,5 Aa : 0,5 aa$ Итого: 0,5 «неразборчивых» и 0,5 «ценительницы»	$0,5 AA : 0,5 Aa$ Итого: 1,0 «неразборчивых»	$0,5 Aa : 0,5 aa$ Итого: 0,5 «неразборчивых» и 0,5 «ценительницы»
$aa Rr$ «ценительницы» $\text{♀}$			$1 Aa$ Итого: 1,0 «неразборчивых»	$1 aa$ Итого: 1,0 «ценительницы»
$Aa rr$ «неразборчивые» $\text{♀}$	$0,5 AA : 0,5 Aa$ $Aa$ Итого: 1,0 «неразборчивых»	$0,5 Aa : 0,5 aa$ Итого: 0,5 «неразборчивых» и 0,5 «ценительницы»	$0,5 AA : 0,5 Aa$ Итого: 1,0 «неразборчивых»	$0,5 Aa : 0,5 aa$ Итого: 0,5 «неразборчивых» и 0,5 «ценительницы»
$aa rr$ «ценительницы» $\text{♀}$			$1 Aa$ Итого: 1,0 «неразборчивых»	$1 aa$ Итого: 1,0 «ценительницы»

Теперь проведём суммирование по всей таблице для каждого из фенотипов отдельно.

Сначала получить ответ в «условных единицах»:

1) «ценительницы»:  $0,5 + 0,5 + 1 + 0,5 + 0,5 + 1 = 4$

2) «неразборчивые»:  $1 + 0,5 + 1 + 0,5 + 1 + 1 + 0,5 + 1 + 0,5 + 1 = 8$

Всего получилось  $4 + 8 = 12$  «условных единиц» потомства

Из них доля «разборчивых ценительниц» составит:

$4 / 12 = 0,33333333\ldots = 33,3\%$

Доля «неразборчивых» составит:

$8 / 12 = 0,66666666\ldots = 66,7\%$

**Ответ:**

Какова доля «разборчивых» – 33,3 %

Какова доля «неразборчивых» – 66,7 %

**Желаем всем участникам дальнейших успехов!**

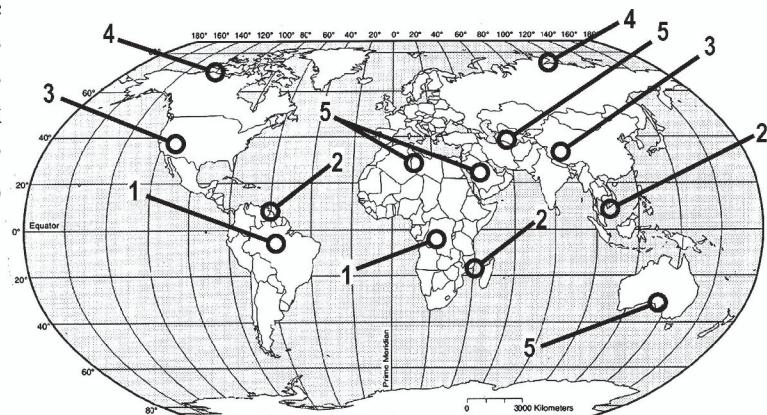
**Методическая комиссия олимпиады «Ломоносов-2015»  
по биологии.**

## Задание для 5 – 9 класса (ответы и решения)

**Задача 1.** (17 баллов) На карте указаны точки с цифрами, указывающие на распространение того или иного биома. Соотнесите названия разных биомов с характерными для них особенностями. Укажите цифру на карте, соответствующую каждой из них.

### Названия биомов:

- A.** Тундра
- B.** Мангровые леса
- В.** Пустыни
- Г.** Тропические влажные леса
- Д.** Горы



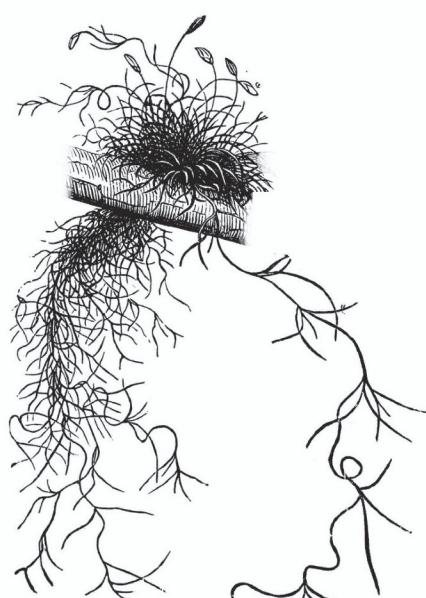
### Характерные особенности:

- I.** Вегетация многих растений проходит очень быстро, большую часть года у них сохраняются только семена или подземные органы.
- II.** Земноводные здесь могут размножаться вдали от природных водоемов.
- III.** Деревья с жесткими листьями, часто имеют солевыделяющие желёзки. Семена часто прорастают на материнском растении.
- IV.** В подземных ярусах животные укрываются от неблагоприятных абиотических условий.
- V.** У наземных животных в крови большее содержание гемоглобина, чем у близких им видов в других местах обитания.
- VI.** Высота растений здесь определяется мощностью снежного покрова.
- VII.** Птицы на скалах образуют большие скопления при гнездовании.
- VIII.** Множество лиан, эпифитов. Смена листьев происходит постепенно в течение всего года.
- IX.** Чтобы противостоять приливам и отливам, деревья образуют ходульные корни.
- X.** Есть растения, образующие крупные подушки с листьями, покрытыми густыми волосками, находящимися под определенным углом к солнечным лучам.
- XI.** Животные сосредоточены в основном в наземном ярусе, а также неглубоко в почве (обычно только летом).
- XII.** Некоторые рыбы – в частности, илистые прыгуны – живут по большей части не в воде.

### Ответ:

- A – 4:** VI, VII, XI  
**Б – 2:** III, IX, XII

- В – 5:** I, IV  
**Г – 1:** II, VIII



**Задача 2.** (10 баллов) Предложенный список живых организмов разбейте на пары, которые взаимодействуют по типу **A**) аменсализма (первый участник пары угнетается, второму безразлично) и **Б**) комменсализма (первый получает пользу, второму безразлично). Каждый организм должен участвовать только в одном примере взаимодействий!

### Список организмов:

1. Пеницилл (*Penicillium*) – **4. Сенная палочка (А)**
2. Лисица обыкновенная – **9. Лопух войлочный (Б)**
3. ◀ Тилландсия (эпифитное растение из семейства Бромелиевые) – **6. Бразильский орех (Б)**
4. Сенная палочка (*Bacillus subtilis*) – **1. Пеницилл (А)**
5. Взрослое растение ели обыкновенной – **10. Мать-и-мачеха (А)**
6. Дерево Бразильского ореха (Бертолонии) – **3. Тилландсия (Б)**
7. Акула белая – **8. Рыба-прилипала (Б)**
8. Рыба-прилипала – **7. Акула белая (Б)**
9. Лопух войлочный – **2. Лисица обыкновенная (Б)**
10. Мать-и-мачеха – **5. Ель (А)**

**Задача 3. (8 баллов)** Перед вами – подземная часть растения крокуса (*Crocus*). Видоизменение какого органа представлено на рисунке? (в ответе укажите шифр) ►

**А.** – Корня. **Б.** – Листа; **В.** – Побега. **Г.** – Соцветия.

Как называется это видоизменение? (В ответе укажите шифр.)

**I.** – Простая луковица. **II.** – Корневище. **III.** – Столон. **IV.** – Корневой клубень. **V.** – Клубнелуковица. **VI.** – Сложная луковица. **VII.** – Стеблевой клубень.

Установите соответствие между цифрами на рисунке и терминами из списка:

- A.** – Запасающая ткань стебля. **Б.** – Чешуевидные листья. **В.** – Придаточная (адвентивная) почка. **Г.** – Боковые корни. **Д.** – Междоузлие. **Е.** – Верхушечная почка. **Ж.** – Узел. **З.** – Запасающая ткань корня. **И.** – Запасающая ткань листа. **К.** – Усохшие основания зеленых листьев. **Л.** – Придаточные корни. **М.** – Боковая почка.

Какой цифрой (цифрами) обозначено место, в котором может появиться дочерний видоизмененный орган, такой же, как изображенный на фото?

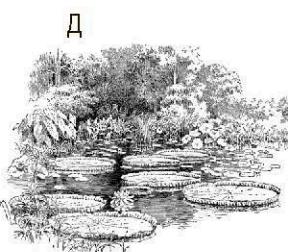
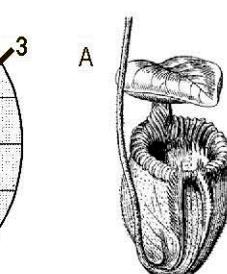
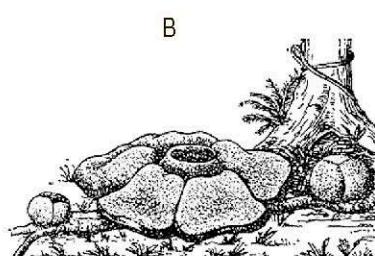
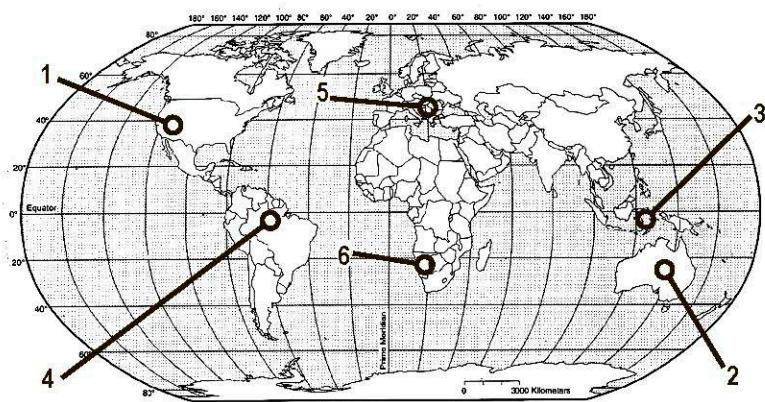
**Ответ:** Перед нами – клубнелуковица, которая представляет собой видоизменение побега (шифр **В, V**).

Соответствие между цифрами на рисунке и названиями:

1	2	3	4	5	6
Б, М	А	К	Л	Е	Д

Новые клубнелуковицы могут развиваться из верхушечной и боковой почки (почка – это также видоизменённый побег). Они обозначены цифрами 1 и 5.

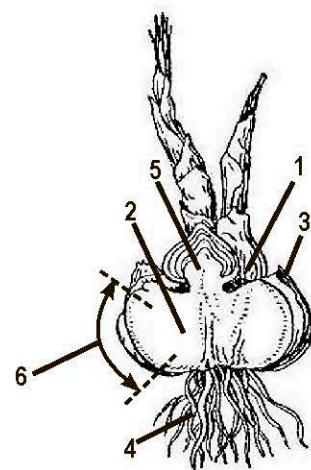
**Задача 4. (10 баллов)** Соотнесите точки на карте с рисунками растений, характерных для указанных регионов.

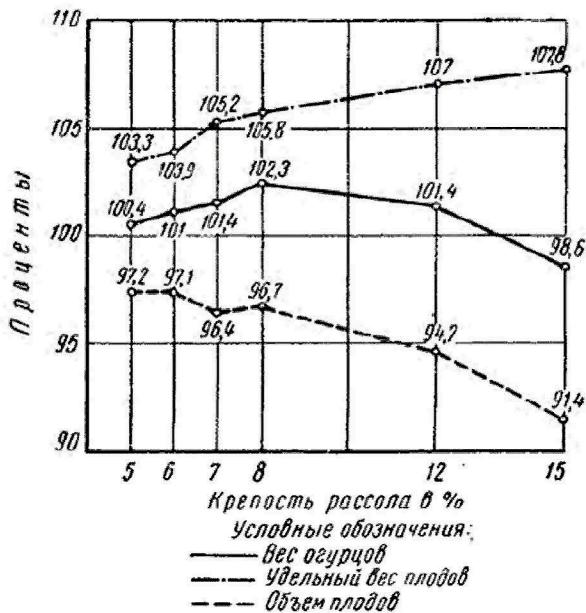


**Ответ:**

**А** (Непентес) – **3** (Индонезия); **Б** (Секвойя) – **1** (запад США);

**В** (Раффлезия) – **3** (Индонезия); **Г** (Вельвичия) – **6** (Намибия); **Д** (Виктория) – **4** (Амазонка).





### Задача 5. ( 4 балла) На графике (◀)

показаны изменения веса и объема соленых огурцов при увеличении концентрации поваренной соли в рассоле. Ответьте на следующие вопросы: **A.** Почему вес огурцов при увеличении концентрации соли до 8% растет, тогда как объем почти не меняется? **B.** Почему при высокой концентрации соли (15%) объем плодов резко падает? Выберите из списка возможные ответы для **A** и **B**. (Укажите в ответе в виде шифра.)

- 1) В клетки плода входит только поваренная соль и накапливается там, увеличивая его вес
- 2) Давление плотного рассола на плод огурца настолько сильное, что он сжимается
- 3) Рассол вытесняет воздух, заполняя пустоты внутри плода
- 4) Вода выходит из клеток плода из-за разности в концентрации растворенных веществ внутри и снаружи

- 5) Клетки плода огурца выделяют углекислый газ, вследствие чего объем увеличивается
- 6) При концентрации соли 8% и более микроорганизмы менее активны, и выделяют меньше газов
- 7) Из клеток плода выходят биополимеры – белки, углеводы и другие молекулы, вследствие чего объем падает

**Ответ:** **A – 3, 6. B – 4.**

Как можно назвать процесс, происходящий с клетками огурца в рассоле?

I – Фагоцитоз; II – Экзоцитоз; III – Пиноцитоз; IV – Гидролиз; V – Плазмолиз; VI – Протеолиз.

**Ответ:** **V – Плазмолиз.**

### Задача 6. ( 2 балла) При подмораживании картофель становится сладким. Это происходит из-за:

- A) появления растворимых сахаров в первичной коре;
- B) получения растворимых сахаров от развивающихся почек;
- B) появления моносахаридов во внутренней флоэме;**
- Г) получения сахара из ксилемы.

**Ответ:** **B.**

**Задача 7 [для 8 и 9 класса]. ( 12 баллов)** Какое количество  $\text{CO}_2$  необходимо ассимилировать из воздуха древовидному папоротнику диксонии (*Dicksonia*) чтобы вырасти высотой 5 м и диаметром 1 метр. Примем, что ствол состоит целиком из целлюлозы  $[\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5]_n$ , является цилиндром, а плотность древесины равна  $\rho = 600 \text{ кг}/\text{м}^3$ .

Справочные данные:

атомарная масса углерода – 12, кислорода – 16, водорода – 1.

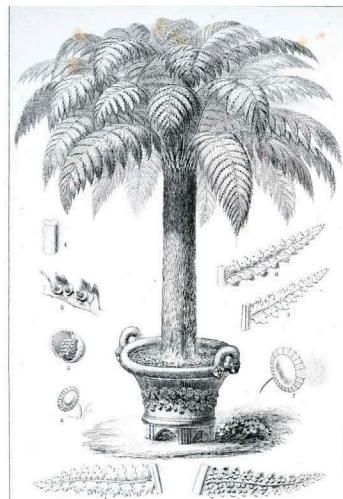
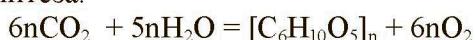
**Решение.**

1. Рассчитываем массу выросшего ствола диксонии:

Радиус ствола равен половине диаметра, поэтому  $r = 0,5 \text{ м}$ .

$$m = \pi r^2 h \rho = 3,14 \times [0,5\text{м}]^2 \times 5 \text{м} \times 600 \text{ кг}/\text{м}^3 = 2335 \text{ кг}$$

2. Образование древесины рассчитаем по уравнению фотосинтеза:



**Рис. 2.** Древовидный папоротник Диксония

3. Рассчитаем молекулярную массу углекислого газа:

$$M_1 [CO_2] = 12 + 16 \times 2 = 44 \text{ г/моль}$$

4. Молекулярная масса целлюлозы довольно велика, но для нашей оценки достаточно будет рассчитать молекулярную массу отдельного мономера:

$$M_2 [C_6H_{10}O_5]_n = 12 \times 6 + 1 \times 10 + 16 \times 5 = 72 + 10 + 80 = 162 \text{ г/моль}$$

5. Обозначим искомые массы: масса  $CO_2$  –  $m_1$ , масса  $[C_6H_{10}O_5]_n$  –  $m_2$   
молекулярные массы  $CO_2$  и  $[C_6H_{10}O_5]_n$  соответственно –  $M_1$  и  $M_2$

Поскольку из 6 молей углекислого газа образуется 1 моль мономеров целлюлозы, по закону эквивалентов составим пропорцию:  $m_1 : m_2 = [6 \times M_1] : M_2$

Отсюда

$$m_1 = 6 \times m_2 \times M_1 / M_2 = [6 \times 2\ 335 \text{ кг} \times 44 \text{ г/моль}] : 162 \text{ г/моль} = 3\ 837,7 \text{ кг} \approx 3\ 840 \text{ кг}$$

Поскольку в задаче спрашивается о *количество* углекислого газа, а с точки зрения химии количество вещества измеряется в молях, то правильным также может быть признан округленный ответ  $3\ 837\ 000 \text{ г} : 44 \text{ г/моль} = 87\ 204 \text{ моль} \approx 87\ 200$ .

**Ответ:** Необходимо поглотить примерно 3 840 кг или 87 200 моль  $CO_2$ . Оба ответа считаются правильными.



**Задача 8. (10 баллов)** С помощью буквенного шифра дайте описание растения, представленного на рис. ▲

**Семейство:** А – Розоцветные;

Б – Крестоцветные; В – Паслёновые;

Г – Бобовые; Д – Лилейные;

Е – Злаковые.

**Цветок:** Ж – актиноморфный;

З – зигоморфный; И – неправильный

**Завязь:** К – верхняя; Л – нижняя

**Плод:** М – ягода; Н – орешек или многоорешек; О – костянка;

П – зерновка; Р – семянка; С – стручок или стручочек;

Т – боб; У – коробочка

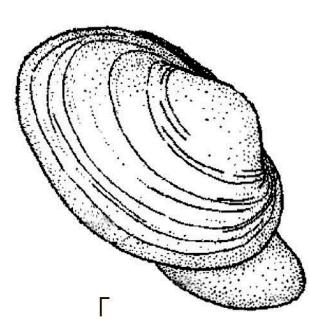
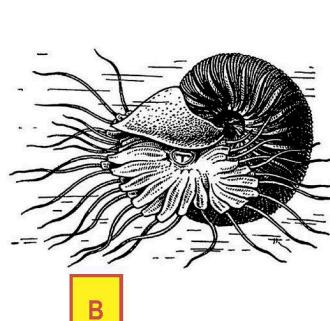
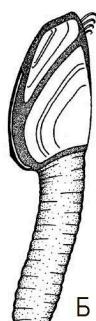
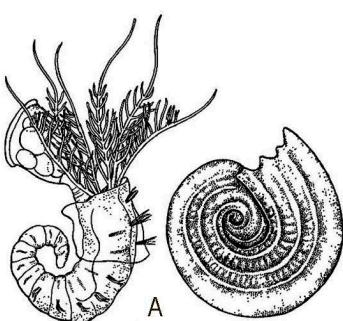
**Околоцветник:** Ф – двойной; Х – простой; Ц – редуцированный

**Решение.**

На рисунке представлено растение из семейства Бобовых. Об этом можно догадаться по сложным непарноперистым листьям, характерным цветкам и плоду (боб). Правильный ответ – Г. Зигоморфный цветок виден на рисунке (шифр 3). Для семейства Бобовых характерна верхняя завязь (шифр К). Плод – боб (шифр Т). Околоцветник двойной – представлен спайной чашечкой и венчиком, два лепестка срослись в лодочку, а остальные – свободные (шифр Ф).

**Ответ:** Г, З, К, Т, Ф.

**Задача 9. ( 3 балла)** У всех представленных на рисунках животных сходный способ питания, за исключением одного: ▼



**Решение.**

На рисунке **В** наутилус – представитель класса Головоногие моллюски, а все они хищники.

Остальные животные являются фильтраторами, только с разным фильтрационным аппаратом. На рисунке **А** многощетинковый червь (видны сегменты и щетинки) спирорбис – он живёт в прикреплённой спиральной изветковой трубке и фильтрует, выставляя наружу перистые щупальца. **Б** – морская уточка, ракообразное из отряда Усоногие, представители которого обладают известковым домиком из нескольких пластинок, ведут прикреплённый образ жизни и используют для фильтрации воды грудные ножки («кусоножки», их кончики видны на рисунке). **Г** – двустворчатый моллюск; подавляющее большинство видов двустворчатых – фильтраторы, а фильтром служат крупные жабры сложного строения.

**Ответ:** **В.**

**Задача 10 [для 8 и 9 класса]. 8 баллов)**

При беге на тредбане (беговой дорожке) у морской свинки пульс увеличился в полтора раза от исходных 250 ударов в минуту. Ударный объем увеличился в 2 раза – со 150 мкл до 300 мкл. Какой минутный объем такого интенсивно работающего сердца? Каков он был в состоянии покоя?

**Решение.**

Для начала ответим на второй вопрос про минутный объем в состоянии покоя. Он был равен:  
**150 мкл × 250 ударов/мин = 37 500 мкл/мин или 37,5 мл/мин.**

Учащение пульса в полтора раза соответствует  
**250 ударов/мин × 1,5 = 375 ударов/мин.**

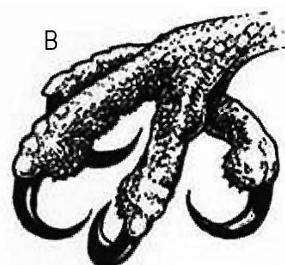
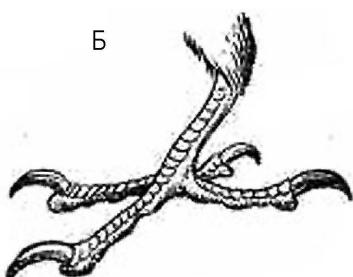
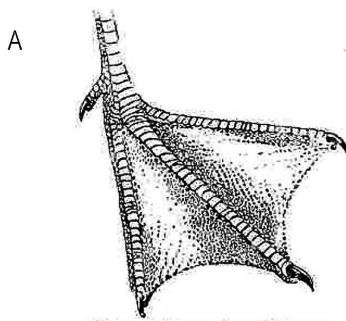
Следовательно, минутный объем стал равен:  
**300 мкл × 375 ударов/мин = 112 500 мкл/мин**  
или **112,5 мл/мин.**

**Ответ:** В состоянии покоя минутный объем равен 37,5 мл/мин, а при беге он вырос до 112,5 мл/мин.

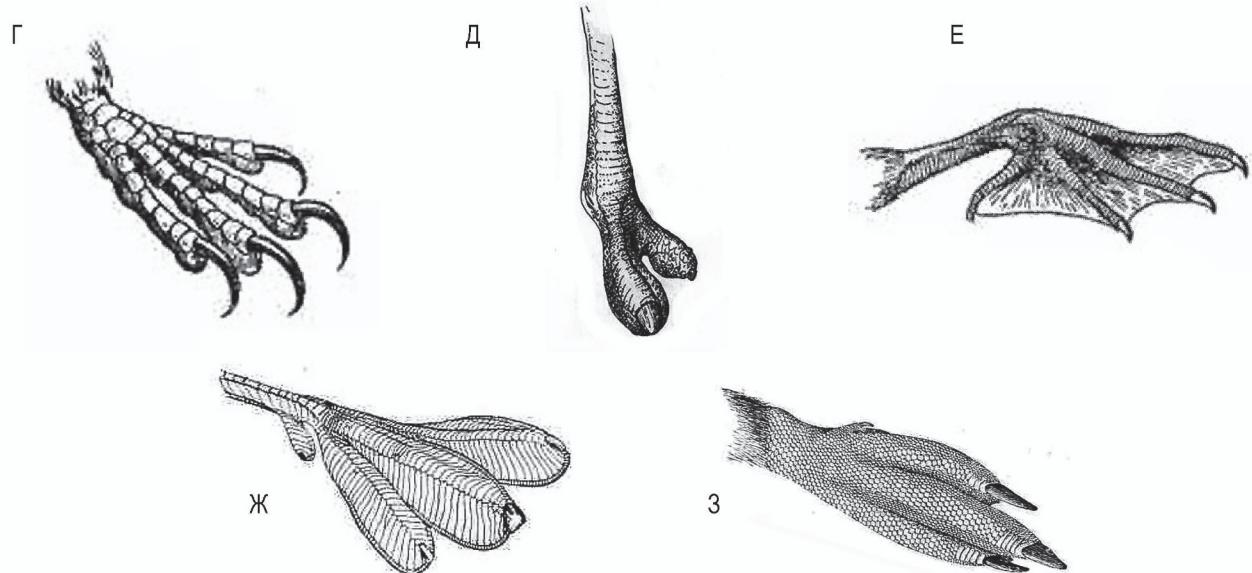


Морская свинка. Источник:  
<http://vickie.users.photofile.ru/photo/vickie/2755829/xlarge/70658296.jpg>

**Задача 11. (16 баллов)** Сопоставьте, к каким отрядам Птиц относятся объекты, ноги которых изображены на рисунках **▼**. Обратите внимание, что разные объекты могут относиться к одному и тому же отряду. В ответе дайте цифру шифра, соответствующую букве рисунка. 1 – Пеликанообразные; 2 – Дятлообразные; 3 – Ракшеобразные; 4 – Журавлеобразные; 5 – Ржанкообразные; 6 – Пингвинообразные; 7 – Поганкообразные; 8 – Рябкообразные; 9 – Ястребообразные; 10 – Страусообразные; 11 – Стрижеобразные.



(Продолжение задания – см. на следующей странице.)



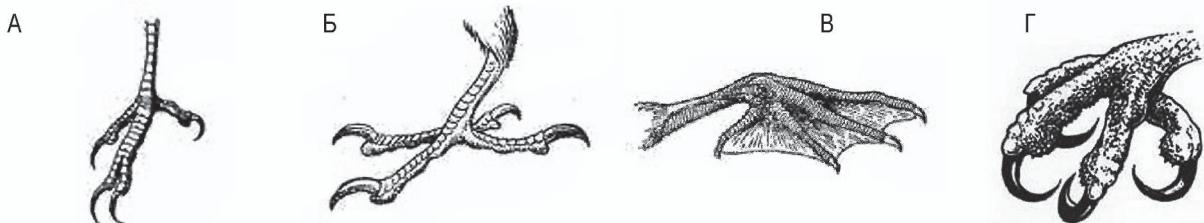
**Ответ:**

- А – 5**, Ржанкообразные;
- Б – 2**, Дятлообразные;
- В – 9**, Ястребообразные;
- Г – 11**, Стрижеобразные;
- Д – 10**, Страусообразные;
- Е – 1**, Пеликанообразные;
- Ж – 7**, Поганкообразные;
- 3 – 6**, Пингвинообразные.

## Вариант 1

### Задание для 10–11 класса (ответы и решения)

**Задача 1. (8 баллов)** Сопоставьте, к каким отрядам Птиц относятся объекты, ноги которых изображены на рисунках ▼. Обратите внимание, что разные объекты могут относиться к одному и тому же отряду. В ответе дайте цифру шифра, соответствующую букве рисунка. 1 – Пеликанообразные; 2 – Дятлообразные; 3 – Ракшеобразные; 4 – Журавлеобразные; 5 – Ржанкообразные; 6 – Пингвинообразные; 7 – Поганкообразные; 8 – Рябкообразные; 9 – Ястребообразные; 10 – Страусообразные; 11 – Стрижеобразные.



#### Решение.

- A** – 3, Ракшеобразные;  
**B** – 2, Дятлообразные;  
**C** – 1, Пеликанообразные;  
**D** – 9, Ястребообразные.

**Задача 2. (9 баллов)** Для получения бессемянных растений F1 фирма-производитель использует в качестве женских растений диплоиды, несущие аллели **A**, **B**, **n** и **D**. В качестве опылителей служит тетраплоидная линия, несущая аллели **a**, **B**, **N** и **d**. Выпишите генотипы обоих родительских растений. Укажите генотип следующих структур гибридных семян: А – зародыша; Б – эндосперма; В – семенной кожуры. Ответ обоснуйте.

#### Решение.

**А.** Поскольку в условии указано, что были использованы линии, можно утверждать, что родительские растения, скорее всего, окажутся гомозиготными по всем указанным аллелям.

У диплоидного материнского растения каждый ген будет представлен двумя одинаковыми аллелями: **AA BB nn DD**. Оно будет давать гаметы с генотипом **A B n D**.

У тетраплоидного отцовского растения каждый ген будет представлен четырьмя одинаковыми аллелями: **aaaa BBBB NNNN dddd**. Оно будет давать гаметы с генотипом **aa BB NN DD**.

Соответственно при скрещивании возникнут зародыши с генотипом **Aaa BBBB NNn Ddd**.

**Ответ:** **Aaa BBBB NNn Ddd**.

**Б.** При формировании эндосперма у Покрытосеменных центральная клетка материнского растения оплодотворяется спермием мужского растения. Центральная клетка возникает путём слияния двух генетически идентичных ядер (до этого ядра получились путём обычного митоза). Генотип центральной клетки в данном случае будет **AA BB nn DD**. Таким образом, генотип эндосперма (в данном случае – тетраплоидного) окажется **AAaa BBBB NNnn DDdd**. Этот ответ достаточен.

У Голосеменных эндосперм возникает без оплодотворения (из мегаспоры). Методическая комиссия не знает примеров создания и коммерческого использования бессемянных Голосеменных растений F1 (будем рады узнать о таких примерах, если кто-то их участников нашей олимпиады их приведёт). Поскольку в условии прямо не оговорена таксономическая принадлежность объектов, в качестве правильного может быть засчитан ответ **A B n D**, но только в том случае, если в ответе участника прямо и недвусмысленно указано, что имеется в виду эндосперм Голосеменных (*Gymnospermae*, *Pinophyta*).

**Ответ:** **AAaa BBBB NNnn DDdd** для Покрытосеменных и/или **A B n D** для Голосеменных.

**В.** Поскольку семенная кожура возникает из клеток диплоидного материнского растения, их генотипы совпадают: **AA BB nn DD**.

**Ответ:** **AA BB nn DD**.

**Задача 3. (5 баллов)** Укажите порядок расположения тканей корня (**снаружи внутрь**):

- а) эпидерма – перицикл – первичная кора – эндодерма – флоэма – ксилема;
- б) эпидерма – первичная кора – перицикл – эндодерма – флоэма – ксилема;
- в) эпидерма – эндодерма – первичная кора – перицикл – флоэма – ксилема;

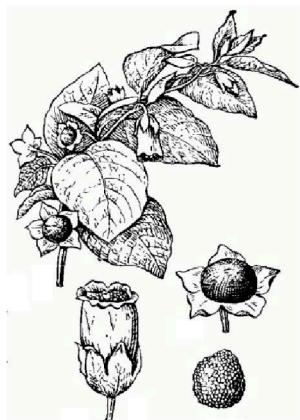
**г) эпидерма – первичная кора – эндодерма – перицикл – флоэма – ксилема;**

- д) первичная кора – эпидерма – эндодерма – перицикл – флоэма – ксилема.

**Решение.**

В последовательности **А** неверно указано положение перицикла (между эпидермой и первичной корой). В последовательности **Б** неверно указано расположение перицикла и эндодермы (эндодерма должна быть снаружи от перицикла). В последовательности **В** неверно указано положение эндодермы (между эпидермой и первичной корой). Последовательность **Г** в принципе подходит, хотя в ней не указан камбий (прокамбий), который должен располагаться между флоэмой и ксилемой. В последовательности **Д** неверно указано положение первичной коры и эпидермы (должно быть наоборот).

**Ответ:** Г.



**Задача 4. (10 баллов)** С помощью буквенного шифра дайте описание растения, представленного на рисунке ▲.

**Семейство:** А – Розоцветные; Б – Крестоцветные; В – Паслёновые;  
Г – Бобовые; Д – Лилейные; Е – Злаковые.

**Цветок:** Ж – актиноморфный; З – зигоморфный; И – неправильный

**Завязь:** К – верхняя; Л – нижняя

**Плод:** М – ягода; Н – орешек или многоорешек; О – костянка;  
П – зерновка; Р – семянка; С – стручок или стручочек;  
Т – боб; У – коробочка

**Околоцветник:** Ф – двойной; Х – простой; Ц – редуцированный

**Решение.**

На рисунке представлено растение из семейства Паслёновых: Красавка или Беладонна (*Atropa belladonna*). Правильный ответ – В. Актиноморфный цветок виден на рисунке (шифр Ж). К плоду чашечка прикреплена снизу, таким образом, сама завязь верхняя (шифр К). Плод – ягода (шифр М). Околоцветник двойной – представлен спайными чашечкой и венчиком (шифр Ф).

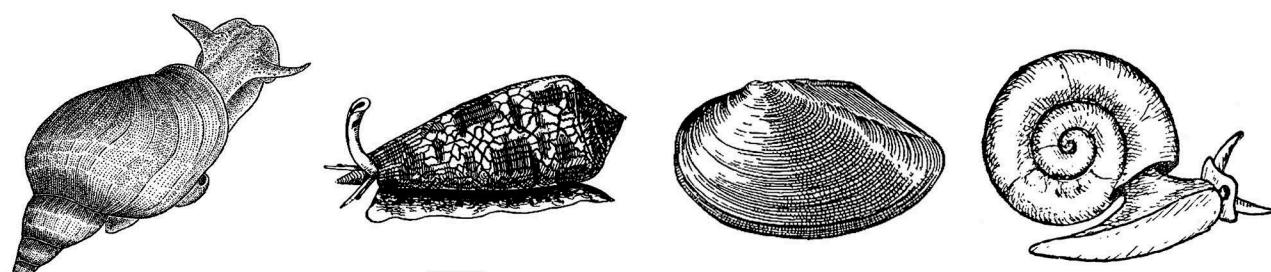
**Ответ:** В, Ж, К, М, Ф.

**Задача 5. (5 баллов)** Всех этих моллюсков можно встретить в одном и том же водоёме, за исключением одного.

**Решение.**

На рисунке **Б** изображён представитель рода Конус (*Conus*). Хищные моллюски конусы обитают в тёплых морских водах. На остальных рисунках пресноводные моллюски, обитающие в водоёмах Средней полосы России: **А** – прудовик большой (видно лёгочное отверстие, так что это не морская улитка); **В** – беззубка и **Г** – катушка – хорошо известные моллюски, которых можно узнать по форме раковины.

**Ответ:** Б.

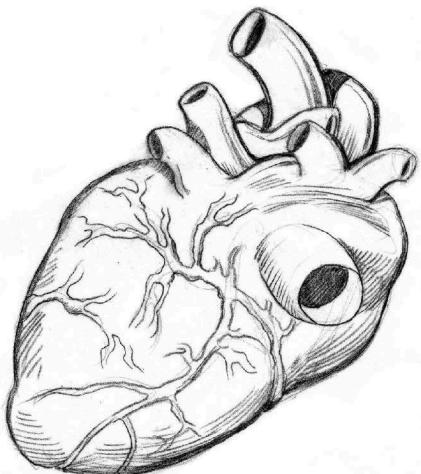


А

Б

В

Г



**Рис. 1.** Сердце. Источник: anatomy, art, biology, clip, clipart, drawing, graphic

## Блок 2 [ 3 ]

**Задача 6. (10 баллов)** В покое конечно-диастолический объем левого желудочка равен 120 мл, а конечно-систолический – 50 мл. При выполнении физического упражнения конечно-диастолический объем увеличился до 160 мл, а конечно-систолический уменьшился до 20 мл. Во сколько раз изменился сердечный выброс, если пульс участился в 2 раза?

### Решение.

Ударный объем (объем крови, который выбрасывается желудочком (левым или правым) за один сердечный цикл) в покое равен 120 мл – 50 мл = 70 мл.

При выполнении физического упражнения ударный объем равен 160 мл – 20 мл = 140 мл.

Таким образом, сердечный выброс при выполнении физического упражнения увеличился в 2 раза. Так как и пульс участился в 2 раза, то сердечный выброс (объем крови, выбрасываемый левой или правой половиной сердца за 1 мин) увеличился в  $2 \times 2 = 4$  раза.

**Ответ:** При выполнении физического упражнения сердечный выброс увеличился в 4 раза по сравнению с состоянием покоя.

**Задача 7. (12 баллов)** Какое количество  $\text{CO}_2$  необходимо ассимилировать из воздуха финиковой пальме (*Phoenix dactylifera*) чтобы вырастить ствол высотой 15 м и диаметром 1 метр. Примем, что ствол состоит целиком из целлюлозы  $[\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5]_n$ , является цилиндром, а плотность древесины равна  $\rho = 800 \text{ кг/m}^3$ .

Справочные данные:

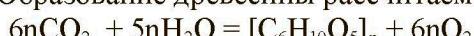
атомарная масса углерода – 12, кислорода – 16, водорода – 1.

### Решение.

1. Рассчитываем массу выросшей пальмы

$$m = \pi r^2 h \rho = 3,14 \times [0,5\text{м}]^2 \times 15 \text{ м} \times 800 \text{ кг/m}^3 = 9420 \text{ кг}$$

2. Образование древесины рассчитаем по уравнению фотосинтеза:



3. Рассчитаем молекулярную массу углекислого газа:

$$M_1 [\text{CO}_2] = 12 + 16 \times 2 = 44 \text{ г/моль}$$

4. Молекулярная масса целлюлозы довольно велика, но для нашей оценки достаточно будет рассчитать молекулярную массу отдельного мономера:

$$M_2 [\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5]_n = 12 \times 6 + 1 \times 10 + 16 \times 5 = 72 + 10 + 80 = 162 \text{ г/моль}$$

5. Обозначим искомые массы: масса  $\text{CO}_2$  –  $m_1$ , масса  $[\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5]_n$  –  $m_2$  молекулярные массы  $\text{CO}_2$  и  $[\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5]_n$  соответственно –  $M_1$  и  $M_2$

Поскольку из 6 молей углекислого газа образуется 1 моль мономеров целлюлозы, по закону эквивалентов составим пропорцию:  $m_1 : m_2 = [6 \times M_1] : M_2$

Отсюда

$$m_1 = 6 \times m_2 \times M_1 / M_2 = [6 \times 9420 \text{ кг} \times 44 \text{ г/моль}] : 162 \text{ г/моль} = 15351,1 \text{ кг} \approx 15350 \text{ кг}$$

Поскольку в задаче спрашивается о *количество* углекислого газа, а с точки зрения химии количество вещества измеряется в молях, то правильным также может быть признан округленный ответ  $15350 \text{ 000 г} : 44 \text{ г/моль} = 348900 \text{ моль}$ .

**Ответ:** Необходимо поглотить примерно 15350 кг или 348900 моль  $\text{CO}_2$ . Оба ответа считаются правильными.



**Рис. 2.** Финиковая пальма.

Источник: [http://etc.usf.edu/clipart/83000/83014/83014\\_date\\_palm\\_lg.gif](http://etc.usf.edu/clipart/83000/83014/83014_date_palm_lg.gif)

**Задача 8. (16 баллов)** Молекула транспортной РНК приобретает вторичную структуру «клеверного листа», так как в её последовательности имеются четыре пары комплементарных участков, образующих двусpirальные шпильки, которые стабильны, если содержат 5 и более комплементарных пар подряд. Две нити шпильки соединены между собой однонитевыми участками – петлями. Петля, расположенная в центральной части последовательности тРНК, содержит антикодон, причём он располагается точно посередине петли. Была определена последовательность средней части одной из тРНК:

**5'-ГЦАЦАУЦАЦАЦАУААУГАУГУГГ-3'.**

Какова вторичная структура, формируемая этим участком тРНК?

Какой антикодон несёт эта тРНК?

Пользуясь таблицей генетического кода, определите, какую аминокислоту переносит эта тРНК.

	У	Ц	А	Г	
У	УУУ фенилаланин	УЦУ серин	УАУ тирозин	УГУ цистеин	У
	УУЦ фенилаланин	УЦЦ серин	УАЦ тирозин	УГЦ цистеин	Ц
	УУА лейцин	УЦА серин	УАА стоп	УГА стоп	А
	УУГ лейцин	УЦГ серин	УАГ стоп	УГГ триптофан	Г
Ц	ЦУУ лейцин	ЦЦУ пролин	ЦАУ гистидин	ЦГУ аргинин	У
	ЦУЦ лейцин	ЦЦЦ пролин	ЦАЦ гистидин	ЦГЦ аргинин	Ц
	ЦУА лейцин	ЦЦА пролин	ЦАА глицин	ЦГА серин	А
	ЦУГ лейцин	ЦЦГ пролин	ЦАГ глицин	ЦГГ серин	Г
А	АУУ изолейцин	АЦУ треонин	ААУ аспарагин	АГУ аргинин	У
	АУЦ изолейцин	АЦЦ треонин	ААЦ аспарагин	АГЦ аргинин	Ц
	АУА изолейцин	АЦА треонин	ААА лизин	АГА аргинин	А
	АУГ метионин	АЦГ треонин	ААГ лизин	АГГ аргинин	Г
Г	ГУУ валин	ГЦУ аланин	ГАУ аспарагиновая кислота	ГГУ глицин	У
	ГУЦ валин	ГЦЦ аланин	ГАЦ аспарагиновая кислота	ГГЦ глицин	Ц
	ГУА валин	ГЦА аланин	ГАА глутаминовая кислота	ГГА глицин	А
	ГУГ валин	ГЦГ аланин	ГАГ глутаминовая кислота	ГГГ глицин	Г

### Решение.

Сначала найдём, есть ли на приведённом фрагменте комплементарные участки. Сначала определим, какая последовательность будет комплементарна небольшому фрагменту в начале, например, первым 6 нуклеотидам:

**5'-ГЦАЦАУ-3'**

**3'-ЦГУГУА-5'**, при этом комплементарная последовательность направлена в противоположную сторону. Перепишем её от 5' к 3': **АУГУГЦ**. Проверим, есть ли такая последовательность во второй половине данного фрагмента:

**5'-ГЦАЦАУЦА ЦАУААУГАУГУГГ-3'** Есть часть этой последовательности из 5 нуклеотидов (выделена цветом). Таким образом, первый и последний нуклеотиды фрагмента не комплементарны, затем в начале и конце идут 5 комплементарных оснований. Проверяем комплементарность следующих оснований: седьмой нуклеотид от начала (Ц) комплементарен седьмому от конца (Г), восьмой (А) комплементарен восьмому от конца (У), а девятый и последующие не комплементарны. Таким образом нуклеотиды 2–8 и 16–22 будут образовывать шпильку, а 9–15 антикодоновую петлю (см. рис. ►).

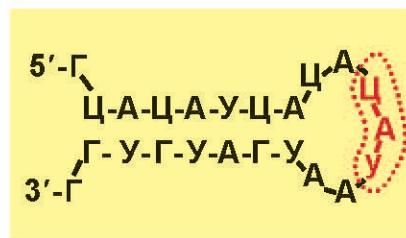
В антикодоновой петле семь нуклеотидов. 3' входят в антикодон, находящийся в середине, значит с каждой стороны антикодона по два нуклеотида (Ц-А и А-А). Антикодон выделен цветом (ЦАУ).

Для того, чтобы узнать, какую аминокислоту переносит эта тРНК, нам надо знать её кодон. Кодон комплементарен антикодону: Антикодон **5'-ЦАУ-3'**.

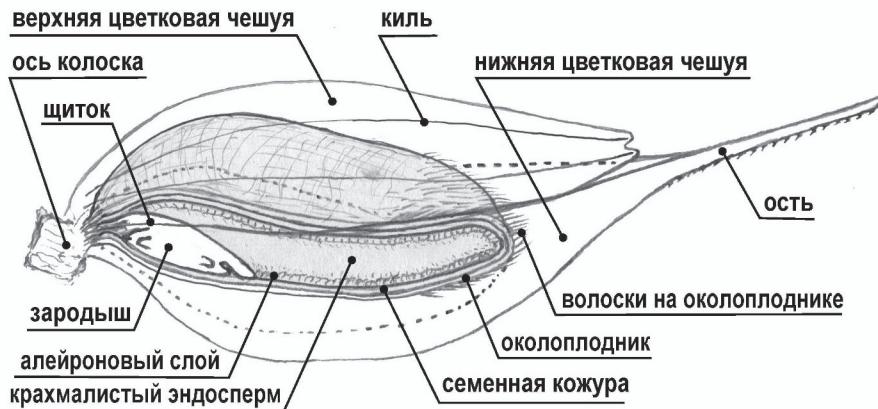
Кодон **3'-ГУА-5'**.

Но, как во всех случаях комплементарных цепей нукleinовых кислот, кодон антипараллелен антикодону, т.е. читается в противоположном направлении (от 5' к 3'): Кодон **5'-АУГ-3'**. По таблице генетического кода находим аминокислоту – метионин.

**Ответ:** 1) нуклеотиды 2–8 и 16–22 будут образовывать шпильку, а 9–15 антикодоновую петлю. 2) Антикодон: **5'-ЦАУ-3'**. 3) кодируемая аминокислота – метионин.



## Блок 3 [ 4 ]



**Задача 9. (25 баллов)** В зависимости от сорта ячменя (*Hordeum vulgare*), зерновка может срастаться с цветковыми чешуями, либо развиваться свободно (голозерные формы). Допустим, что за срастание отвечает доминантный аллель **F**, а голозерные формы – гомозиготы по рецессивному аллелю **f**. В эндосперме накапливается крахмал, общее содержание которого варьирует от 30 до 60%. Предположим, что содержание крахмала контролирует ген **D**: аллель **D** отвечает за массовое накопление крахмала, а аллель **d** – может дать лишь небольшое накопление крахмала, и при этом наблюдается кодоминирование.

Кроме того, в околоплоднике могут накапливаться красные пигменты. Если присутствует доминантный аллель **R**, то окраска развивается. Гомозиготы по аллелю **r** не окрашены в красный цвет. Гены **F**, **D** и **R** наследуются независимо.

**A.** Сколько градаций содержания крахмала будет наблюдаться при данной модели наследования признака? Ответ обоснуйте.

**Решение.**

Поскольку крахмал накапливается в эндосперме [в норме это триплоидная ткань], возможны следующие генотипы: **DDD**, **DDd**, **Ddd** и **ddd**. Если принять, что накопление крахмала зависит от числа аллелей **D** [кодоминирование], то возможно четыре градации накопления крахмала. Условно назовём их для дальнейшего решения как 1) максимальное содержание [генотип **DDD**]; 2) высокое содержание [генотип **DDd**]; 3) среднее содержание [генотип **Ddd**] и 4) низкое содержание [генотип **ddd**]. Описание градаций признака может быть выражено в других терминах, что не отразится на дальнейшем ходе решения задачи.

**Ответ:** 4 градации содержания крахмала.

**Б.** На рыльца низокрахмалистой линии ячменя с красными зерновками, прирастающими к цветковым чешуям, нанесли пыльцу от белой голозерной линии, гомозиготной по гену **D**. Укажите генотипы родительских растений, генотипы гибридных зародышей и эндосперма. Каким будет фенотип зерновок, собранных после опыления?

**Решение.**

В условии указано, что в качестве родителей выбран линейный материал. Мы можем утверждать, что линии гомозиготны по каждому из генов. За признак низкого содержания крахмала отвечает аллель **d**, красная окраска определяется доминантным аллелем **R**, а срастание с цветковыми чешуями – доминантный аллель **F**. Таким образом, генотип материнского родителя будет **dd FF RR**.

Донором пыльцы была голозёрная линия (аллель **f**) с белыми зерновками (аллель **r**). Кроме того, прямо указано, что отцовское растение было гомозиготным по аллелю **D**. Таким образом, генотип второго родителя – **DD ff rr**.

После опыления зародыши, образованные при слиянии яйцеклеток и спермии, будут гетерозиготами по всем указанным генам. Генотип зародышей: **Dd Ff Rr**.

Эндосперм образуется при слиянии центральной клетки и спермия. Сама центральная клетка

получает два идентичных набора аллелей (при ее формировании сливаются два идентичных гаплоидных ядра, образовавшиеся путём митоза). Генотип центральной клетки – ***dd FF RR***. «Добавив» к нему по одному аллелю от спермия, получим генотип эндосперма: ***Ddd FFf RRr***.

Теперь оценим фенотип зерновок, собранных после опыления. Генотип эндосперма по гену ***D*** – ***Ddd*** – указывает на среднее содержание крахмала. Пигменты накапливаются в околоплоднике, который образуется из стенок завязи. Поэтому генотип околоплодника и семенной кожуры совпадает с генотипом материнского растения: ***dd FF RR***. Такой генотип обуславливает накопление красного пигмента и срастание околоплодника с цветковыми чешуями.

**Ответ:**

P:	$\text{♀} dd \text{ } FF \text{ } RR$	$\times$	$\text{♂} DD \text{ } ff \text{ } rr$
F1:	[зародыши] <b><i>Dd Ff Rr</i></b>		

[эндосперм] ***Ddd FFf RRr***

Фенотип зерновок с зародышами F1: все со средним содержанием крахмала, с красным околоплодником, приросшим к цветковым чешуям.

**В.** После самоопыления с гибридов первого поколения собрали зерновки. Каким будет расщепление по фенотипам среди зерновок?

**Решение.**

Итак, растения с генотипом ***Dd Ff Rr*** самоопытились. В условии спрашивается только о фенотипах зерновок. Проанализируем каждый признак в отдельности.

Содержание крахмала определяется соотношением аллелей ***D*** и ***d***. В мегаспору попадает либо аллель ***D*** (50% мегаспор), либо аллель ***d*** (50% мегаспор). При образовании центральной клетки число аллелей удвоится. Таким образом, среди центральных клеток будет расщепление 50% ***DD*** : 50% ***dd***.

Отметим, что генотип ***Dd*** для центральной клетки следует считать ошибочным, так как он противоречит механизму образования центральной клетки зародышевого мешка.

В пыльцевые зёرна попадёт либо аллель ***D*** (50% пыльцевых зёрен), либо аллель ***d*** (остальные 50%). Теперь мы можем предложить решётку Пенетта для образования эндосперма.

<b>спермий</b> ► ▼ центр. клетка	<b><i>D</i></b>	<b><i>d</i></b>
<b><i>DD</i></b>	<b><i>DDD</i></b> [максимальное]	<b><i>DDd</i></b> [высокое]
<b><i>dd</i></b>	<b><i>Ddd</i></b> [среднее]	<b><i>ddd</i></b> [низкое]

В скобках указан соответствующий фенотип по накоплению крахмала. Видно, что среди зерновок будет расщепление по этому признаку: 25% с максимальным, 25% с высоким, 25% со средним и 25% с низким содержанием крахмала.

Теперь оценим фенотип околоплодника. Как мы уже указывали, генотип этой структуры совпадает с генотипом материнского растения. Поскольку у всех родительских растений присутствуют доминантные аллели ***Ff Rr***, околоплодник будет прирастать к цветковым чешуям, и при этом в нем будет синтезироваться красный пигмент.

**Ответ:** все зерновки красные, прирастающие к цветковым чешуям. Расщепление по содержанию крахмала –  $\frac{1}{4}$  с максимальным,  $\frac{1}{4}$  с высоким,  $\frac{1}{4}$  со средним и  $\frac{1}{4}$  с низким содержанием.

**Г.** Далее провели самоопыление растений второго поколения и собрали зерновки. Укажите, каким будет расщепление по содержанию крахмала? Каким будет расщепление по внешним фенотипическим признакам: окраске и голозерности?

**Решение.**

Как и в предыдущем случае, оценим признаки околоплодника и признаки эндосперма отдельно. По гену ***D*** среди зародышей F2 произойдет классическое менделевское расщепление:

$$\frac{1}{4} \text{ } DD : \frac{2}{4} \text{ } Dd : \frac{1}{4} \text{ } dd.$$

Как сказано в условии, третье поколение является результатом самоопыления растений F2.

При этом  $\frac{1}{4}$  зерновок, происходящих от растений **DD**, накопят максимальное количество крахмала [генотип эндосперма – **DDD**]. Еще  $\frac{1}{4}$  зерновок, происходящих от растений **dd**, окажутся с низким содержанием крахмала [генотип эндосперма – **ddd**].

Остается проанализировать расщепление среди зерновок, происходящих от родителей с генотипом **Dd**. Очевидно, что в урожае F3 они составят половину ( $\frac{1}{2}$ ). Расщепление для гетерозигот мы уже анализировали в части **B**, и можем воспользоваться готовым результатом: – 1 : 1 : 1 : 1. Таким образом, в общей доле урожая потомки гетерозигот внесут следующий вклад в фенотипы:  $\frac{1}{8}$  зерновок с максимальным содержанием крахмала [генотип эндосперма – **DDD**];  $\frac{1}{8}$  зерновок с высоким содержанием крахмала [генотип эндосперма – **DDd**];  $\frac{1}{8}$  зерновок со средним содержанием крахмала [генотип эндосперма – **Ddd**] и  $\frac{1}{8}$  зерновок с низким содержанием крахмала [генотип эндосперма – **ddd**]. Просуммировав, получим расщепление по признаку содержания крахмала:

Генотип эндосперма	Содержание крахмала (фенотип)	Доля среди зерновок F3
<b>DDD</b>	Максимальное	$\frac{1}{4} + \frac{1}{8} = \frac{3}{8}$ (37,5%)
<b>DDd</b>	Высокое	$\frac{1}{8}$ (12,5%)
<b>Ddd</b>	Среднее	$\frac{1}{8}$ (12,5%)
<b>ddd</b>	Низкое	$\frac{1}{4} + \frac{1}{8} = \frac{3}{8}$ (37,5%)

Признаки околоплодника третьего урожая зависят от генотипов материнских родителей F2. Для их анализа составим решётку Пенетта для генов **F** и **R**.

	<b>FR</b>	<b>Fr</b>	<b>fR</b>	<b>fr</b>
<b>FR</b>	<b>FF RR</b>	<b>FF Rr</b>	<b>Ff RR</b>	<b>Ff Rr</b>
<b>Fr</b>	<b>FF Rr</b>	<b>FF rr</b>	<b>Ff Rr</b>	<b>Ff rr</b>
<b>fR</b>	<b>Ff RR</b>	<b>Ff Rr</b>	<b>ff RR</b>	<b>ff Rr</b>
<b>fr</b>	<b>Ff Rr</b>	<b>Ff rr</b>	<b>ff Rr</b>	<b>ff rr</b>

Получилось классическое дигибридное скрещивание:

$\frac{9}{16} F_R$  – прирастающих с красным околоплодником (56,25%);

$\frac{3}{16} F_rr$  – прирастающих с белым околоплодником (18,75%);

$\frac{3}{16} ffR$  – голозёрных с красным околоплодником (18,75%);

$\frac{1}{16} ffr$  – голозёрных с белым околоплодником (6,25%).

В принципе на этом можно остановиться. Но можно также, опираясь на независимое наследование признаков, перемножить соответствующие доли, чтобы получить общее расщепление по фенотипам зерновок.

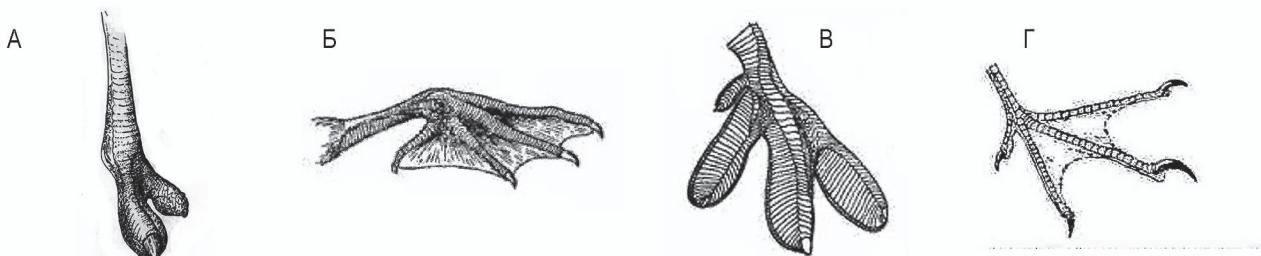
**Ответ:** Расщепление зерновок третьего урожая по фенотипам:

	<b>Максимальное <math>\frac{3}{8}</math></b>	<b>Высокое <math>\frac{1}{8}</math></b>	<b>Среднее <math>\frac{1}{8}</math></b>	<b>Низкое <math>\frac{3}{8}</math></b>
<b>Прирастают к цветковым чешуйям, околоплодник красный <math>\frac{9}{16}</math></b>	$\frac{9}{16} \times \frac{3}{8} = \frac{27}{128}$	$\frac{9}{16} \times \frac{1}{8} = \frac{9}{128}$	$\frac{9}{16} \times \frac{1}{8} = \frac{9}{128}$	$\frac{9}{16} \times \frac{3}{8} = \frac{27}{128}$
<b>Прирастают к цветковым чешуйям, околоплодник белый <math>\frac{3}{16}</math></b>	$\frac{3}{16} \times \frac{3}{8} = \frac{9}{128}$	$\frac{3}{16} \times \frac{1}{8} = \frac{3}{128}$	$\frac{3}{16} \times \frac{1}{8} = \frac{3}{128}$	$\frac{3}{16} \times \frac{3}{8} = \frac{9}{128}$
<b>Голозёрные, околоплодник красный <math>\frac{3}{16}</math></b>	$\frac{3}{16} \times \frac{3}{8} = \frac{9}{128}$	$\frac{3}{16} \times \frac{1}{8} = \frac{3}{128}$	$\frac{3}{16} \times \frac{1}{8} = \frac{3}{128}$	$\frac{3}{16} \times \frac{3}{8} = \frac{9}{128}$
<b>Голозёрные, околоплодник белый <math>\frac{1}{16}</math></b>	$\frac{1}{16} \times \frac{3}{8} = \frac{3}{128}$	$\frac{1}{16} \times \frac{1}{8} = \frac{1}{128}$	$\frac{1}{16} \times \frac{1}{8} = \frac{1}{128}$	$\frac{1}{16} \times \frac{3}{8} = \frac{3}{128}$

## Вариант 2

### Задание для 10–11 класса (ответы и решения)

**Задача 1. (8 баллов)** Сопоставьте, к каким отрядам Птиц относятся объекты, ноги которых изображены на рисунках ▼. Обратите внимание, что разные объекты могут относиться к одному и тому же отряду. В ответе дайте цифру шифра, соответствующую букве рисунка. 1 – Пеликанообразные; 2 – Дятлообразные; 3 – Ракшеобразные; 4 – Журавлеобразные; 5 – Ржанкообразные; 6 – Пингвинообразные; 7 – Поганкообразные; 8 – Рябкообразные; 9 – Ястребообразные; 10 – Страусообразные; 11 – Стрижеобразные.



#### Решение.

**A** – 10, Страусообразные; **B** – 1, Пеликанообразные;  
**C** – 7, Поганкообразные; **D** – 5, Ржанкообразные.

**Задача 2. (9 баллов)** Для получения бессемянных растений F1 фирма-производитель использует в качестве женских растений диплоиды, несущие аллели **a**, **H**, **G** и **D**. В качестве опылителей служит тетраплоидная линия, несущая аллели **a**, **h**, **g** и **d**. Выпишите генотипы обоих родительских растений. Укажите генотип следующих структур гибридных семян: А – зародыша; Б – эндосперма; В – семенной кожуры. Ответ обоснуйте.

#### Решение.

**А.** Поскольку в условии указано, что были использованы линии, можно утверждать, что родительские растения, скорее всего, окажутся гомозиготными по всем указанным аллелям.

У диплоидного материнского растения каждый ген будет представлен двумя одинаковыми аллелями: **aa HH GG DD**. Оно будет давать гаметы с генотипом **a H G D**.

У тетраплоидного отцовского растения каждый ген будет представлен четырьмя одинаковыми аллелями: **aaaa hhhh gggg dddd**. Оно будет давать гаметы с генотипом **aa hh gg dd**.

Соответственно при скрещивании возникнут зародыши с генотипом **aaa Hhh Ggg Ddd**.

**Ответ:** **aaa Hhh Ggg Ddd**.

**Б.** При формировании эндосперма у Покрытосеменных центральная клетка материнского растения оплодотворяется спермием мужского растения. Центральная клетка возникает путём слияния двух генетически идентичных ядер (до этого ядра получились путём обычного митоза). Генотип центральной клетки в данном случае будет **aa HH GG DD**. Таким образом, генотип эндосперма (в данном случае – тетраплоидного) окажется **aaaa HHhh GGgg DDdd**. Этот ответ достаточен.

У Голосеменных эндосперм возникает без оплодотворения (из мегаспоры). Методическая комиссия не знает примеров создания и коммерческого использования бессемянных Голосеменных растений F1 (будем рады узнать о таких примерах, если кто-то их участников нашей олимпиады их приведёт). Поскольку в условии прямо не оговорена таксономическая принадлежность объектов, в качестве правильного может быть засчитан ответ **a H G D**, но только в том случае, если в ответе участника прямо и недвусмысленно указано, что имеется в виду эндосперм Голосеменных (*Gymnospermae, Pinophyta*).

**Ответ:** **aaaa HHhh GGgg DDdd** для Покрытосеменных и/или **a H G D** для Голосеменных.

**В.** Поскольку семенная кожура возникает из клеток диплоидного материнского растения, их генотипы совпадают: **aa HH GG DD**.

**Ответ:** **aa HH GG DD**.

**Задача 3. (6 баллов)** Укажите порядок расположения тканей стебля двудольного (**снаружи внутрь**):

- а) эпидерма – первичная кора – камбий – флоэма – ксилема – сердцевина;
- б) эпидерма – первичная кора – ксилема – камбий – флоэма – сердцевина;
- в) эпидерма – флоэма – ксилема – камбий – сердцевина;

**г) эпидерма – первичная кора – флоэма – ксилема – сердцевина;**

**д) пробка – пробковый камбий – флоэма – камбий – ксилема – сердцевина.**

**Решение.**

В последовательности **А** неверно указано положение камбия (между первичной корой и флоэмой). В последовательности **Б** неверно указано расположение ксилемы и флоэмы (флоэма должна быть снаружи от ксилемы). В последовательности **В** неверно указано положение камбия (между ксилемой и сердцевиной). Последовательность **Г** в принципе подходит, хотя в ней не указан камбий (прокамбий), который должен располагаться между флоэмой и ксилемой. Последовательность **Д** также в принципе подходит, хотя в ней пропущен слой феллемы, расположенной внутри от пробкового камбия.

**Ответ:** Г, Д.

**Задача 4. (10 баллов)** С помощью буквенного шифра дайте описание растения, представленного на рис.

**Семейство:** А – Розоцветные; Б – Крестоцветные;

В – Паслёновые; Г – Бобовые; Д – Лилейные;

Е – Злаковые.

**Цветок:** Ж – актиноморфный; З – зигоморфный;

И – неправильный

**Завязь:** К – верхняя; Л – нижняя

**Плод:** М – ягода; Н – орешек или многоорешек; О – костянка;

П – зерновка; Р – семянка; С – стручок или стручочек;

Т – боб; У – коробочка

**Околоцветник:** Ф – двойной; Х – простой; Ц – редуцированный

**Решение.**

На рисунке представлено растение из семейства Розоцветных, по видимому, близкое к Землянике или Лапчатке (точнее по рисунку установить трудно). Подчашие не показано, листочки подчашия «заслонены» лепестками. Правильный ответ – А. Актиноморфный цветок виден на рисунке (шифр Ж). На разрезе видно, что все части околоцветника и тычинки прикреплены снизу от пестиков, таким образом, сама завязь верхняя (шифр К). Плод – многоорешек (шифр Н). Околоцветник двойной – представлен чашечкой и венчиком (шифр Ф).

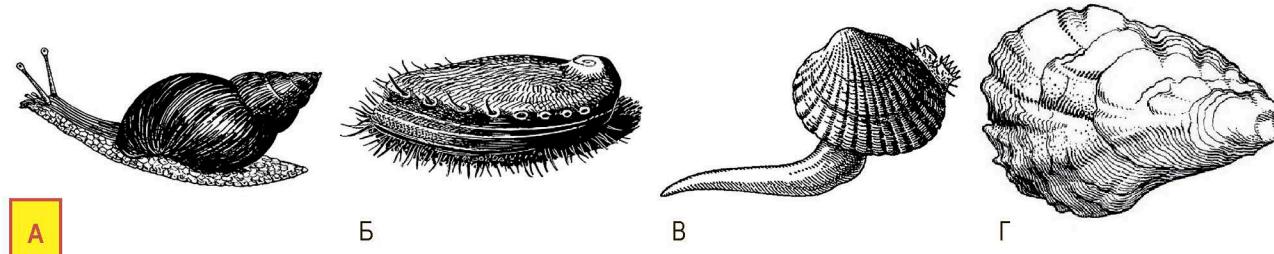
**Ответ:** А, Ж, К, Н, Ф.

**Задача 5. (5 баллов)** Всех этих моллюсков можно встретить в одном и том же водоёме, за исключением одного.

**Решение.**

На рисунке **А** изображена наземная лёгочная улитка (класс Брюхоногие). В отличие от брюхоногих, дышащих жабрами, у неё нет крышечки, прикреплённой к спинной стороне ноги. Глаза у этой улитки располагаются на вершинах щупалец, а у пресноводных лёгочных брюхоногих, например прудовиков, глаза находятся у основания щупалец. Улитку с рисунка **А** нельзя встретить в природе вместе с остальными изображёнными моллюсками. **Б** – морское ушко, **В** – кардиум, **Г** – устрица – все они обитают в море.

**Ответ:** А.



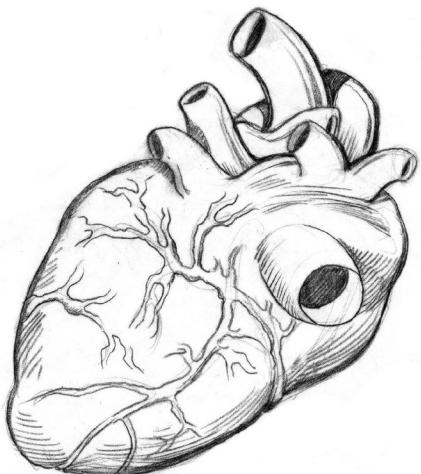


Рис. 1. Сердце. Источник: anatomy, art, biology, clip, clipart, drawing, graphic

## Блок 2 [ 6 ]

**Задача 6. (9 баллов)** Во время сна сердечный выброс равен 3 л/мин, при самой интенсивной работе пульс учащается до 300 ударов в минуту, а ударный объем сердца достигает 150 мл. Во сколько раз изменился сердечный выброс при работе относительно сна?

### Решение.

Чтобы сравнить эти 2 состояния нам надо привести параметры работы сердца к общему знаменателю. Для сна мы не можем рассчитать ударного объема (объем крови, выбрасываемый левой или правой половиной сердца при одиночном сокращении сердца). Но можем рассчитать минутный объем (сердечный выброс) для интенсивной работы. Он равен:

$$150 \text{ мл} \times 300 \text{ уд/мин} = 45000 \text{ мл/мин или } 45 \text{ л/мин.}$$

Так как в покое минутный объем равен 3 л/мин, то легко видеть, что эти два состояния различаются в 15 раз.

**Ответ:** Сердечный выброс при интенсивной работе увеличился в 15 раз.

**Задача 7. (12 баллов)** Какое количество  $\text{CO}_2$  необходимо ассимилировать из воздуха листу пеперомии (*Peperomia incana*) чтобы вырасти диаметром 5 сантиметров толщиной 0,2 см. Примем, что лист состоит целиком из целлюлозы  $[\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5]_n$ , по форме – круг, а его плотность равна  $\rho = 0,7 \text{ г/см}^3$ .

Справочные данные:

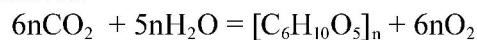
атомарная масса углерода – 12, кислорода – 16, водорода – 1.

### Решение.

1. Рассчитываем массу выросшего листа пеперомии. Примем, что лист имеет форму цилиндра с очень маленькой высотой

$$m = \pi r^2 h \rho = 3,14 \times [2,5 \text{ см}]^2 \times 0,2 \text{ см} \times 0,7 \text{ г/см}^3 = 2,7475 \text{ г} \approx 2,7 \text{ г}$$

2. Образование древесины рассчитаем по уравнению фотосинтеза:



3. Рассчитаем молекулярную массу углекислого газа:

$$M_1 [\text{CO}_2] = 12 + 16 \times 2 = 44 \text{ г/моль}$$

4. Молекулярная масса целлюлозы довольно велика, но для нашей оценки достаточно будет рассчитать молекулярную массу отдельного мономера:

$$M_2 [\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5]_n = 12 \times 6 + 1 \times 10 + 16 \times 5 = 72 + 10 + 80 = 162 \text{ г/моль}$$

5. Обозначим искомые массы: масса  $\text{CO}_2$  –  $m_1$ , масса  $[\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5]_n$  –  $m_2$  молекулярные массы  $\text{CO}_2$  и  $[\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5]_n$  соответственно –  $M_1$  и  $M_2$ . Поскольку из 6 молей углекислого газа образуется 1 моль мономеров целлюлозы, по закону эквивалентов составим пропорцию:  $m_1 : m_2 = [6 \times M_1] : M_2$

Отсюда

$$m_1 \approx 6 \times m_2 \times M_1 / M_2 = [6 \times 2,7 \text{ г} \times 44 \text{ г/моль}] : 162 \text{ г/моль} = 4,4 \text{ г}$$

Поскольку в задаче спрашивается о *количество* углекислого газа, а с точки зрения химии количество вещества измеряется в молях, то правильным также может быть признан округленный ответ  $4,4 \text{ г} : 44 \text{ г/моль} = 0,1 \text{ моль}$ .

**Ответ:** Необходимо поглотить примерно 4,4 г или 0,1 моль  $\text{CO}_2$ . Оба ответа считаются правильными.



Рис. 2. Пеперомия серая.  
Источник: [http://plantillustrations.org/ILLUSTRATIONS\\_full\\_size/145147.jpg](http://plantillustrations.org/ILLUSTRATIONS_full_size/145147.jpg)

**Задача 8. (16 баллов)** Молекула транспортной РНК приобретает вторичную структуру «клеверного листа», так как в её последовательности имеются четыре пары комплементарных участков, образующих двусpirальные шпильки, которые стабильны, если содержат 5 и более комплементарных пар подряд. Две нити шпильки соединены между собой однонитевыми участками – петлями. Петля, расположенная в центральной части последовательности тРНК, содержит антикодон, причём он располагается точно посередине петли. Была определена последовательность средней части одной из тРНК:

**5'-АЦГУЦГЦУГАУААЦГЦГАЦГ-3'.**

Какова вторичная структура, формируемая этим участком тРНК?

Какой антикодон несёт эта тРНК?

Пользуясь таблицей генетического кода, определите, какую аминокислоту переносит эта тРНК.

	У	Ц	А	Г	
У	УУУ фенилаланин	УЦУ серин	УАУ тирозин	УГУ цистеин	У
	УУЦ фенилаланин	УЦЦ серин	УАЦ тирозин	УГЦ цистеин	Ц
	УУА лейцин	УЦА серин	УАА стоп	УГА стоп	А
	УУГ лейцин	УЦГ серин	УАГ стоп	УГГ триптофан	Г
Ц	ЦУУ лейцин	ЦЦУ пролин	ЦАУ гистидин	ЦГУ аргинин	У
	ЦУЦ лейцин	ЦЦЦ пролин	ЦАЦ гистидин	ЦГЦ аргинин	Ц
	ЦУА лейцин	ЦЦА пролин	ЦАА глицин	ЦГА серин	А
	ЦУГ лейцин	ЦЦГ пролин	ЦАГ глицин	ЦГГ серин	Г
А	АУУ изолейцин	АЦУ треонин	ААУ аспарагин	АГУ аргинин	У
	АУЦ изолейцин	АЦЦ треонин	ААЦ аспарагин	АГЦ аргинин	Ц
	АУА изолейцин	АЦА треонин	ААА лизин	АГА аргинин	А
	АУГ метионин	АЦГ треонин	ААГ лизин	АГГ аргинин	Г
Г	ГУУ валин	ГЦУ аланин	ГАУ аспарагиновая кислота	ГГУ глицин	У
	ГУЦ валин	ГЦЦ аланин	ГАЦ аспарагиновая кислота	ГГЦ глицин	Ц
	ГУА валин	ГЦА аланин	ГАА глутаминовая кислота	ГГА глицин	А
	ГУГ валин	ГЦГ аланин	ГАГ глутаминовая кислота	ГГГ глицин	Г

### Решение.

Сначала найдём, есть ли на приведённом фрагменте комплементарные участки. Сначала определим, какая последовательность будет комплементарна небольшому фрагменту в начале, например, первым 6 нуклеотидам:

**5'-АЦГУЦГ-3'**

**3'-УГЦАГЦ-5'**, при этом комплементарная последовательность направлена в противоположную сторону. Перепишем её от 5' к 3': **ЦГАЦГУ**. Проверим, есть ли такая последовательность во второй половине данного фрагмента:

**5'-АЦГУЦГЦУГАУААЦГЦГАЦГ-3'** Есть часть этой последовательности из 4 нуклеотидов (выделена цветом). Таким образом, первые два и последние два нуклеотида фрагмента не комплементарны, затем в начале и конце идут 4 пары комплементарных оснований. Проверяем комплементарность следующих оснований: седьмой нуклеотид от начала (Ц) комплементарен седьмому от конца (Г), восьмой (Г) комплементарен восьмому от конца (Ц), а девятый и последующие не комплементарны. Таким образом нуклеотиды 3–8 и 16–21 будут образовывать шпильку, а 9–15 антикодоновую петлю: (см. рис. ►).

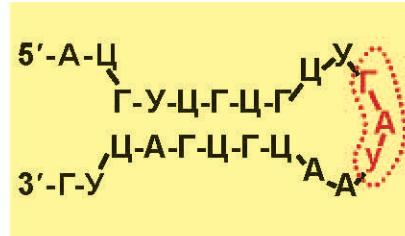
В антикодоновой петле семь нуклеотидов. 3 входят в антикодон, находящийся в середине, значит с каждой стороны антикодона по два нуклеотида (Ц-У и А-А). Антикодон выделен цветом (ГАУ).

Для того, чтобы узнать, какую аминокислоту переносит эта тРНК, нам надо знать её кодон. Кодон комплементарен антикодону: Антикодон **5'-ГАУ-3'**

Кодон **3'-ЦУА-5'**.

Но, как во всех случаях комплементарных цепей нукleinовых кислот, кодон антипараллелен антикодону, т.е. читается в противоположном направлении (от 5' к 3'): Кодон **5'-АУЦ-3'**. По таблице генетического кода находим аминокислоту – изолейцин.

**Ответ:** 1) нуклеотиды 3–8 и 16–21 будут образовывать шпильку, а 9–15 антикодоновую петлю. 2) Антикодон: **5'-ГАУ-3'**. 3) кодируемая аминокислота – изолейцин.



### Блок 3 [ 9 ]

**Задача 9. (25 баллов)** Для консервирования выращивают специальные «сахарные» сорта кукурузы (*Zea mays* convar. *saccharata*). В них поступающая от листьев сахароза по той или иной причине слабо превращается в крахмал и накапливается в зерновке. При созревании эндосперм содержит мало крахмала, и плод «сморщивается» (морщинистые зерновки).

За проявление признака отвечают два независимо наследующихся гена: **A** и **F**. Признак морщинистости рецессивный. Для его проявления достаточно, чтобы в клетках эндосперма был представлен либо только мутантный аллель гена **a**, либо только мутантный аллель **f**.

Околоплодник и семенная кожура у кукурузы могут быть либо бесцветными, либо коричневыми по мере созревания. Коричневая окраска появляется из-за окисления фенольных соединений перекисью водорода при участии особого фермента – пероксидазы. Активное выделение перекиси и окисление фенолов повышают устойчивость зерновок к повреждению патогенными грибами и насекомыми. Пероксидазу кодирует аллель **B**, а у растений с бесцветными покровами зерновок есть нефункциональный аллель **b**. [Считайте, что активность пероксидазы очень высокая.] Ген **B** наследуется независимо от генов **A** и **F**.

**A.** При опылении линии «сахарной» кукурузы с бесцветными зерновками пыльцой другой линии «сахарной» кукурузы, устойчивой к повреждению грибами, получились только гладкие зерновки. Предложите генотипы:

- материнского и отцовского растений
- полученных зародышей F1
- эндосперма зерновок F1

#### Решение.

В условии сказано, что в скрещивании участвовали линии, поэтому мы вправе предположить, что оба родителя – гомозиготы по всем рассматриваемым генам. Поскольку нам известно, что обе родительские линии были «сахарными», т.е. имели морщинистые зерновки, можно предположить, что они несли либо два рецессивных аллеля **aa**, либо два рецессивных аллеля **ff**. При перекрестном опылении этих линий получились гладкие зерновки. Такой результат возможен только в том случае, когда линии несут разные аллели одного и того же гена. Здесь возможно два варианта:

- 1) ♀ **aa FF** × ♂ **AA ff**
- 2) ♀ **AA ff** × ♂ **aa FF**

Бесцветные зерновки могут образоваться только тогда, когда материнское растение гомозиготно по рецессивному аллелю **bb**. Линия, устойчивая к грибам, несет доминантный аллель **B**.

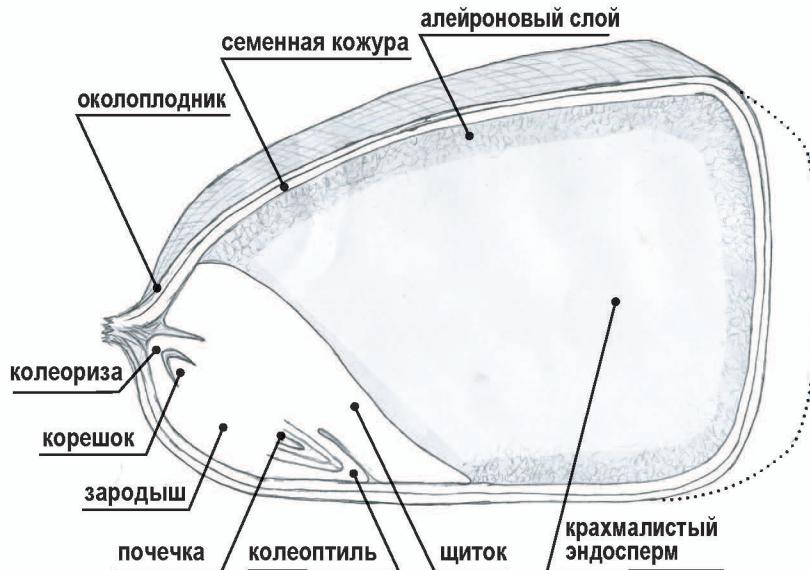
Соответственно, мы должны это также учесть.

Возможные генотипы родительских линий:

- 1) ♀ **aa FF bb** × ♂ **AA ff BB**
- 2) ♀ **AA ff bb** × ♂ **aa FF BB**

Эти вариации в обозначениях не влияют на генотип зародышей – они будут гетерозиготами по обоим аллелям всех трех генов: **Aa Ff Bb**.

Эндосперм образуется при слиянии диплоидной центральной клетки и спермия. Сама центральная клетка получается при слиянии двух идентичных по генотипу гаплоидных ядер.



В зависимости от того, как мы обозначили генотипы родительских линий, мы можем предложить два варианта для эндосперма:

- 1) **Aaa FFf Bbb**
- 2) **AAa Fff Bbb**

**Ответ:**

Генотип

- материнского и отцовского растений: 1) ♀ **aa FF bb** × ♂ **AA ff BB** или  
2) ♀ **AA ff bb** × ♂ **aa FF BB**
- полученных зародышей F1: **Aa Ff Bb**
- эндосперма зерновок F1: 1) **Aaa FFf Bbb**; 2) **AAa Fff Bbb**

**Б.** Будут ли эти зерновки устойчивыми к повреждению грибами? При обосновании ответа укажите генотип околоплодника.

**Решение.**

Поскольку околоплодник развивается из тканей материнского растения [а про него известно, что оно принадлежит к линии с белыми зерновками], то генотип околоплодника совпадает с генотипом материнского растения: 1) **aa FF bb** или 2) **AA ff bb**. В любом случае околоплодник будет бесцветным, и поэтому зерновки окажутся восприимчивы к грибным заболеваниям.

**Ответ:** зерновки F1 не будут устойчивыми к повреждению грибами. Возможные генотипы околоплодника: 1) **aa FF bb** или 2) **AA ff bb**.

**В.** Из зерновок от предыдущего скрещивания вырастили растения и от свободного опыления собрали урожай зерновок F2. Проанализируйте генотипы этих зерновок. Постройте решётку Пеннетта для генов **A** и **F**. В решётке обозначьте генотипы материнских и отцовских гамет; в ячейках решётки выпишите генотип зародыша, а также соответствующий ему генотип эндосперма (по два генотипа в одной ячейке!).

**Г.** На основании таблицы рассчитайте суммарное расщепление среди зерновок F2 по двум признакам: «сахаристости» и устойчивости к патогенам.

**Решение.**

Как мы уже указывали, генотип зародышей (и взрослых растений) второго поколения будет **Aa Ff Bb**. Для анализа фенотипа зерновок достаточно рассмотреть расщепление и построить решётку Пеннетта только для двух генов: **A** и **F** (см. след. страницу). В квадратных скобках дополнительно даны генотипы центральных клеток. Обратите внимание, что центральные клетки всегда гомозиготны по обоим аллелям. Указание генотипа центральной клетки как **Aa FF**, **aa Ff**, **Aa ff** и т.п. (гетерозиготность хотя бы по одному аллелю) считается ошибкой, поскольку это противоречит механизму образования центральной клетки.

В решётке при указании генотипа эндосперма аллели материнского родителя всегда должны «удваиваться». Если «удвоены» аллели отцовского растения, это считается ошибкой. Если не указано, где в решётке находятся генотипы отцовского и материнского растений, баллы также будут снижены.

Жёлтой заливкой в решётке Пеннетта показаны те генотипы эндосперма, которые содержат либо три рецессивных аллеля **aaa**, либо три рецессивных аллеля **fff** (или и то, и другое), что соответствует «сахарному» фенотипу (морщинистым зерновкам). Из анализа расщепления видно, что соотношение составляет  $\frac{9}{16}$  гладких зерновок к  $\frac{7}{16}$  морщинистых зерновок.

Не будет ошибкой указание аллелей всех трёх генов (**A**, **F** и **B**). Тогда таблица приобретёт более громоздкий трудно читаемый вид и затруднит анализ расщепления по фенотипам.

Для анализа признака устойчивости к патогенам, нужно определить, есть ли у материнского растения аллель **B**. Очевидно, что генотип околоплодника будет совпадать с генотипом растений F1, т.е. будет **Aa Ff Bb**. При этом все зерновки второго урожая должны оказаться коричневыми, т.е. устойчивыми к патогенам.

♀ Яйцеклетки [центральные клетки] ▼	♂ Спермии ►	<i>A F</i>	<i>A f</i>	<i>a F</i>	<i>a f</i>
<i>A F</i> [ <i>AA FF</i> ]		зародыш: <i>AA FF</i> эндосперм: <i>AAA FFF</i>	зародыш: <i>AA Ff</i> эндосперм: <i>AAA Fff</i>	зародыш: <i>Aa FF</i> эндосперм: <i>AAa FFF</i>	зародыш: <i>Aa Ff</i> эндосперм: <i>AAa Fff</i>
<i>A f</i> [ <i>AA ff</i> ]		зародыш: <i>AA Ff</i> эндосперм: <i>AAA Fff</i>	зародыш: <i>AA ff</i> эндосперм: <i>AAA fff</i>	зародыш: <i>Aa Ff</i> эндосперм: <i>AAa Fff</i>	зародыш: <i>Aa ff</i> эндосперм: <i>AAa fff</i>
<i>a F</i> [ <i>aa FF</i> ]		зародыш: <i>Aa FF</i> эндосперм: <i>Aaa FFF</i>	зародыш: <i>Aa Ff</i> эндосперм: <i>Aaa FFf</i>	зародыш: <i>aa FF</i> эндосперм: <i>aaa FFF</i>	зародыш: <i>aa Ff</i> эндосперм: <i>Aaa FFf</i>
<i>a f</i> [ <i>aa ff</i> ]		зародыш: <i>Aa Ff</i> эндосперм: <i>Aaa Fff</i>	зародыш: <i>Aa ff</i> эндосперм: <i>Aaa fff</i>	зародыш: <i>aa Ff</i> эндосперм: <i>aaa Fff</i>	зародыш: <i>aa ff</i> эндосперм: <i>aaa fff</i>

**Ответ:** среди зерновок второго урожая все будут устойчивыми к патогенам [грибным заболеваниям], а по признаку «сахаристости» [морщинистые] будет расщепление:

$\frac{9}{16}$  «не сахаристых» [гладких] зерновок к  $\frac{7}{16}$  «сахаристых» [морщинистых] зерновок.

**Приложение.** Вариант решётки Пенетта для трёх генов. В верхней строке – генотипы спермиев, в столбце – генотипы яйцеклеток, в квадратных скобках – генотипы центральных клеток. В каждой ячейке сверху – генотип зародыша, снизу – генотип эндосперма. Жёлтой заливкой показаны «сахаристые» [морщинистые] зерновки.

▼ ♀ \ ♂ ►	<i>A F B</i>	<i>A F b</i>	<i>A f B</i>	<i>A fb</i>	<i>a F B</i>	<i>a F b</i>	<i>a f B</i>	<i>a f b</i>
<i>A F B</i> [ <i>AA FF BB</i> ]	AA FF BB AAAFFFBBB							
<i>A F b</i> [ <i>AA FF bb</i> ]	AA FF Bb AAAFFFBBb							
<i>A f B</i> [ <i>AA ff BB</i> ]	AA Ff BB AAAFFFBBB							
<i>A f b</i> [ <i>AA ff bb</i> ]	AA Ff Bb AAAFFFBBb							
<i>a F B</i> [ <i>aa FF BB</i> ]	Aa FF BB AaaFFFBBB							
<i>a F b</i> [ <i>aa FF bb</i> ]	Aa FF Bb AaaFFFBBb							
<i>a f B</i> [ <i>aa ff BB</i> ]	Aa Ff BB AaaFFFBBB							
<i>a f b</i> [ <i>aa ff bb</i> ]	Aa Ff Bb AaaFFFBBb							