

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП «ПОКОРИ ВОРОБЬЕВЫ ГОРЫ!» 2017-2018

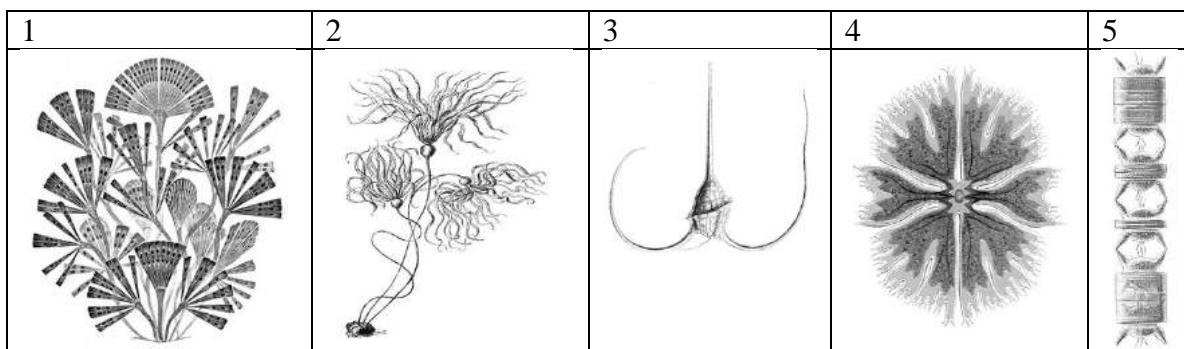
БИОЛОГИЯ

10-11 классы

Вариант 1

Задание 1. (18 баллов). Здесь приведены старинные рисунки микроскопических и макроскопических водорослей из знаменитой работы Эрнста Геккеля – «Красота форм в природе». Современные альгологи выделяют различные типы строения и организации тела водорослей – *типы дифференциации талломов*. Из перечисленных типов дифференциации выберите подходящие для каждой водоросли.

А. а) коккоидный; б) монадный; в) амебоидный; г) нитчатый; д) тканевый; е) сифональный



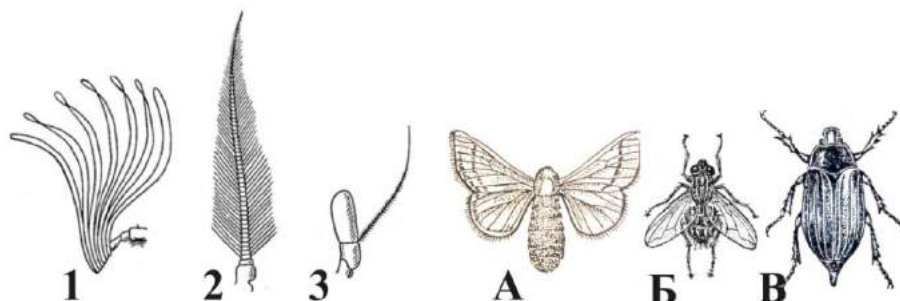
Б. У кого из водорослей, изображенных на рисунках есть хлорофилл «в»? Выберите один правильный ответ.

- а) у водорослей на всех рисунках; б) только 1; в) только 2; г) только 3;
д) только 4; е) только 5; ж) ни у кого нет

Ответ: А - 1А; 2Д; 3Б; 4А; 5А; Б - д) только 4

по 3 балла за каждый правильный ответ

Задание 2. (12 баллов). Каким насекомым на рисунке принадлежат усики (ссяжки). Как эти ссяжки называются?



Ответ: 1-В, пластинчатый; 2-А, перистый; 3-Б, щетинконосный.

По 2 балла за каждый правильный ответ

Задание 3. (30 баллов). Решите кроссворд. Все слова записываются по горизонтали, в закрашенные клетки. Особенность кроссворда в том, что зашифрованы не только значения, но и номера слов. Отгадав номер, вы поймёте, в какую строчку нужно вписать соответствующее слово.

Номер слова	Значение слова
Число ядер в клетке инфузории-туфельки	Полисахарид, входящий в состав кутикулы членистоногих
Число щетинок на одном сегменте у дождевого червя	Одиночный коралловый полип, не имеющий минерального скелета
Число зубов в ротовом аппарате морского ежа	Плоский червь-паразит человека
Число пар конечностей, составляющих ротовой аппарат речного рака	Общее название органа равновесия у беспозвоночных
Число присосок у бычьего цепня	Представитель типа многоклеточных животных, всегда обитающих в водной среде, не имеющих нервной системы
Число челюстей у медицинской пиявки	Орган двустворчатых моллюсков, служащий для выведения воды из мантийной полости
Число пар лёгких у паука-крестовика	Личинка морских двустворчатых моллюсков – например, мидии

Число рук/щупалец у каракатицы	Гипотетический предок многоклеточных животных по гипотезе Э. Геккеля
--------------------------------	--

Ответ:

					↓				
		2	х	и	Т	и	н		
10	г	а	с	т	Р	е	я		
			3	с	И	ф	о	н	
		1	в	е	Л	и	г	е	р
6	с	т	а	т	О	ц	и	с	т
		4	г	у	Б	к	а		
	8	а	к	т	И	н	и	я	
	5	л	е	н	Т	е	ц		

По 3 балла за каждое правильное слово по горизонтали, 6 баллов за ключевое слово по вертикали.

Задание 4. (8 баллов). Рассчитайте количество воды (в литрах и в % от массы тела) в теле взрослого человека, если известно, что отношение воды к площади поверхности тела (ППТ) равно 21 л/м^2 . Площадь поверхности считают по сложным формулам таким как $\text{ППТ} = \text{МТ}^{0,425} \times \text{Рост}^{0,725} \times 0,007184$. Мы же для простоты примем, что $\text{ППТ} = \text{Рост} \times 1,1$. Рост нашего подопечного равен 1,7м, а индекс массы тела (ИМТ) равен 25. ИМТ рассчитывают по формуле $\text{ИМТ} = \text{Масса тела (кг)} / (\text{рост (м)})^2$. Расчеты округляйте до сотых или десятых долей от целого.

Решение: Для ответа надо провести несколько арифметических действий.

1. Сначала ППТ, она равна $1,7 \times 1,1 = 1,87 \text{ м}^2$
 2. Затем объем воды во всем теле, он равен $21 \text{ л} \times 1,87 \text{ м}^2 = 39,27 \text{ л} = 39,27 \text{ кг}$
 3. Ну и осталась масса тела этого человека, она равна $25 \times (1,7 \text{ м})^2 = 25 \times 2,89 = 72,25 \text{ кг}$
 4. Значит в процентном отношении вода составляет $39,27 \times 100\% / 72,25 = 54,35\%$.
- Ну, что же, такие мы и есть немного более половины в нашем теле – вода.

По 2 балла за каждый правильный ответ

Задание 5. (16 баллов). Фермент РНКазы состоит из 124 аминокислотных остатков и имеет молекулярную массу 13700 дальтон. Кодированный её участок ДНК содержит 45% Г-Ц пар и 55% А-Т пар. Средняя масса нуклеотида в ДНК равна 335 дальтон. Что тяжелее: молекула РНКазы или кодирующая её последовательность ДНК и во сколько раз? Сколько водородных связей содержит кодирующая РНКазу последовательность ДНК?

Решение: Каждый аминокислотный остаток кодируется триплетом нуклеотидов, таким образом кодирующая РНКазу последовательность содержит $124 \times 3 = 372$ нуклеотида. (2 балла)

К ним надо прибавить иницирующий и терминирующий кодоны, т.е. **ещё 6 нуклеотидов.** (6 баллов)

Таким образом всего 378 нуклеотидов. ДНК представляет собой двойную спираль, т.е. кодирующая последовательность содержит 378 пар нуклеотидов, или **756 нуклеотидов**, масса которых равна $335 \times 756 = 253260$ дальтон. (2 балла)

Молекула РНКазы легче кодирующей её последовательности ДНК в $256260/13700 = 18,5$ раз. (3 балла)

Из 378 пар $378 \times 0,45 = 170$ пар Г-Ц и $378 \times 0,55 = 208$ пар А-Т. Пара А-Т образует по 2 водородные связи, т.е. всего **416** водородных связей. Г-Ц пары образуют по 3 водородные связи, т.е. всего **510** водородных связей. Таким образом во всей кодирующей последовательности $416 + 510 = 926$ водородных связей. (3 балла)

Ответ: последовательность ДНК тяжелее в 18,5 раз, и она содержит 926 водородных связей.

Ответы детей могут отличаться в пределах нескольких единиц, в зависимости от округления. Не считать ошибкой.

Задание 6. (16 баллов). На архипелаге в Тихом океане проживает изолированная популяция людей, имеющих карие, серые и голубые глаза. Других цветов глаз на островах не встречается. Известно, что различия в цвете определяются в этом случае одним геном, карий цвет глаз (аллель **V**) доминирует над серым (аллель b^g), а серый – над голубым (аллель **b**). Частоты встречаемости аллелей в популяции: **V – 0,3; b^g - 0,3; b – 0,4**. Всего на островах проживает 12400 жителей, между которыми свободно заключаются браки без каких-либо социальных и географических ограничений. Какова численность жителей с карим, серым и голубым цветом глаз в этой популяции? Какова частота фенотипов по цвету глаз?

Решение: Рассмотрим возможные генотипы и соответствующие им фенотипы.

V V - карие, V b^g – карие, V b – карие, $b^g b^g$ – серые, $b^g b$ – серые, b b – голубые.

Поскольку скрещивания случайны, в достаточно большой популяции частоты встречаемости гомозигот будут равны квадрату частоты встречаемости аллеля, а частоты встречаемости гетерозигот – удвоенному произведению частот встречаемости аллелей (возникают как комбинация отцовский*материнский+материнский*отцовский, т.е. $Cc+cC=2Cc$). Рассчитываем все возможные комбинации.

$$V V = 0,3^2 = 0,09; V b^g = 2 * 0,3 * 0,3 = 0,18; V b = 2 * 0,3 * 0,4 = 0,24.$$

$$\text{Все карие} = 0,09 + 0,18 + 0,24 = 0,51.$$

$$b^g b^g = 0,3^2 = 0,09; b^g b = 2 * 0,3 * 0,4 = 0,24. \text{ Все серые} = 0,09 + 0,24 = 0,33.$$

$$b b = 0,4^2 = 0,16. \text{ – голубые}$$

Рассчитываем по этим частотам количество людей с различным цветом глаз в популяции:

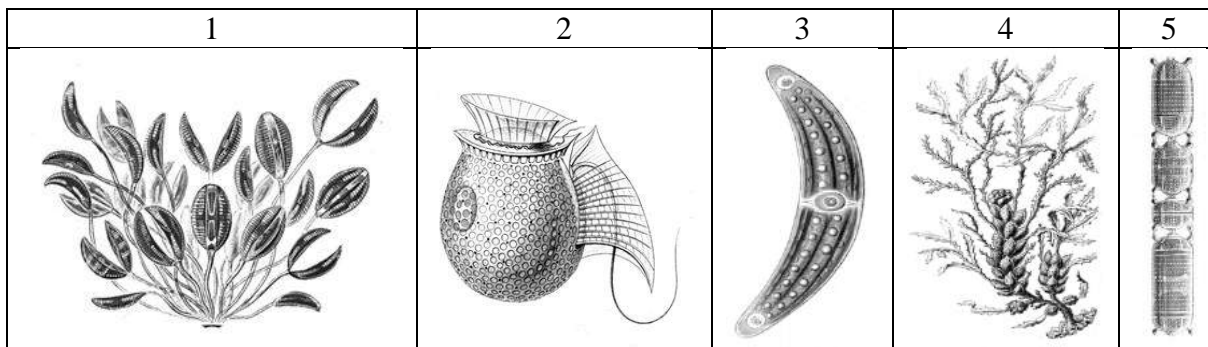
$$\text{Карие} = 12400 * 0,51 = 6324; \text{серые} = 12400 * 0,33 = 4092; \text{голубые} = 12400 * 0,16 = 1984.$$

12 баллов за правильные частоты фенотипов и 4 балла за численности жителей.

Вариант 2

Задание 1. (18 баллов). Здесь приведены старинные рисунки микроскопических и макроскопических водорослей из знаменитой работы Эрнста Геккеля – «Красота форм в природе». Современные альгологи выделяют различные типы строения и организации тела водорослей – *типы дифференциации талломов*. Из перечисленных типов дифференциации выберите подходящие для каждой водоросли.

А. а) коккоидный; б) монадный; в) амeboидный; г) нитчатый; д) тканевый; е) сифональный



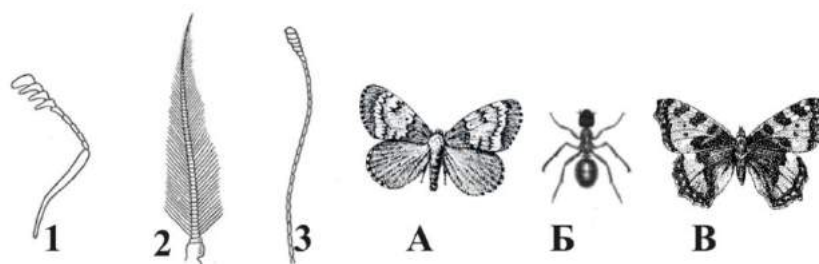
Б. У кого из водорослей, изображенных на рисунках есть хлорофилл «в»? Выберите один правильный ответ.

- а) у водорослей на всех рисунках; б) только 1; в) только 2; г) только 3;
 д) только 4; е) только 5; ж) ни у кого нет

Ответ: А - 1А; 2Б; 3А; 4Д; 5А; Б - г) только 3;

по 3 балла за каждый правильный ответ

Задание 2. (12 баллов). Каким насекомым на рисунке принадлежат усики (саяжки). Как эти саяжки называются?



Ответ: 1-Б, коленчатые; 2-А, перистые; 3-В, булавовидный

По 2 балла за каждый правильный ответ

Задание 3. (30 баллов). Решите кроссворд. Все слова записываются по горизонтали, в закрашенные клетки. Особенность кроссворда в том, что зашифрованы не только значения, но и номера слов. Отгадав номер, вы поймете, в какую строчку нужно вписать соответствующее слово. Пример:

<i>Номер слова</i>	<i>Значение слова</i>
--------------------	-----------------------

<i>Число героев сказки, которые совместными усилиями вытянули репку</i>	<i>Общий признак, позволяющий отнести всех персонажей, вытянувших репку, к классу Млекопитающие</i>
---	---

Репку в сказке тянули: дедка, бабушка, внучка, Жучка, кошка и мышка – всего 6 персонажей. Значит, загаданное слово нужно вписать в строчку, обозначенную цифрой 6. В этой строчке выделены шесть ячеек – значит, загаданное слово состоит из шести букв, а значение слова – «характерный признак млекопитающих». Подходящим ответом будет, например, слово «шерсть».

Если слова и их номера отгаданы правильно, то в столбике, указанном стрелкой, можно будет прочесть ключ-слово. Заполнив часть строк, вы можете угадать ключ-слово по нескольким буквам, и тогда оно поможет угадать оставшиеся слова.

						↓							
		2											
5													
		6											
4													
		8											
		1											
3													
		10											

Номер слова	Значение слова
Число отделов желудка у речного рака	Часть мягкого тела моллюска
Число радиальных каналов амбулакральной системы у большинства иглокожих	Род жгутиконосцев, являются возбудителями опасных заболеваний человека, переносчиками служат кровососущие насекомые
Число пар конечностей на переднем отделе тела паука	Отдел тела насекомых
Число ротовых лопастей у беззубки	Поверхностный слой цитоплазмы амёбы
Число рук (щупалец) у осьминога	Беспозвоночное животное, представитель нектона

Число промежуточных хозяев в жизненном цикле бычьего цепня	Стадия в жизненном цикле кишечнорастных – как правило, донная, малоподвижная
Число главных ветвей кишечника у планарии	Самый наружный слой стенки тела аскариды
Число ног, давшее название отряду ракообразных, к которому относятся креветки	Отдел тела дождевого червя, необходимый для откладки кокона

Ответ:

						↓								
			2	м	а	Н	т	и	я					
	5	т	р	и	п	А	н	о	с	о	м	а		
			6	г	р	У	д	ь						
	4	э	к	т	о	П	л	а	з	м	а			
			8	к	а	Л	ь	м	а	р				
		1	п	о	л	И	п							
3	к	у	т	и	к	У	л	а						
		10	п	о	я	С	о	к						

По 3 балла за каждое правильное слово по горизонтали, 6 баллов за ключевое слово по вертикали.

Задание 4. (8 баллов). Сколько воды содержится в 1 кг массы тела человека, если отношение воды к площади поверхности тела равно $20,5 \text{ л/м}^2$. Площадь поверхности считают по сложным формулам таким как $\text{ППТ} = \text{МТ}^{0,425} \times \text{Рост}^{0,725} \times 0,007184$. Мы для простоты примем, что $\text{ППТ} = \text{Рост}^2 / 1,65$. Рост нашего подопечного равен 1,75м, а индекс массы тела (ИМТ) равен 25. ИМТ рассчитывают по формуле $\text{ИМТ} = \text{Масса тела (кг)} / (\text{рост (м)})^2$. Расчеты округляйте до сотых или десятых долей от целого.

Решение: Для ответа надо провести несколько арифметических действий.

1. Сначала ППТ, она равна $1,75 \times 1,75 / 1,65 = 1,86 \text{ м}^2$.
2. Затем объем воды во всем теле, он равен $20,5 \text{ л} \times 1,86 \text{ м}^2 = 38,13 \text{ л} = 38,13 \text{ кг}$.
3. Далее масса тела этого человека, она равна $25 \times (1,75 \text{ м})^2 = 25 \times 3,0625 = 76,56 \text{ кг}$.
4. Значит в процентном отношении вода составляет $38,13 \text{ кг} / 76,56 \text{ кг} = 0,50$

Ну, что же, такие мы и есть половина в нашем теле – вода.

По 2 балла за каждый правильный ответ

Задание 5. (16 баллов). Фермент лизоцим состоит из 129 аминокислотных остатков и имеет молекулярную массу 14300 дальтон. Кодированный её участок ДНК содержит 40% Г-Ц пар и 60% А-Т пар. Средняя масса нуклеотида в ДНК равна 335 дальтон. Что тяжелее: молекула лизоцима или кодирующая её последовательность ДНК и во сколько раз? Сколько водородных связей содержит кодирующая лизоцим последовательность ДНК?

Решение.

Каждый аминокислотный остаток кодируется триплетом нуклеотидов, таким образом кодирующая лизоцим последовательность содержит $129 \times 3 = 387$ нуклеотидов. (2 балла)
К ним надо прибавить иницирующий и терминирующий кодоны, т.е. ещё 6 нуклеотидов. (6 баллов)

Таким образом всего **393 нуклеотида**. ДНК представляет собой двойную спираль, т.е. кодирующая последовательность содержит 393 пары нуклеотидов, или 786 нуклеотидов, масса которых равна $335 \times 786 = 263310$ дальтон. (2 балла)

Молекула лизоцима легче кодирующей её последовательности ДНК в $263310/14300 = 18,4$ раза. (3 балла)

Из 393 пар $393 \times 0,4 = 157$ пар Г-Ц и $393 \times 0,6 = 236$ пар А-Т. А-Т пары образуют по 2 водородные связи, то есть всего 472 водородных связей. Г-Ц пары образуют по 3 водородные связи, т.е. всего 471 водородную связь. Таким образом во всей кодирующей последовательности $472 + 471 = 943$ водородных связи. (3 балла).

Ответ: последовательность ДНК тяжелее в 18,4 раза, и она содержит 943 водородных связи.

Ответы детей могут отличаться в пределах нескольких единиц, в зависимости от округления. Не считать ошибкой.

Задание 6. (16 баллов). У одного из видов пядениц цвет крыльев бабочек определяется локусом, представленным тремя аллелями: аллель **B** (черные крылья) доминирует над аллелем **b^g** (серые крылья), который, в свою очередь, доминирует над аллелем **b** (белые крылья). При исследовании большой популяции были обнаружены следующие частоты встречаемости аллелей: $C = 0,5$; $c^g = 0,4$ и $c = 0,1$. Если бабочки будут скрещиваться случайно, чему будет равна частота особей с черными, серыми и белыми крыльями в следующем поколении? Если популяция состоит из 13000 бабочек, сколько будет бабочек каждого фенотипа?

Решение: Рассмотрим возможные генотипы и соответствующие им фенотипы.

B B - чёрные, **B b^g** – чёрные, **B b** – чёрные, **b^g b^g** – серые, **b^g b** – серые, **b b** – белые.

Поскольку скрещивания случайны, в достаточно большой популяции частоты встречаемости гомозигот будут равны квадрату частоты встречаемости аллеля, а частоты встречаемости гетерозигот – удвоенному произведению частот встречаемости аллелей (возникают как комбинация отцовский*материнский+материнский*отцовский, т.е. $Cc + cC = 2Cc$). Рассчитываем все возможные комбинации.

B B = $0,5^2 = 0,25$; **B b^g** = $2 * 0,5 * 0,4 = 0,4$; **B b** = $2 * 0,5 * 0,1 = 0,1$.

Все чёрные = $0,25 + 0,4 + 0,1 = 0,75$.

b^g b^g = $0,4^2 = 0,16$; **b^g b** = $2 * 0,4 * 0,1 = 0,08$. **Все серые** = $0,16 + 0,08 = 0,24$.

$b = 0,1^2 = 0,01$. – белые

Рассчитываем по этим частотам количество пядениц разного цвета в популяции:

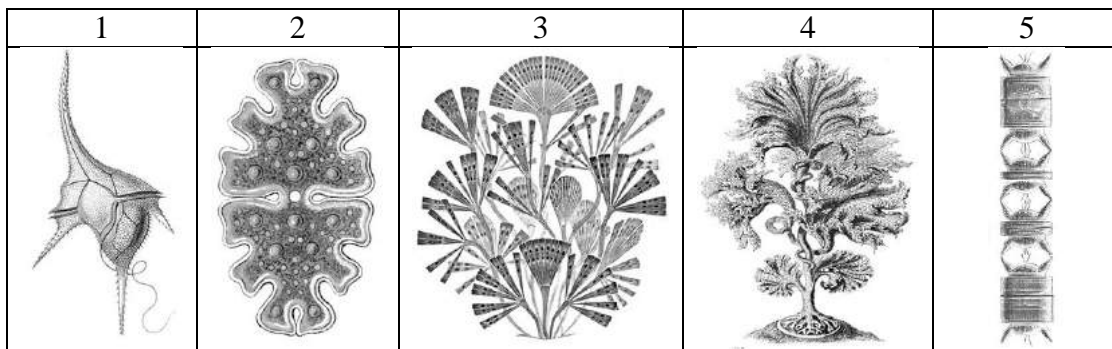
Чёрные = $13000 * 0,75 = 9750$; серые = $13000 * 0,24 = 3120$; белые = $13000 * 0,01 = 130$.

12 баллов за правильные частоты фенотипов и 4 балла за численности пядениц.

Вариант 3

Задание 1. (18 баллов). Здесь приведены старинные рисунки микроскопических и макроскопических водорослей из знаменитой работы Эрнста Геккеля – «Красота форм в природе». Современные альгологи выделяют различные типы строения и организации тела водорослей – *типы дифференциации талломов*. Из перечисленных типов дифференциации выберите подходящие для каждой водоросли.

А. а) коккоидный; б) монадный; в) амебоидный; г) нитчатый; д) тканевый; е) сифональный



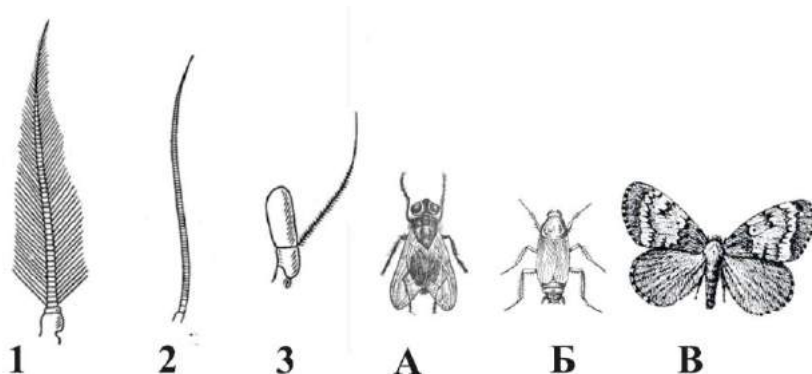
Б. У кого из водорослей, изображенных на рисунках есть хлорофилл «в»? Выберите один правильный ответ.

- а) у водорослей на всех рисунках; б) только 1; в) только 2; г) только 3;
д) только 4; е) только 5; ж) ни у кого нет

Ответ: А - 1Б; 2А; 3А; 4Д; 5А; Б - в) только 2

по 3 балла за каждый правильный ответ

Задание 2. (12 баллов). Каким насекомым на рисунке принадлежат усики (саяжки). Как эти саяжки называются? К каким отрядам относятся эти насекомые?



Ответ: 1-В, перистый; 2-Б, щетинковидный; 3-А, щетинконосный

По 2 балла за каждый правильный ответ

Задание 3. (30 баллов). Решите кроссворд. Все слова записываются по горизонтали, в закрашенные клетки. Особенность кроссворда в том, что зашифрованы не только значения, но и номера слов. Отгадав номер, вы поймёте, в какую строчку нужно вписать соответствующее слово. *Пример:*

Номер слова	Значение слова
Число героев сказки, которые совместными усилиями вытянули репку	Общий признак, позволяющий отнести всех персонажей, вытянувших репку, к классу Млекопитающие

Репку в сказке тянули: дедка, бабка, внучка, Жучка, кошка и мышка – всего 6 персонажей. Значит, загаданное слово нужно вписать в строчку, обозначенную цифрой 6. В этой строчке выделены шесть ячеек – значит, загаданное слово состоит из шести букв, а значение слова – «характерный признак млекопитающих». Подходящим ответом будет, например, слово «шерсть».

Если слова и их номера отгаданы правильно, то в столбике, указанном стрелкой, можно будет прочесть ключ-слово. Заполнив часть строк, вы можете угадать ключ-слово по нескольким буквам, и тогда оно поможет угадать оставшиеся слова.

						↓								
	6													
			8											
				1										
			10											
	5													
2														
4														
		3												

Номер слова	Значение слова
Число главных ветвей кишечника у планарии	«Водяная блоха», представитель ветвистоусых ракообразных

Число паутинных бородавок у паука-крестовика	Мускулистые боковые выросты, расположенные попарно на сегментах тела многощетинковых червей
Число хозяев в жизненном цикле аскариды	Приспособление для соскребания и измельчения пищи у моллюсков
Число сократительных вакуолей у инфузории-туфельки	Осадочная горная порода, часто состоит из раковин и скелетов беспозвоночных животных и/или простейших
Типичное число ложных ног у гусениц бабочек	Стадия развития свиного и бычьего цепней в организме промежуточного хозяина
Число щупалец у каждого полипа благородного (красного) коралла	Заболевание человека, возбудителем которого является простейшее из типа Споровики
Максимальное число крыльев у современных насекомых	Существенное преобразование строения организма в ходе индивидуального развития
Число пар ног у речного рака	Представитель класса Паукообразные с очень длинными ходильными ногами

Ответ:

						↓								
	6	п	а	р	а	П	о	д	и	я				
			8	м	а	Л	я	р	и	я				
				1	р	А	д	у	л	а				
			10	ф	и	Н	н	а						
	5	с	е	н	о	К	о	с	е	ц				
2	и	з	в	е	с	Т	н	я	к					
4	м	е	т	а	м	О	р	ф	о	з				
		3	д	а	ф	Н	и	я						

По 3 балла за каждое правильное слово по горизонтали, 6 баллов за ключевое слово по вертикали.

Задание 4. (8 баллов). Известно, что в теле человека воды 53,5% от массы тела. Каков рост такого человека, если отношение воды к площади поверхности тела равно 22л/м². Площадь

поверхности считают по сложным формулам таким как $ППТ = МТ^{0,425} \times \text{Рост}^{0,725} \times 0,007184$. Мы для простоты примем, что $ППТ = \text{Рост} \times 1,1$. Индекс массы тела (ИМТ) равен 25. ИМТ рассчитывают по формуле: $\text{ИМТ} = \text{Масса тела (кг)} / (\text{рост (м)})^2$. Расчеты округляйте до сотых или десятых долей от целого.

Решение: Для ответа составим два уравнения:

1. $\text{Масса воды} / \text{ППТ} = 22 \text{ л} (= \text{кг}) / \text{м}^2$

2. $\text{ИМТ} = \text{Масса тела} / (\text{Рост})^2 = 25 \text{ (кг/м}^2\text{)}$

Зная, что Масса воды составляет 53,5% от Массы тела и что $ППТ = (1,1 \times \text{Рост})$,

Уравнение(1) можно преобразовать в:

$$0,535 \times \text{Масса тела} / (1,1 \times \text{Рост}) = 22.$$

Теперь преобразуем уравнения так, чтобы в левой части была Масса тела:

1. $\text{Масса тела} = (22 \times 1,1 \times \text{Рост}) / 0,535$

2. $\text{Масса тела} = 25 \times (\text{Рост})^2$

Далее «собираем» их в одно уравнение:

$$((22 \times 1,1 \times \text{Рост}) / 0,535) - (25 \times (\text{Рост})^2) = 0$$

Преобразуем:

$$(24,2 \times \text{Рост}) / 0,535 - 25 \times (\text{Рост})^2 = 0$$

Умножаем обе части уравнения на 0,535 и получаем:

$$24,2 \times \text{Рост} - 13,375 \times (\text{Рост})^2 = 0$$

Или: $\text{Рост} \times (24,2 - 13,375 \times \text{Рост}) = 0$

Так как Рост не может быть равен нулю, то равным нулю является выражение в скобках.

Или строго по математике: делим обе части уравнения на Рост. Получаем:

$$24,2 - 13,375 \times \text{Рост} = 0$$

$$\text{Рост} = 24,2 / 13,375 = 1,809$$

Таким образом рост такого человека = 1,8 м

Догадались составить уравнение -7 баллов, правильно решили –еще 1 балл

Задание 5. (16 баллов). Фермент гексокиназа из дрожжей состоит из двух одинаковых субъединиц, содержащих по 486 аминокислот, и имеет молекулярную массу 107900 дальтон. Кодированный её участок ДНК содержит 45% Г-Ц пар и 55% А-Т пар. Средняя масса нуклеотида в ДНК равна 335 дальтон. Что тяжелее: молекула гексокиназы или кодирующая её последовательность ДНК и во сколько раз? Сколько водородных связей содержит кодирующая гексокиназу последовательность ДНК?

Решение.

Поскольку фермент состоит из одинаковых субъединиц, он кодируется одним геном. Каждый аминокислотный остаток кодируется триплетом нуклеотидов, таким образом кодирующая гексокиназу последовательность содержит $486 \times 3 = 1458$ нуклеотидов. (2 балла)

К ним надо прибавить иницирующий и терминирующий кодоны, т.е. ещё 6 нуклеотидов. (6 баллов)

Таким образом всего 1464 нуклеотида. ДНК представляет собой двойную спираль, т.е. кодирующая последовательность содержит 1464 пар нуклеотидов, или 2928 нуклеотидов, масса которых равна $335 \times 2928 = 980880$ дальтон. (2 балла)

Молекула легче кодирующей её последовательности ДНК в $980880 / 107900 = 9$ раз. (3 балла)

Из 1464 пар $1464 \times 0,45 = 659$ пар Г-Ц и $1464 \times 0,55 = 805$ пар А-Т. А-Т пара образует по 2 водородные связи, т.е. всего **1610** водородных связей. Г-Ц пары образуют по 3 водородные связи, т.е. всего **1977** водородных связей. Таким образом во всей кодирующей последовательности $1610 + 1977 = 3587$ водородные связи. (3 балла)

Ответ: последовательность ДНК тяжелее в 9 раз, и она содержит 3587 водородных связей.

Ответы детей могут отличаться в пределах нескольких единиц, в зависимости от округления. Не считать ошибкой.

Задание 6. (16 баллов). У одного из видов долгоносиков цвет надкрылий жуков определяется локусом, представленным тремя аллелями: С (черные надкрылья) > c^g (серые надкрылья) > с (белые надкрылья). При исследовании большой популяции были обнаружены следующие частоты встречаемости аллелей: С = 0,5; c^g = 0,4 и с = 0,1. Если насекомые будут скрещиваться случайно, чему будет равна частота особей с черными, серыми и белыми надкрыльями в следующем поколении? Если популяция состоит из 19500 жуков, сколько будет жуков каждого фенотипа?

Решение: Рассмотрим возможные генотипы и соответствующие им фенотипы.

СС – чёрные, С c^g – чёрные, Сс – чёрные, $c^g c^g$ – серые, $c^g c$ – серые, сс – белые.

Поскольку скрещивания случайны, в достаточно большой популяции частоты встречаемости гомозигот будут равны квадрату частоты встречаемости аллеля, а частоты встречаемости гетерозигот – удвоенному произведению частот встречаемости аллелей (возникают как комбинация отцовский*материнский+материнский*отцовский, т.е. Сс+сС=2Сс). Рассчитываем все возможные комбинации.

СС = $0,5^2 = 0,25$; С c^g = $2 * 0,5 * 0,4 = 0,4$; Сс = $2 * 0,5 * 0,1 = 0,1$. **Все чёрные** = $0,25 + 0,4 + 0,1 = 0,75$.

$c^g c^g$ = $0,4^2 = 0,16$; $c^g c$ = $2 * 0,4 * 0,1 = 0,08$. **Все серые** = $0,16 + 0,08 = 0,24$.

сс = $0,1^2 = 0,01$ - **белые**.

Рассчитываем по этим частотам количество долгоносиков разного цвета в популяции:

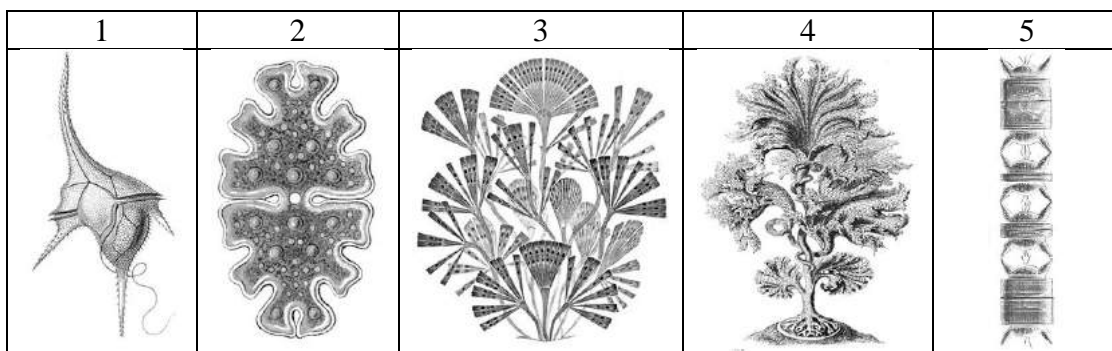
Чёрные = $19500 * 0,75 = 14625$; серые = $19500 * 0,24 = 4680$; белые = $19500 * 0,01 = 195$.

12 баллов за правильные частоты фенотипов и 4 балла за численности долгоносиков.

Вариант 4

Задание 1. (18 баллов). Здесь приведены старинные рисунки микроскопических и макроскопических водорослей из знаменитой работы Эрнста Геккеля – «Красота форм в природе». Современные альгологи выделяют различные типы строения и организации тела водорослей – *типы дифференциации талломов*. Из перечисленных типов дифференциации выберите подходящие для каждой водоросли.

А. а) коккоидный; б) монадный; в) амебоидный; г) нитчатый; д) тканевый; е) сифональный

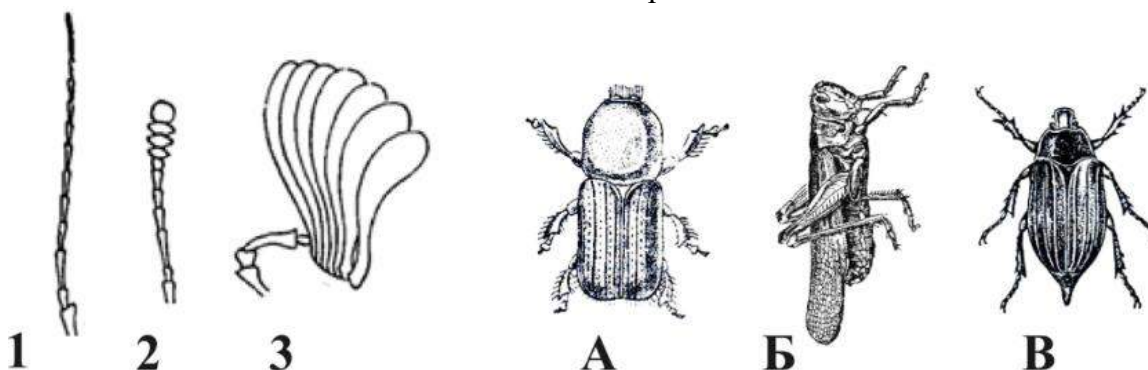


Б. У кого из водорослей, изображенных на рисунках есть хлорофилл «в»? Выберите один правильный ответ.

- а) у водорослей на всех рисунках; б) только 1; в) только 2; г) только 3;
 д) только 4; е) только 5; ж) ни у кого нет

Ответ: 1Б; 2А; 3А; 4Д; 5А; Б - в) только 2 по 3 балла за каждый правильный ответ

Задание 2. (12 баллов). Каким насекомым на рисунке принадлежат усики (саяжки). Как эти саяжки называются? К каким отрядам относятся эти насекомые?



Ответ: 1-Б, нитевидный; 2-А, булавовидный; 3-В, пластинчатый

По 2 балла за каждый правильный ответ

Задание 3. (30 баллов). Решите кроссворд. Все слова записываются по горизонтали, в закрашенные клетки. Особенность кроссворда в том, что зашифрованы не только значения, но и номера слов. Отгадав номер, вы поймете, в какую строчку нужно вписать соответствующее слово. *Пример:*

Номер слова	Значение слова
6	Общий признак, позволяющий отнести всех персонажей, вытянувших репку, к классу Млекопитающие

Репку в сказке тянули: дедка, бабка, внучка, Жучка, кошка и мышка – всего 6 персонажей. Значит, загаданное слово нужно вписать в строчку, обозначенную цифрой 6. В этой строчке выделены шесть ячеек – значит, загаданное слово состоит из шести букв, а значение слова – «характерный признак млекопитающих». Подходящим ответом будет, например, слово «шерсть».

Если слова и их номера отгаданы правильно, то в столбике, указанном стрелкой, можно будет прочесть ключ-слово. Заполнив часть строк, вы можете угадать ключ-слово по нескольким буквам, и тогда оно поможет угадать оставшиеся слова.

						↓													
4																			
6																			
			3																
2																			
11																			
		5																	
		8																	
		1																	

Номер слова	Значение слова
Число глаз у паука-крестовика	Рудимент вторичной полости тела у прудовика
Минимальное число рук у морских лилий	Один из микроскопических выростов на поверхности тела планарии
Число сократительных вакуолей у амёбы-протей	Форма размножения животных, при которой женские гаметы развиваются без оплодотворения
Число сегментов брюшка у речного рака	Зародышевый листок, имеющийся у большинства многоклеточных животных, но отсутствующий у кишечнополостных
Исходное число сегментов брюшка у насекомых	Внутренний слой раковины многих моллюсков, состоящий из неорганического и органического материала
Число жабр у наutilusа	Пресноводный двустворчатый моллюск
Число присосок у печёночного сосальщика	Одна из частей ротового аппарата краба
Число пар ног у тли	Процесс размножения инфузории

Ответ:

						↓													
4	б	е	з	з	у	Б	к	а											
6	м	е	з	о	д	Е	р	м	а										
			3	д	е	Л	е	н	и	е									
2	н	о	г	о	ч	Е	л	ю	с	т	ь								
11	п	е	р	л	а	М	у	т	р										
		5	р	е	с	Н	и	ч	к	а									
		8	п	е	р	И	к	а	р	д									
		1	п	а	р	Т	е	н	о	г	е	н	е	з					

По 3 балла за каждое правильное слово по горизонтали, 6 баллов за ключевое слово по вертикали.

Задание 4. (8 баллов). Известно, что в теле человека воды 53% от массы тела. Какова масса тела такого человека, если отношение воды к площади поверхности тела равно $22\text{л}/\text{м}^2$. Площадь поверхности считают по сложным формулам таким как $\text{ППТ} = \text{МТ}^{0,425} \times \text{Рост}^{0,725} \times 0,007184$. Мы же для простоты примем, что $\text{ППТ} = \text{Рост} \times 1,1$. Рост нашего подопечного равен 1,7м. Расчеты округляйте до сотых или десятых долей от целого.

Решение: Для ответа надо провести несколько арифметических действий.

ООВ (общий объем воды в теле человека) = $22\text{л}/\text{м}^2 \times \text{ППТ}$ (площадь поверхности тела).

1. $\text{ППТ} = \text{Рост} \times 1,1$ или - $1,7\text{м} \times 1,1 = 1,87\text{ м}^2$
2. $\text{ООВ} = 22\text{л}/\text{м}^2 \times 1,87\text{м}^2 = 41,14\text{л}$, что равно **41,14 кг**.
3. $\text{МТ} = 41,14\text{кг} \times 100\%/53\% = 77,6\text{ кг}$

Наш «подопечный» имеет массу тела 77,6 кг.

Задание 5. (16 баллов). Белок миоглобин кашалота состоит из 153 аминокислотных остатков и имеет молекулярную массу 16900 дальтон. Кодирующий его участок ДНК содержит 55% Г-Ц пар и 45% А-Т пар. Средняя масса нуклеотида в ДНК равна 335 дальтон. Что тяжелее: молекула миоглобина или кодирующая её последовательность ДНК и во сколько раз? Сколько водородных связей содержит кодирующая миоглобин последовательность ДНК?

Решение.

Каждый аминокислотный остаток кодируется триплетом нуклеотидов, таким образом кодирующая миоглобин последовательность содержит **$153 \times 3 = 459$ нуклеотидов. (2 балла)** К ним надо прибавить иницирующий и терминирующий кодоны, т.е. **ещё 6 нуклеотидов. (6 баллов)**

Таким образом всего **465 нуклеотидов**. ДНК представляет собой двойную спираль, т.е. кодирующая последовательность содержит 465 пар нуклеотидов, или 930 нуклеотидов, масса которых равна $335 \times 930 = 311550$ дальтон. (2 балла)

Молекула миоглобина легче кодирующей её последовательности ДНК в $311550/16900 = 18,4$ раза. (3 балла)

Из 465 пар $465 \times 0,45 = 209$ пар А-Т и $465 \times 0,55 = 256$ пар Г-Ц. А-Т пара образует по 2 водородные связи, т.е. всего 418 водородных связей. Г-Ц пары образуют по 3 водородные связи, т.е. всего 768 водородных связей. Таким образом во всей кодирующей последовательности $418 + 768 = 1186$ водородные связи. (3 балла)

Ответ: последовательность ДНК тяжелее в 18,4 раза, и она содержит 1186 водородных связей.

Ответы детей могут отличаться в пределах нескольких единиц, в зависимости от округления. Не считать ошибкой.

Задание 6. (16 баллов).

У одного из видов бабочек цвет крыльев определяется локусом, представленным тремя аллелями: **R** (красные крылья) доминирует над **r^y** (жёлтые крылья), который, в свою очередь доминирует над **r** (белые крылья). При исследовании большой популяции были обнаружены следующие частоты встречаемости аллелей: **R** = 0,6; **r^y** = 0,3 и **r** = 0,1. Если бабочки будут скрещиваться случайно, чему будет равна частота особей с красными, жёлтыми и белыми крыльями в следующем поколении? Если популяция состоит из 15000 бабочек, сколько будет бабочек каждого фенотипа?

Решение: Рассмотрим возможные генотипы и соответствующие им фенотипы.

RR - красные, **R r^y** – красные, **R r** – красные, **r^y r^y** – жёлтые, **r^y r** – жёлтые, **r r** – белые.

Поскольку скрещивания случайны, в достаточно большой популяции частоты встречаемости гомозигот будут равны квадрату частоты встречаемости аллеля, а частоты встречаемости гетерозигот – удвоенному произведению частот встречаемости аллелей (возникают как комбинация отцовский*материнский+материнский*отцовский, т.е. $Cc + cC = 2Cc$). Рассчитываем все возможные комбинации.

RR = $0,6^2 = 0,36$; **R r^y** = $2 * 0,6 * 0,3 = 0,36$; **R r** = $2 * 0,6 * 0,1 = 0,12$.

Все красные = $0,36 + 0,36 + 0,12 = 0,84$.

r^y r^y = $0,3^2 = 0,09$; **r^y r** = $2 * 0,3 * 0,1 = 0,06$. **Все жёлтые** = $0,09 + 0,06 = 0,15$.

r r = $0,1^2 = 0,01$. – белые

Рассчитываем по этим частотам количество бабочек с различным цветом крыльев в популяции:

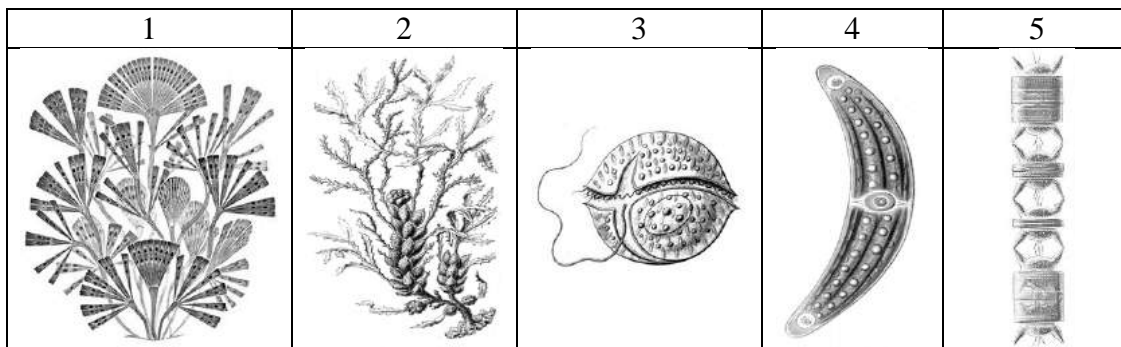
Красные = $15000 * 0,84 = 12600$; жёлтые = $15000 * 0,15 = 2250$; белые = $15000 * 0,01 = 150$.

12 баллов за правильные частоты фенотипов и 4 балла за численности бабочек.

Вариант 5

Задание 1. (18 баллов). Здесь приведены старинные рисунки микроскопических и макроскопических водорослей из знаменитой работы Эрнста Геккеля – «Красота форм в природе». Современные альгологи выделяют различные типы строения и организации тела водорослей – *типы дифференциации талломов*. Из перечисленных типов дифференциации выберите подходящие для каждой водоросли.

А. а)коккоидный; б)монадный; в)амебоидный; г)нитчатый; д)тканевый; е)сифональный

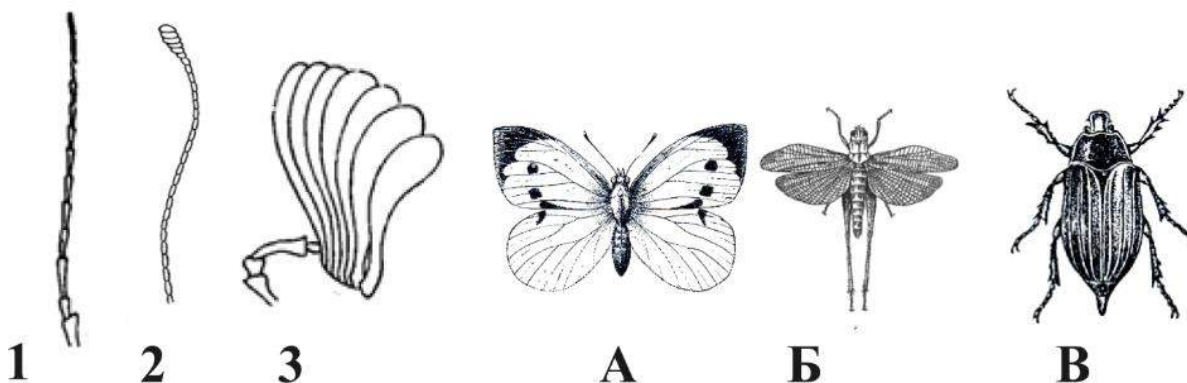


Б. У кого из водорослей, изображенных на рисунках есть хлорофилл «в» Выберите один правильный ответ.

- а) у водорослей на всех рисунках; б) только 1; в) только 2; г) только 3;
 д) только 4; е) только 5; ж) ни у кого нет

Ответ: 1А; 2Д; 3Б; 4А; 5А; Б - д) только 4 по 3 балла за каждый правильный ответ

Задание 2. (12 баллов). Каким насекомым на рисунке принадлежат усики (сяжки). Как эти сяжки называются?



Ответ: 1-Б, нитевидный; 2-А, булабовидный; 3-В, пластинчатый

По 2 балла за каждый правильный ответ

Задание 3. (30 баллов). Решите кроссворд. Все слова записываются по горизонтали, в закрашенные клетки. Особенность кроссворда в том, что зашифрованы не только значения, но и номера слов. Отгадав номер, вы поймёте, в какую строчку нужно вписать соответствующее слово. *Пример:*

Номер слова	Значение слова
<i>Число героев сказки, которые совместными усилиями вытянули репку</i>	<i>Общий признак, позволяющий отнести всех персонажей, вытянувших репку, к классу Млекопитающие</i>

Репку в сказке тянули: дедка, бабка, внучка, Жучка, кошка и мышка – всего 6 персонажей. Значит, загаданное слово нужно вписать в строчку, обозначенную цифрой 6. В этой строчке выделены шесть ячеек – значит, загаданное слово состоит из шести букв, а значение слова – «характерный признак млекопитающих». Подходящим ответом будет, например, слово «шерсть».

Если слова и их номера отгаданы правильно, то в столбике, указанном стрелкой, можно будет прочесть ключ-слово. Заполнив часть строк, вы можете угадать ключ-слово по нескольким буквам, и тогда оно поможет угадать оставшиеся слова.

					↓					
	5									
			1							
8										
			10							
		4								
	6									
		2								
		3								

Номер слова	Значение слова
Минимальное число хозяев в жизненном цикле широкого лентеца	Органы дыхания многих паукообразных
Типичное число ложных ног у гусениц бабочек	Способ деления микронуклеуса (малого ядра) при бесполом размножении инфузории-туфельки
Число пар ходильных ног у скорпиона	Беспозвоночное животное, относящееся к типу Хордовые
Число пар антенн (усиков) у блохи	Драгоценный камень, формируется в результате защитной реакции некоторых

	моллюсков на раздражающее инородное тело
Число органов выделения у речного рака	Антикоагулянт, вырабатывается в слюнных железах пиявок
Число паутинных бородавок у паука-крестовика	Орган, осуществляющий распределение питательных веществ у планарии
Минимальное число лучей у морских звёзд	Планктонная личинка многощетинковых червей
Число ропалиев (органов чувств) у сцифоидной медузы аурелии	Жидкость, заполняющая незамкнутую кровеносную систему членистоногих

Ответ:

					↓					
	5	т	р	о	Х	о	ф	о	р	а
			1	ж	Е	м	ч	у	г	
8	г	е	м	о	Л	и	м	ф	а	
			10	м	И	т	о	з		
		4	а	с	Ц	и	д	и	я	
	6	к	и	ш	Е	ч	Н	и	к	
		2	г	и	Р	у	д	и	н	
		3	т	р	А	х	е	я		

По 3 балла за каждое правильное слово по горизонтали, 6 баллов за ключевое слово по вертикали.

Задание 4. (8 баллов). Индекс массы тела рассчитывают по формуле $ИМТ = \frac{\text{масса тела (кг)}}{(\text{рост(м)})^2}$. В норме этот показатель находится в диапазоне от 18,5 до 25,0. Рассчитайте среднюю величину массы тела, ее наименьшее и наибольшее значение для взрослого человека ростом 175см, если известно, что он не слишком худ и не толст. Расчеты округляйте до сотых или десятых долей от целого.

Решение:

Среднее значение массы тела равно средний ИМТ x квадрат роста;

$$(18,5 + 25) : 2 \times 1,75^2 = 66,6 \text{ кг}$$

Наименьшее значение в пределах нормы равно:

$$18,5 \times 1,75^2 = 56,6 \text{ кг}$$

$$\text{а наибольшее} - 25 \times 1,75^2 = 76,5 \text{ кг}$$

Задание 5. (16 баллов). Фермент глутаминсинтетаза из кишечной палочки состоит из 12 одинаковых субъединиц, каждая из которых содержит 469 аминокислотных остатков. Молекулярная масса глутаминсинтетазы 619000 дальтон. Кодированный её участок ДНК содержит 60% Г-Ц пар и 40% А-Т пар. Средняя масса нуклеотида в ДНК равна 335 дальтон. Что тяжелее: молекула глутаминсинтетазы или кодирующая её последовательность ДНК и во сколько раз? Сколько водородных связей содержит кодирующая глутаминсинтетазу последовательность ДНК?

Решение.

Поскольку фермент состоит из одинаковых субъединиц, он кодируется одним геном. Каждый аминокислотный остаток кодируется триплетом нуклеотидов, таким образом кодирующая глутаминсинтетазу последовательность содержит $469 \times 3 = 1407$ нуклеотидов. (2 балла)

К ним надо прибавить иницирующий и терминирующий кодоны, т.е. ещё 6 нуклеотидов. (6 баллов)

Таким образом всего 1413 нуклеотидов. ДНК представляет собой двойную спираль, т.е. кодирующая последовательность содержит 1413 пар нуклеотидов, или 2826 нуклеотидов, масса которых равна $335 \times 2826 = 946710$ дальтон. (2 балла)

Молекула глутаминсинтетазы тяжелее кодирующей её последовательности ДНК в $946710/619000 = 1,5$ раза. (3 балла)

Из 1413 пар $1413 \times 0,4 = 565$ пар А-Т и $1413 \times 0,6 = 848$ пар Г-Ц. А-Т пара образует по 2 водородные связи, т.е. всего 1130 водородных связей. Г-Ц пары образуют по 3 водородные связи, т.е. всего 2544 водородных связи. Таким образом во всей кодирующей последовательности $1130 + 2544 = 3674$ водородные связи. (3 балла)

Ответ: молекула ДНК в 1,5 раза тяжелее молекулы глутаминсинтетазы. Последовательность ДНК содержит 3674 водородные связи.

Ответы детей могут отличаться в пределах нескольких единиц, в зависимости от округления. Не считать ошибкой.

Задание 6. (16 баллов). У одного из видов усачей цвет надкрылий взрослых жуков определяется локусом, представленным тремя аллелями: **R** (красные надкрылья) доминантен по отношению **r^y** (жёлтые надкрылья), который, в свою очередь доминирует над **r** (белые надкрылья). При исследовании большой популяции были обнаружены следующие частоты встречаемости аллелей: **R** = 0,2; **r^y** = 0,3 и **r** = 0,5. Если насекомые будут скрещиваться случайно, чему будет равна частота особей с красными, жёлтыми и белыми надкрыльями в следующем поколении? Если популяция состоит из 10000 жуков, сколько будет жуков каждого фенотипа?

Решение: Рассмотрим возможные генотипы и соответствующие им фенотипы.

RR - красные, **Rr^g** – красные, **Rr** – красные, **r^gr^g** – жёлтые, **r^gr** – жёлтые, **rr** – белые.

Поскольку скрещивания случайны, в достаточно большой популяции частоты встречаемости гомозигот будут равны квадрату частоты встречаемости аллеля, а частоты

встречаемости гетерозигот – удвоенному произведению частот встречаемости аллелей (возникают как комбинация отцовский*материнский+материнский*отцовский, т.е. $Cc+cC=2Cc$). Рассчитываем все возможные комбинации.

$$R R=0,2^2 = 0,04; R r^g = 2*0,2*0,3 = 0,12; R r = 2*0,2*0,5 = 0,2.$$

$$\text{Все красные} = 0,04+0,12+0,2=0,36.$$

$$r^g r^g = 0,3^2 = 0,09; r^g r = 2 * 0,3 * 0,5 = 0,3. \text{ Все жёлтые} = 0,09 + 0,3 = 0,39.$$

$$r r = 0,5^2 = 0,25. \text{ – белые}$$

Рассчитываем по этим частотам количество усачей с разным цветом надкрылий в популяции:

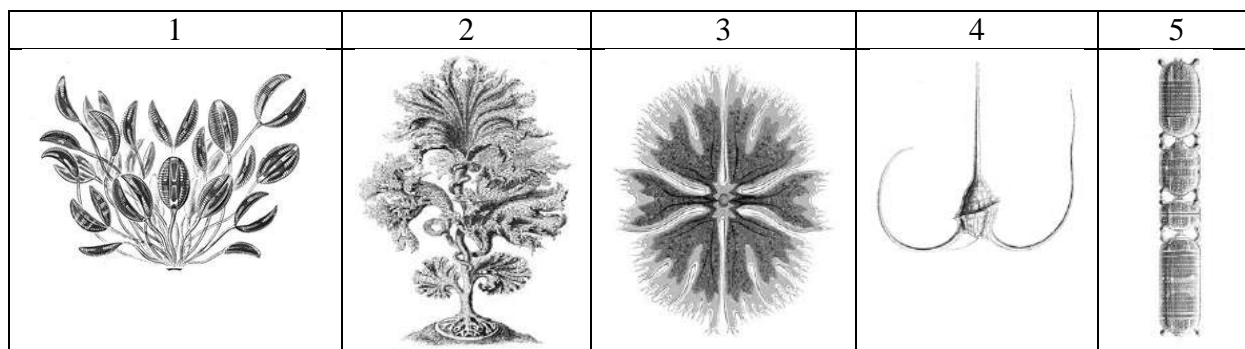
$$\text{Красные} = 10000*0,36 = 3600; \text{ жёлтые} = 10000*0,39 = 3900; \text{ белые} = 10000*0,25 = 2500.$$

12 баллов за правильные частоты фенотипов и 4 балла за численности усачей.

Вариант 6

Задание 1. (18 баллов). Здесь приведены старинные рисунки микроскопических и макроскопических водорослей из знаменитой работы Эрнста Геккеля – «Красота форм в природе». Современные альгологи выделяют различные типы строения и организации тела водорослей – *типы дифференциации талломов*. Из перечисленных типов дифференциации выберите подходящие для каждой водоросли.

А. а)коккоидный; б) монадный; в) амебоидный; г) нитчатый; д) тканевый; е) сифональный



Б. У кого из водорослей, изображенных на рисунках есть хлорофилл «в» Выберите один правильный ответ.

- а) у водорослей на всех рисунках; б) только 1; в) только 2; г) только 3;
д) только 4; е) только 5; ж) ни у кого нет

Ответ: А - 1А; 2Д; 3А; 4Б; 5А; Б - г) только 3 по 3 балла за каждый правильный ответ

		8										
			4									
				10								
			2									

Номер слова	Значение слова
Число печёночных выростов у пятилучевой морской звезды <i>Asterias</i>	Совокупность активно плавающих организмов, обитающих в толще воды
Число пучков щетинок на одном сегменте дождевого червя	«Супер организм», состоящий из множества сросшихся особей одного вида
Число зародышевых листков у кольчатых червей	Простейшее, возбудитель опасного заболевания человека, переносчиком которого являются кровососущие насекомые
Число камер сердца у виноградной улитки	Класс, входящий в состав типа Кольчатые черви
Число глаз у паука-крестовика	Половозрелая, взрослая стадия индивидуального развития насекомых
Число пар всех конечностей брюшка у речного рака	«Клеточный анус» у инфузории
Число пар ног у креветок	Отряд насекомых с полным превращением и водными личинками
Число плоскостей симметрии у круглых червей	Каждая из похожих друг на друга частей тела, расположенных вдоль переднезадней оси у кольчатых червей

Ответ:

						↓						
		1	с	е	г	М	е	н	т			
		5	р	у	ч	Е	й	н	и	к	и	
		3	п	л	а	З	м	о	д	и	й	
		6	п	о	р	О	ш	и	ц	а		

		8	и	м	а	Г	о					
			4	к	о	Л	о	н	и	я		
				10	н	Е	к	т	о	н		
			2	п	и	Я	в	к	и			

По 3 балла за каждое правильное слово по горизонтали, 6 баллов за ключевое слово по вертикали.

Задание 4. (8 баллов). Индекс массы тела рассчитывают по формуле $ИМТ = \text{масса тела (кг)} / (\text{рост(м)})^2$. В норме этот показатель находится в диапазоне от 18,5 до 25,0. Какова масса тела человека, если известно, что он на 25% тучнее нормы при росте 1,5м.

Решение: Для ответа берем верхнюю границу индекса массы тела и рассчитываем массу тела;

$$25 \times 1,5^2 \text{ кг} = 56,3 \text{ кг}$$

Далее считаем с лишними 25%, получаем **70,3 кг**.

Задание 5. (16 баллов). Белок цитохром С состоит из 104 аминокислотных остатков и имеет молекулярную массу 12400 дальтон. Кодировый её участок ДНК содержит 50% Г-Ц пар и 50% А-Т пар. Средняя масса нуклеотида в ДНК равна 335 дальтон. Что тяжелее: молекула цитохрома С или кодирующая её последовательность ДНК и во сколько раз? Сколько водородных связей содержит кодирующая цитохром С последовательность ДНК?

Решение.

Каждый аминокислотный остаток кодируется триплетом нуклеотидов, таким образом кодирующая цитохром С последовательность содержит **104 x 3 = 312 нуклеотида. (2 балла)** К ним надо прибавить иницирующий и терминирующий кодоны, т.е. ещё 6 нуклеотидов. **(6 баллов)**

Таким образом всего **318 нуклеотидов**. ДНК представляет собой двойную спираль, т.е. кодирующая последовательность содержит 318 пар нуклеотидов, или 636 нуклеотидов, масса которых равна **335 x 636 = 213060 дальтон. (2 балла)**

Молекула цитохрома С легче кодирующей её последовательности ДНК в **213060/12400=17,2 раза. (3 балла)**

Из 318 пар 318 x 0,5=159 пар А-Т и 159 пар Г-Ц. А-Т пара образует по 2 водородные связи, т.е. всего 318 водородных связей. Г-Ц пары образуют по 3 водородные связи, т.е. всего 477 водородных связей. Таким образом во всей кодирующей последовательности **318+477=795 водородных связей. (3 балла)**

Ответ: последовательность ДНК тяжелее в 17,2 раза, и она содержит 795 водородных связей.

Ответы детей могут отличаться в пределах нескольких единиц, в зависимости от округления. Не считать ошибкой.

Задание 6. (16 баллов). На одном из островов в Индийском океане обнаружена изолированная популяция мартышек с бурой, светло-коричневой и золотистой окраской

шерсти. Известно, что различия в цвете шерсти определяются в этом случае одним геном, бурый цвет (аллель **B**) доминантен по отношению к светло-коричневому (аллель **b**), а светло-коричневый доминирует над золотистым (аллель **b^y**). Частоты встречаемости аллелей: **B** – 0,3; **b** – 0,5; **b^y** – 0,2. Различия в окраске не дают каких-либо преимуществ в выживании и размножении. Какова частота встречаемости фенотипов? Всего на острове обитает 14880 мартышек. Сколько среди них будет обезьян бурого, светло-коричневого и золотистого цвета?

Решение: Рассмотрим возможные генотипы и соответствующие им фенотипы.

B B – бурый, **B b^y** – бурый, **B b** – бурый, **b b** – светло-коричневый, **b^y b** – светло-коричневый, **b^y b^y** – золотистый.

Поскольку скрещивания случайны, в достаточно большой популяции частоты встречаемости гомозигот будут равны квадрату частоты встречаемости аллеля, а частоты встречаемости гетерозигот – удвоенному произведению частот встречаемости аллелей (возникают как комбинация отцовский*материнский+материнский*отцовский, т.е. $Cc+cC=2Cc$). Рассчитываем все возможные комбинации.

$$\mathbf{B B} = 0,3^2 = 0,09; \mathbf{B b} = 2 * 0,3 * 0,5 = 0,3; \mathbf{B b^y} = 2 * 0,3 * 0,2 = 0,12.$$

$$\mathbf{Все\ бурые} = 0,09 + 0,3 + 0,12 = \mathbf{0,51}.$$

$$\mathbf{b b} = 0,5^2 = 0,25; \mathbf{b^y b} = 2 * 0,5 * 0,2 = 0,2. \mathbf{Все\ светло-коричневые} = 0,25 + 0,2 = \mathbf{0,45}.$$

$$\mathbf{b^y b^y} = 0,2^2 = \mathbf{0,04} \text{ – золотистые.}$$

Рассчитываем по этим частотам количество мартышек разного цвета в популяции:

$$\mathbf{Все\ бурые} = 14880 * 0,51 = 7589; \mathbf{светло-коричневые} = 14880 * 0,45 = 6696;$$

$$\mathbf{золотистые} = 14880 * 0,04 = 595$$

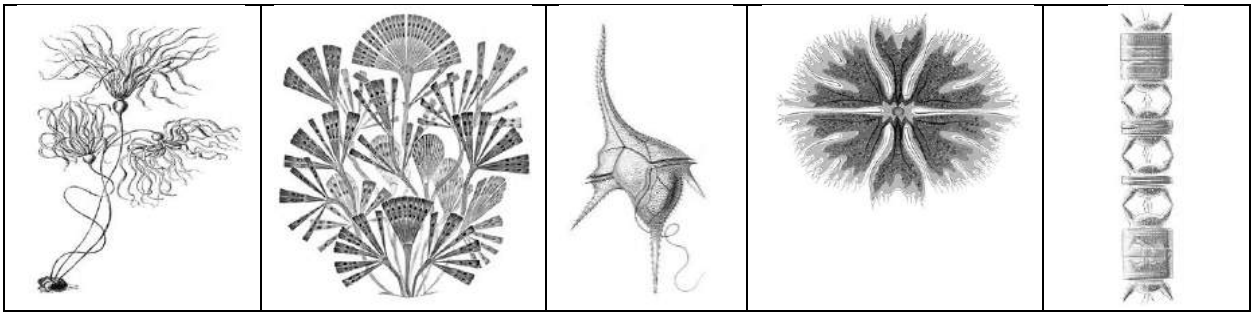
12 баллов за правильные частоты фенотипов и 4 балла за численности мартышек.

Вариант 7

Задание 1. (18 баллов). Здесь приведены старинные рисунки микроскопических и макроскопических водорослей из знаменитой работы Эрнста Геккеля – «Красота форм в природе». Современные альгологи выделяют различные типы строения и организации тела водорослей – *типы дифференциации талломов*. Из перечисленных типов дифференциации выберите подходящие для каждой водоросли.

А. а) коккоидный; б) монадный; в) амебоидный; г) нитчатый; д) тканевый; е) сифональный

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

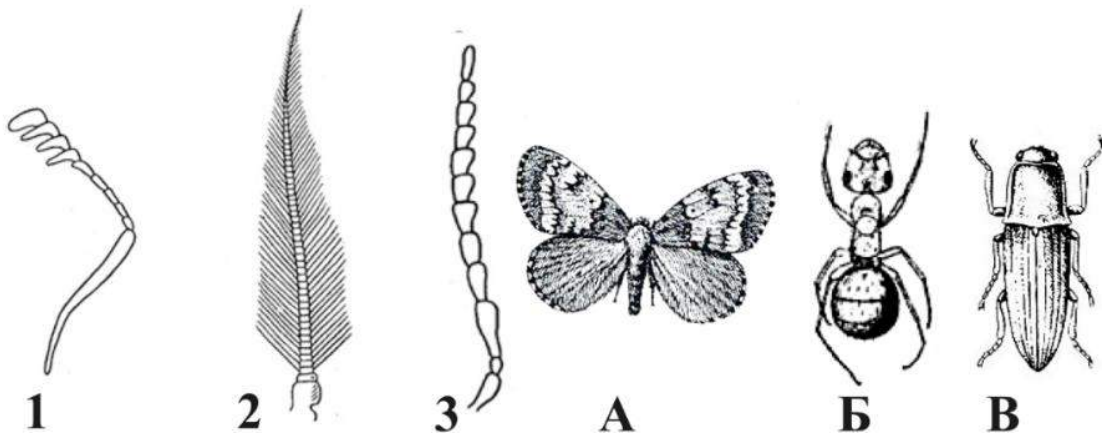


Б. У кого из водорослей, изображенных на рисунках есть хлорофилл «в» Выберите один правильный ответ.

- а) у водорослей на всех рисунках; б) только 1; в) только 2; г) только 3;
 д) только 4; е) только 5; ж) ни у кого нет

Ответ: А - 1Д; 2А; 3Б; 4А; 5А; Б д) только 4 по 3 балла за каждый правильный ответ

Задание 2. (12 баллов). Каким насекомым на рисунке принадлежат усики (саяжки). Как эти саяжки называются?



Ответ: 1-Б, коленчатые; 2-А, перистые; 3-В, пилевидный

По 2 балла за каждый правильный ответ

Задание 3. (30 баллов). Решите кроссворд. Все слова записываются по горизонтали, в закрашенные клетки. Особенность кроссворда в том, что зашифрованы не только значения, но и номера слов. Отгадав номер, вы поймете, в какую строчку нужно вписать соответствующее слово. *Пример:*

Номер слова	Значение слова
Число героев сказки, которые совместными усилиями вытянули репку	Общий признак, позволяющий отнести всех персонажей, вытянувших репку, к классу Млекопитающие

Репку в сказке тянули: дедка, бабка, внучка, Жучка, кошка и мышка – всего 6 персонажей. Значит, загаданное слово нужно вписать в строчку, обозначенную цифрой 6. В этой строчке

выделены шесть ячеек – значит, загаданное слово состоит из шести букв, а значение слова – «характерный признак млекопитающих». Подходящим ответом будет, например, слово «шерсть».

Если слова и их номера отгаданы правильно, то в столбике, указанном стрелкой, можно будет прочесть ключ-слово. Заполнив часть строк, вы можете угадать ключ-слово по нескольким буквам, и тогда оно поможет угадать оставшиеся слова.

						↓							
		3											
				11									
				8									
		6											
	2												
		1											
				5									
			4										

Номер слова	Значение слова
Порядок радиальной симметрии правильных морских ежей (число плоскостей симметрии)	Временная форма существования у простейших, характеризуется приостановкой активного передвижения и питания и формированием защитной оболочки
Число антенн (усиков) у речного рака	Способ деления микронуклеуса (малого ядра) у инфузорий при конъюгации
Число паутинных бородавок у паука-крестовика	Орган дыхания у личинок подёнок
Число хозяев в жизненном цикле печёночного сосальщика	Одна из частей ротового аппарата многоножек, ракообразных, насекомых
Число ног у сенокосца	Класс в составе типа Иглокожие
Число ядер у амёбы-протей	Вторичноводный брюхоногий моллюск

Число пар ганглиев (нервных узлов) у беззубки	Опасный паразит человека, представитель ленточных червей; человек может играть роль его промежуточного хозяина
Исходное число сегментов брюшка у насекомых	Совокупность организмов, обитающих на поверхности дна или в толще грунта водоёмов

Ответ:

						↓								
		3	э	х	и	Н	о	к	о	к	к			
				11	б	Е	н	т	о	с				
				8	о	Ф	и	у	р	ы				
		6	ж	а	б	Р	а							
	2	м	а	н	д	И	б	у	л	а				
		1	п	р	у	Д	о	в	и	к				
				5	ц	И	с	т	а					
			4	м	е	Й	о	з						

По 3 балла за каждое правильное слово по горизонтали, 6 баллов за ключевое слово по вертикали.

Задание 4. (8 баллов). Индекс массы тела рассчитывают по формуле $ИМТ = \text{масса тела (кг)} / (\text{рост(м)})^2$. В норме этот показатель находится в диапазоне от 18,5 до 25,0. Каков масса тела у людей, которых можно отнести к излишне худым при росте 150 см, 175 см и 190см.

Решение:

Для получения ответа рассчитываем нижнюю границу массы тела в норме.

$$1. \text{масса тела (кг)} = ИМТ \times (\text{рост(м)})^2 = 18,5 \times 1,5^2 = 41,6 \text{ кг}$$

$$2. \text{масса тела (кг)} = ИМТ \times (\text{рост(м)})^2 = 18,5 \times 1,75^2 = 56,6 \text{ кг}$$

$$3. \text{масса тела (кг)} = ИМТ \times (\text{рост(м)})^2 = 18,5 \times 1,9^2 = 66,8 \text{ кг}$$

Следовательно, все значения меньше приведенных чисел будут указывать, что люди страдают излишней худобой.

Задание 5. (16 баллов). Фермент щелочная фосфатаза кишечной палочки состоит из двух одинаковых субъединиц каждая из которых содержит 375 аминокислотных остатков. Молекулярная масса щелочной фосфатазы 90000 дальтон. Кодированный её участок ДНК содержит 45% Г-Ц пар и 55% А-Т пар. Средняя масса нуклеотида в ДНК равна 335

дальтон. Что тяжелее: молекула щелочной фосфатазы или кодирующая её последовательность ДНК и во сколько раз? Сколько водородных связей содержит кодирующая щелочную фосфатазу последовательность ДНК?

Решение.

Поскольку фермент состоит из одинаковых субъединиц, он кодируется одним геном. Каждый аминокислотный остаток кодируется триплетом нуклеотидов, таким образом кодирующая щелочную фосфатазу последовательность содержит $375 \times 3 = 1125$ нуклеотидов. (2 балла)

К ним надо прибавить иницирующий и терминирующий кодоны, т.е. ещё 6 нуклеотидов. (6 баллов)

Таким образом всего 1131 нуклеотидов. ДНК представляет собой двойную спираль, т.е. кодирующая последовательность содержит 1131 пару нуклеотидов, или 2262 нуклеотида, масса которых равна $335 \times 2262 = 757770$ дальтон. (2 балла)

Молекула щелочной фосфатазы легче кодирующей её последовательности ДНК в $757770/90000=8,4$ раза. (3 балла)

Из 1131 пар $1131 \times 0,55=622$ пары А-Т и $1131 \times 0,45= 509$ пар Г-Ц. А-Т пары образуют по 2 водородные связи, т.е. всего 1244 водородные связи. Г-Ц пары образуют по 3 водородные связи, т.е. всего 1527 водородных связей. Таким образом во всей кодирующей последовательности $1244+1527=2771$ водородные связи. (3 балла)

Ответ: последовательность ДНК тяжелее в 8,4 раза, и она содержит 2771 водородную связь.

Ответы детей могут отличаться в пределах нескольких единиц, в зависимости от округления. Не считать ошибкой.

Задание 6. (16 баллов). В горной котловине в Центральной Азии проживает изолированная малая народность численностью 12400 человек. Люди этой народности имеют чёрные, каштановые или рыжие волосы, причём цвет волос определяется тремя аллелями одного гена. Других цветов волос на этой территории не встречается. Частоты встречаемости аллелей в этой народности: **V** (чёрный) – 0,5; **v** (каштановый) - 0,3; **v^r** – 0,2. Между жителями котловины свободно заключаются браки без каких-либо социальных ограничений, Однако, в браки с окружающими народами они не вступают. Какова численность жителей с чёрным, каштановым и рыжим цветом волос в этой народности? Какова частота фенотипов по цвету волос?

Решение: Рассмотрим возможные генотипы и соответствующие им фенотипы.

V V -чёрный, **V v** – чёрный, **V v^r** – чёрный, **v v** – каштановый, **v^r v** – каштановый, **v^r v^r** – рыжий.

Поскольку браки случайны, в достаточно большой популяции частоты встречаемости гомозигот будут равны квадрату частоты встречаемости аллеля, а частоты встречаемости гетерозигот – удвоенному произведению частот встречаемости аллелей (возникают как комбинация отцовский*материнский+материнский*отцовский, т.е. $Cc+cC=2Cc$).

Рассчитываем все возможные комбинации.

V V= $0,5^2 = 0,25$; **V v** = $2*0,5*0,3 = 0,3$; **V v^r** = $2*0,5*0,2 = 0,2$.

Все чёрные = $0,25+0,3+0,2=0,75$.

$b^b = 0,3^2 = 0,09$; $b^y b = 2 * 0,3 * 0,2 = 0,12$. Все каштановые = $0,09 + 0,12 = 0,21$.

$b^y b^y = 0,2^2 = 0,04$. – рыжие.

Рассчитываем по этим частотам количество людей с разным цветом волос в популяции:

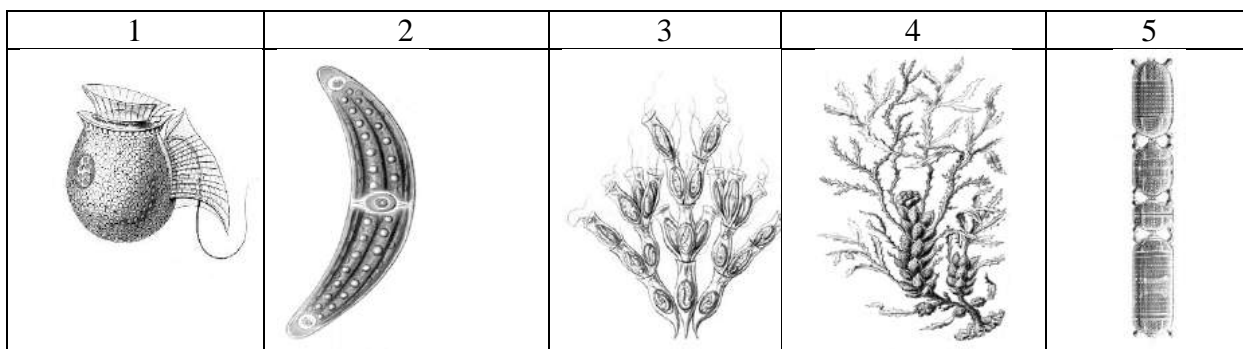
Чёрные = $12400 * 0,75 = 9300$; каштановые = $12400 * 0,21 = 2604$; рыжие = $12400 * 0,04 = 496$.

12 баллов за правильные частоты фенотипов и 4 балла за численности людей.

Вариант 8

Задание 1. (18 баллов). Здесь приведены старинные рисунки микроскопических и макроскопических водорослей из знаменитой работы Эрнста Геккеля – «Красота форм в природе». Современные альгологи выделяют различные типы строения и организации тела водорослей – *типы дифференциации талломов*. Из перечисленных типов дифференциации выберите подходящие для каждой водоросли.

А. а) коккоидный; б) монадный; в) амебоидный; г) нитчатый; д) тканевый; е) сифональный



Б. У кого из водорослей, изображенных на рисунках есть хлорофилл «в» Выберите один правильный ответ.

а) у водорослей на всех рисунках; б) только 1; в) только 2; г) только 3;

д) только 4; е) только 5; ж) ни у кого нет

Ответ: А - 1Б; 2А; 3Б; 4Д; 5А; Б - в) только 2 - по 3 балла за каждый правильный ответ

Задание 2. (12 баллов). Каким насекомым на рисунке принадлежат усики (сяжки). Как эти сяжки называются?

	4										
	3										

Номер слова	Значение слова
Число пластинок раковины у панцирных моллюсков (хитонов)	Многоножка из класса Двупарноногие
Число слоёв клеток у гидры	Способ бесполого размножения малярийного плазмодия в эритроцитах
Число камер сердца у мидии	Любое животное, у которого одна и та же особь вырабатывает и женские, и мужские гаметы
Число пар конечностей на переднем отделе тела паука	Краситель, который добывали из брюхоногих моллюсков
Число промежуточных хозяев в жизненном цикле	Стадия жизненного цикла, имеется у многих кишечнополостных, но не у кораллов
Число печёночных выростов у пятилучевой морской звезды Asterias	Одна из стадий индивидуального развития таких насекомых, как блохи, сетчатокрылые
Число выделительных отверстий на одном сегменте дождевого червя	Отверстие, через которое из тела губки выходит профильтрованная вода
Число рук (лучей) у офиур	Дыхательный пигмент, содержащийся в гемолимфе некоторых членистоногих

Ответ:

						↓					
	8	к	и	в	С	я	к				
	5	г	е	м	О	ц	и	а	н	и	н
	10	к	у	к	Л	к	а				
	2	у	с	т	Б	е					
	6	п	у	р	П	у	р				
	1	м	е	д	У	з	а				

	4	ш	и	з	о	Г	о	н	и	я		
	3	г	е	р	м	А	ф	р	о	д	и	т

По 3 балла за каждое правильное слово по горизонтали, 6 баллов за ключевое слово по вертикали.

Задание 4. (8 баллов). Рассчитайте индекс массы тела для троих взрослых мужчин, если рост первого 190 см, второго 150 см, а у третьего 175 см. В норме этот показатель находится в диапазоне от 18,5 до 25,0. Масса тела у них в том же порядке такова 120 кг, 90 кг и 65 кг. Кто из них излишне худ? А кто излишне полон? Кого можно считать среднестатистической нормой?

Решение:

$$1. \text{ИМТ} = \text{масса тела (кг)} / (\text{рост(м)})^2 = 120 / 1.9^2 = \mathbf{33,2}$$

$$2. \text{ИМТ} = \text{масса тела (кг)} / (\text{рост(м)})^2 = 90 / 1.5^2 = \mathbf{40}$$

$$3. \text{ИМТ} = \text{масса тела (кг)} / (\text{рост(м)})^2 = 65 / 1.75^2 = \mathbf{21,2}$$

Легко увидеть, что как высокий, так и низкорослый страдают избыточной массой тела. Мужчина среднего роста имеет среднестатистическую нормальную массу тела.

Задание 5. (16 баллов). Молекула сывороточного альбумина крупного рогатого скота состоит из 609 аминокислотных остатков и имеет молекулярную массу 66000 дальтон. Кодированный её участок ДНК содержит 55% Г-Ц пар и 45% А-Т пар. Средняя масса нуклеотида в ДНК равна 335 дальтон. Что тяжелее: молекула сывороточного альбумина или кодирующая её последовательность ДНК и во сколько раз? Сколько водородных связей содержит кодирующая сывороточный альбумин последовательность ДНК?

Решение.

Каждый аминокислотный остаток кодируется триплетом нуклеотидов, таким образом кодирующая сывороточного альбумина последовательность содержит $609 \times 3 = 1827$ нуклеотидов. (2 балла)

К ним надо прибавить иницирующий и терминирующий кодоны, т.е. ещё 6 нуклеотидов. (6 баллов)

Таким образом всего **1833 нуклеотидов**. ДНК представляет собой двойную спираль, т.е. кодирующая последовательность содержит 1833 пары нуклеотидов, или 3666 нуклеотидов, масса которых равна $335 \times 3666 = 1228110$ дальтон. (2 балла)

Молекула сывороточного альбумина легче кодирующей её последовательности ДНК в $1228110/66000 = 18,6$ раз. (3 балла)

Из 1833 пар $1833 \times 0,45 = 825$ пар А-Т и **1008 пар Г-Ц**. А-Т пары образуют по 2 водородные связи, т.е. всего 1650 водородных связей. Г-Ц пары образуют по 3 водородные связи, т.е. всего 3024 водородные связи. Таким образом во всей кодирующей последовательности $1650 + 3024 = 4674$ водородные связи. (3 балла)

Ответ: последовательность ДНК тяжелее в 18,6 раз, и она содержит 4674 водородных связей.

Ответы детей могут отличаться в пределах нескольких единиц, в зависимости от округления. Не считать ошибкой

Задание 6. (16 баллов). У одного из видов жуков цвет надкрылий определяется локусом, содержащим три аллеля: **V** (черные надкрылья), **b** (крапчатые надкрылья) и **b^r** (красные надкрылья). **V** доминирует над **b**, который в свою очередь доминантен по отношению к **b^r**. При исследовании большой популяции были обнаружены следующие частоты: **V** = 0,3; **b** = 0,4 и **b^r** = 0,3. Если насекомые будут скрещиваться случайно, чему будет равна частота особей с черными, крапчатыми и красными надкрыльями в следующем поколении? Если популяция состоит из 9500 жуков, сколько будет жуков каждого фенотипа?

Решение: Рассмотрим возможные генотипы и соответствующие им фенотипы.

VV – чёрные, Vb^r – чёрные, Vb – чёрные, b^rb^r – красные, b^rb – крапчатые, bb – крапчатые.

Поскольку скрещивания случайны, в достаточно большой популяции частоты встречаемости гомозигот будут равны квадрату частоты встречаемости аллеля, а частоты встречаемости гетерозигот – удвоенному произведению частот встречаемости аллелей (возникают как комбинация отцовский*материнский+материнский*отцовский, т.е. Cc+cC=2Cc). Рассчитываем все возможные комбинации.

$$VV=0,3^2 = 0,09; \quad Vb^r = 2*0,3*0,3 = 0,18; \quad Vb = 2*0,3*0,4 = 0,24.$$

$$\text{Все чёрные} = 0,09+0,18+0,24=0,51.$$

$$bb = 0,4^2 = 0,16; \quad bb^r = 2 * 0,4 * 0,3 = 0,24. \text{ Все крапчатые} = 0,16 + 0,24 = 0,4.$$

$$b^r b^r = 0,3^2 = 0,09 - \text{красные}$$

Рассчитываем по этим частотам количество жуков разного цвета в популяции:

$$\text{Чёрные} = 9500*0,51 = 4845; \quad \text{крапчатые} = 9500*0,4 = 3800; \quad \text{красные} = 9500*0,09 = 855.$$

12 баллов за правильные частоты фенотипов и 4 балла за численности жуков.