



24-79-29-20  
(37.19)



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА**

Вариант 1

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**

Олимпиада школьников "Ломоносов"

по Биологии

Кожина Алексей Олегович

фамилия, имя, отчество (в родительном падеже)

Дата

« 15 » 02 2020 года

Подпись участника

OK

24-79-29-20  
(37.19)

Чистовик

Ответ на задачу 1

1-В, 2-А, 3-Г, 4-Б

+ + + +

Черновик

Ответ на задачу 4

(А) Цинковая связка  
хрусталик (4)

~~Б. Дюльва~~ x

~~В. Стеклообразное тело~~ x

~~Г. Островок Ламмерганса~~ x

(Д) Зрительный нерв (3)

(Е) Сетчатка (2)

(Х) Зрачок (1)

~~Б. Радужная оболочка~~

~~В. Кровоносный сосуд~~ x

~~Г. Хрусталик~~

~~Д. Сетчатка~~ x

~~Е. Передняя камера~~

66

шестьдесят  
шесть

Чистовик

Ответ на задачу 4

1-Ж, 2-Е, 3-Д, 4-А

+ + + +

Черновик

Ответ на задачу 7

(1) - Келарнокопытные (Г)

(2) - Парнокопытные (Д)

~~Х - Тризуны~~

~~Ж - Хищные~~

~~Б - Дуккрыные~~

~~В - Приматы~~

(7) - Однопроходные (Б)

(8) - Насекомоядные (А)

~~Х - Ластоногие~~

~~Ж - Китовые~~

~~Б - Хоботные~~

(12) - Даламан (В)

~~Ж - Келарнокопытные~~

~~Ж - Зайцеобразные~~

Чистовик

Ответ на задачу 7

А-8, Б-7, В-12, Г-1, Д-2

+ + - + -

Черновик  
 Ответ на задачу 8

- А. в.с. - число водородных связей
- |                                                                                   |                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 1) 5'-ГАГТЦАЦАТЦТГ-3'<br>3'-ЦТЦАГТГТАТАЦ-5'<br>T <sub>m</sub> = 36°C      18-в.с. | 4) 5'-ТГАГТАЦТАЦТА-3'<br>3'-АЦТЦАТГАТГАТ-5'<br>T <sub>m</sub> = 32°C      16-в.с. |
| 2) 5'-ГТЦАЦТЦАТАГТ-3'<br>3'-ЦАГТГАГТАТЦА-5'<br>T <sub>m</sub> = 34°C      17-в.с. | 5) 5'-ГЦЦАГЦГТЦГ-3'<br>3'-ЦГГТЦГЦАГЦ-5'<br>T <sub>m</sub> = 36°C      18-в.с.     |
| 3) 5'-АГЦТГЦГАГАЦГ-3'<br>3'-ТЦГАЦГЦТЦТГЦ-5'<br>T <sub>m</sub> = 40°C      20-в.с. | 6) 5'-АГЦАЦГЦГГГТЦ-3'<br>3'-ТЦГТГЦГЦЦЦАГ-5'<br>T <sub>m</sub> = 42°C      21-в.с. |

~~В приведённых случаях температура плавления ДНК~~ ~~тем же~~  
 При увеличении числа водородных связей прогрессивно возрастает прочность ДНК, следовательно, и температура плавления ДНК. Водородные связи образуются между азотистыми основаниями в двойной спирали ДНК. При этом между азотистыми основаниями аденином (А) и тимином (Т) образуется одинарная связь, а между гуанином (Г) и цитозином (Ц) образуется двойная связь. Следовательно, из двух комплексов с одинаковым количеством азотистых оснований более обладать более высокой температурой плавления будет тот, у которого больше двойных <sup>водородных</sup> связей между азот. основаниями, то есть больше пар гуанин-цитозин (Г=Ц). Например, в последовательности 1 и 2 12 пар <sup>ад. ос.</sup> нуклеотидов, но связей между гуанином и цитозином в 1 послед. больше (6), а во второй послед. - 5. Поэтому T<sub>m</sub> в 1-ой послед. выше. Аналогично можно таким образом можно сравнить последовательности 1, 2, 3, 4, 6, так как в них одинаковое количество пар азотистых оснований. В 5 последовательности всего 10 пар азотистых оснований, а общее количество связей равно 18. Можно высчитать количество водородных связей в приведённых последовательностях:



1-ая - 18, во второй - 17, в третьей - 20, в четвертой - 16, в пятой - 18, в шестой - 21. Как видно, в шестой последовательности больше всего водородных связей, и в ней у неё самая высокая  $T_m$  из приведённых. Число водородных связей в комплексах зависит от общего числа нуклеотидов и азотистых оснований и от ~~типа нуклеотидов~~ <sup>типа азотистых оснований</sup>, входящих в состав нуклеотидов.

Б.

$$5' - \text{Ц А Г Ц Т Г Ц А Г Т А Ц} - 3'$$

$$3' - \text{Г Т Ц Г А Ц Г Т Ц А Т Г} - 5'$$

По принципу комплементарности и антипараллельности) записываем комплементарную цепь ДНК (5'-концу соответствует 3'-концу)

Правильная ориентация. Чтобы записать последовательность в правильной ориентации, нужно ~~направление~~ <sup>направление</sup> написать от 5'-конца к 3'-концу:  $5' - \text{Г Т А Ц Т Г Ц А Г Ц Т Г} - 3'$

В. Чтобы найти температуру плавления этой ДНК, нужно вычислить количество водородных связей, считая, что между гуанином и цитозином двойная связь, а между аденином и тиминам - одинарная. Итого получим 19 водородных связей. Можно выявить температуру разрыва одной водородной связи, разделив температуру плавления одной из приведённых последовательностей на число водородных связей в ней:  $36 : 18 = 2^\circ\text{C}$ .

Температура, которую нужно потратить на разрыв одной водородной связи между азот. основаниями равна  $2^\circ\text{C}$ . Можно найти температуру плавления этой ДНК, нужно умножить полученную ранее температуру на число водородных связей:  $19 \cdot 2 = 38^\circ\text{C}$

Чистовик

Ответ на задачу 8

А. При увеличении числа водородных связей прогрессивно возрастает прочность ДНК, следовательно, возрастает и температура плавления ДНК. Водородные связи образуются между азотистыми основаниями в двойной спирали ДНК. При этом между азотистыми основаниями аденином (А) и тиминам (Т), образуется одинарная связь, а между гуанином (Г) и цитозином (Ц) образуется двойная связь. Можно вычислить количество водородных связей в приведённых последовательностях: в первой - 18, во вто-



рой - 17, в третьей - 20, в четвертой - 16, в пятой - 18, в шестой - 21. Как видно, в шестой последовательности больше всего водородных связей и у неё самая высокая температура плавления из приведённых. Число водородных связей между азотистыми основаниями, а следовательно, и температура плавления зависит от общего числа нуклеотидов и от типа азотистых оснований, входящих в состав нуклеотидов; рисунки в гербовике (ответ на задачу 8))

Б. По принципу комплементарности (аденину соответствует тимин, цитозин - гуанин) и антипараллельности (5'-концу соответствует 3'-конец) запиши комплементарную цепь ДНК:

5' - ЦАГЦТГЦАГТАЦ - 3'

3' - ГТЦГАЦГТЦАТГ - 5' Чтобы записать последовательность в правильной ориентации, её нужно написать от 5'-конца к 3'-концу:

5' - ГТАЦТГЦАГЦТГ - 3'

В. Чтобы найти температуру плавления этой ДНК, нужно высчитать количество водородных связей между азотистыми основаниями, считая, что между гуанином и цитозином двойная связь, а между аденином и тиминном - одинарная. 5' - ЦАГЦТГЦАГТАЦ - 3' Итого получилось 3' - ГТЦГАЦГТЦАТГ - 5' 19 водородных связей.

Можно вывести температуру разрыва одной водородной связи, разделив температуру плавления одной из приведённых последовательностей на число водородных связей в ней:  $36 : 18 = 2^\circ\text{C}$ . Температура, необходимая для разрыва одной водородной связи между азотистыми основаниями равна  $2^\circ\text{C}$ . Можно найти температуру плавления этой ДНК, умножив полученную ранее температуру на число водородных связей:  $19 \cdot 2 = 38^\circ\text{C}$ . Температура плавления этой ДНК будет равна  $38^\circ\text{C}$

А. В приведённых случаях температура плавления ДНК зависит от общего числа нуклеотидов и от типа азотистых оснований, входящих в состав нуклеотидов.

Б. 5' - ГТАЦТГЦАГЦТГ - 3'

В. Температура плавления этой ДНК будет равна  $38^\circ\text{C}$

Числовые  
Ответ на задачу 9

А. Б. Рассчитано число серых и черных голубей в популяции. Пусть  $x$  - число черных голубей, тогда  $\frac{x}{3}$  - число серых голубей

Общее число птиц - 1000  
 Промежуточная окраска ( $C_4C_3, C_4C_2, C_4C_1$ ) - 484  
 Кориновые ( $C_2C_2, C_2C_1$ ) - 28  
 Белые ( $C_1C_1$ ) - 11  
 Серые ( $C_3C_3, C_3C_2, C_3C_1$ ) -  $\frac{x}{3}$   
 Черные ( $C_4C_4$ ) -  $x$

$$1) 484 + 28 + 11 + x + \frac{x}{3} = 1000$$

$$x + \frac{x}{3} = 1000 - 484 - 28 - 11$$

$$x + \frac{x}{3} = 477$$

$$\frac{3x}{3} + \frac{x}{3} = 477$$

$$\frac{3x+x}{3} = 477$$

$$4x = 1431$$

$$x = 358 \text{ - число черных голубей}$$

$$2) 358 : 3 = 119 \text{ - число серых голубей.}$$

Ответ необходимо дать в процентах,  
 поэтому: пусть 1000 птиц - 100%, число чер-  
 ных голубей -  $x\%$ :

$$3) 1000 - 100\%$$

$$358 - x\%$$

$$1000x = 35800$$

$$x = 35,8\% \approx 36\% \text{ - число черных голубей в популяции}$$

Пусть 1000 птиц - 100%, число серых голубей -  $x\%$ :

$$4) 1000 - 100\%$$

$$119 - x\%$$

$$x = \frac{11900}{1000}$$

$$x = 11,9\% \approx 12\% \text{ - число серых голубей в популяции}$$

Б. Число серых голубей в популяции равно 12%, черных голубей - 36%

$\begin{array}{r} 1000 \\ - 484 \\ \hline 516 \\ - 28 \\ \hline 488 \\ - 11 \\ \hline 477 \\ \times 3 \\ \hline 1431 \end{array}$	$\begin{array}{r} 358 \overline{) 119,3} \\ \underline{3} \phantom{00} \\ 5 \phantom{00} \\ \underline{3} \phantom{00} \\ 28 \\ \underline{27} \\ 10 \\ \underline{9} \\ 1 \end{array}$
$\begin{array}{r} 1431 \overline{) 477} \\ \underline{12} \phantom{00} \\ 23 \\ \underline{20} \\ 31 \\ \underline{28} \\ 30 \\ \underline{28} \\ 2 \end{array}$	$\begin{array}{r} 358 \overline{) 1431} \\ \underline{12} \phantom{00} \\ 23 \\ \underline{20} \\ 31 \\ \underline{28} \\ 30 \\ \underline{28} \\ 2 \end{array}$



Чистовик: Ответ на задачу 3

Д, 3Л x Ц

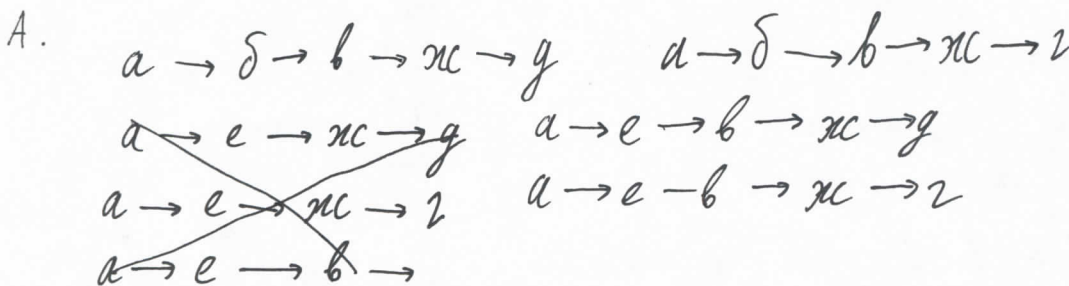
Чистовик: Ответ на задачу 2

Б

Чистовик  
Ответ на задачу 5

- А - плоские черви +
- Б - илжкожи +
- В - кишечнополостные +

Ответ на задачу 6



Б. Найти количество пестицидов в улейке (организм X):

$$30 \text{ г} = \frac{30 \cdot}{1000} \text{ кг} = 0,03 \text{ кг} - \text{масса улейки}$$

$$0,75 \text{ мг/кг} \cdot 0,03 \text{ кг} = 0,0225 \text{ мг} - \text{количество пестицидов}$$

$$\begin{array}{r} 0,75 \\ + 0,03 \\ \hline 0,0225 \end{array}$$

в организме X.

~~Улейка-концентрат, можно найти количество пестицидов в её пище~~  
Из приведенных организмов улейкой питаются организм Г и организм Д. Рассчитаю концентрацию пестицидов в этих организмах по коэффициентам биоаккумуляции пестицидов:

$$0,75 \text{ мг/кг} \cdot 15 = 11,25 \text{ мг/кг} - \text{концентрация пестицидов в организме Г.}$$

$$\begin{array}{r} 0,75 \\ \times 15 \\ \hline 375 \\ + 75 \\ \hline 11,25 \\ + 0,75 \\ \hline 300 \end{array}$$

$0,75 \text{ мг/кг} \cdot 4 = 3 \text{ мг/кг} - \text{концентрация пестицидов в организме Д.}$   
Теперь можно рассчитать количество пестицидов в ~~факт~~ этих организмах:

$$300 \text{ г} = \frac{300}{1000} \text{ кг} = 0,3 \text{ кг} - \text{масса организма Г}$$

$$11,25 \text{ мг/кг} \cdot 0,3 \text{ кг} = 3,375 \text{ мг} - \text{количество пестицидов}$$

$$\begin{array}{r} 11,25 \\ \cdot 0,3 \\ \hline 3,375 \end{array}$$

в организме Г.

$$3 \text{ мг/кг} \cdot 2 \text{ кг} = 6 \text{ мг} - \text{количество пестицидов в организме Д}$$

Улейка-консумент, питается организмом В, можно найти концентрацию пестицидов в этом организме:

$$0,75 : 10 = 0,075 \text{ мг/кг} - \text{концентрация пестицидов в организме В.}$$

$$1 \text{ г} = \frac{1}{1000} \text{ кг} = 0,001 \text{ кг} - \text{масса организма В.}$$

$$0,075 \text{ мг/кг} \cdot 0,001 \text{ кг} = 0,000075 \text{ мг} - \text{количество пестицидов в организме В.}$$

$$\begin{array}{r} 0,075 \\ \cdot 0,001 \\ \hline 0,000075 \end{array}$$

Организм В питается организмом Б и Е. Можно найти концентрацию пестицидов в организме Б:

$$0,075 \text{ мг/кг} : 100 = 0,00075 \text{ мг/кг} - \text{концентрация пестицидов в организме Б.}$$

$$1 \text{ мг} = 0,001 \text{ г} = 0,000001 \text{ кг} - \text{масса организма Б}$$

$$0,00075 \text{ мг/кг} \cdot 0,000001 \text{ кг} = \frac{7,5 \cdot 10^{-4}}{1 \cdot 10^{-6}} = \frac{7,5 \cdot 10^6}{1 \cdot 10^4} = 7,5 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^{-6} \text{ кг} = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ мг} - \text{количество пестицидов в организме Б.}$$

Организм Б питается организмом А. Можно найти концентрацию пестицидов в организме А.

$$0,00075 \text{ мг/кг} : 100 = 0,0000075 \text{ мг/кг} - \text{концентрация пестицидов в организме А.}$$

$$0,2 \text{ мг} = 0,0002 \text{ г} = 0,0000002 \text{ кг} - \text{масса организма А}$$

$$2 \cdot 10^{-7} \cdot 7,5 \cdot 10^{-5} = 15 \cdot 10^{-12} = 1,5 \cdot 10^{-11} \text{ мг} - \text{количество пестицидов в организме А}$$

$$1 \cdot 10^{-10} : 1$$

вопрос?