



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Ломоносов“

по биологии

Барановой Дарьи Владимировны  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата  
«15» февраля 2020 года

Подпись участника  
Д. Баранова

Числовик

04-27-75-90  
(37.8)

Задача 1: 1-В, 2-А, 3-Г, 4-Б  
+ + + +

Задача 2: А +

Задача 3: D 30 X Ц  
+ + - + +

Задача 4: 1-М, 2-Е, 3-Д, 4-А.  
- + + +

Задача 5: А - Пшеничные черви, Б - Иглокожие, В - Кишечнополостные.

Задача 6:

А)  $A \rightarrow B \rightarrow X \rightarrow D$       $A \rightarrow B \rightarrow X \rightarrow \Gamma$   
 $A \rightarrow E \rightarrow X \rightarrow D$       $A \rightarrow E \rightarrow X \rightarrow \Gamma$   
 $A \rightarrow B \rightarrow B \rightarrow X \rightarrow \Gamma(D)$       $A \rightarrow E \rightarrow B \rightarrow X \rightarrow \Gamma(D)$

Ура/Сеть  
 $A \rightarrow B, E$   
 $\downarrow$   
 $B \rightarrow X \rightarrow \Gamma, D$

Б) Рассчитаем содержание пестицидов в ор-ме А:

$0,75 \cdot 15 = 11,25$  (мг/кг) содержание пестицидов на 1 кг массы организма А.

$$\begin{array}{r} 0,75 \\ \cdot 15 \\ \hline 375 \\ 75 \\ \hline 1125 \end{array}$$

~~0,2~~  $0,2 \text{ м} = 0,2 \cdot 10^{-6} \text{ кг}$

$11,25 \cdot 0,2 \cdot 10^{-6} = 2,25 \cdot 10^{-6}$  (мг) пестицидов содержится в  $0,2 \cdot 10^{-6}$  кг ор-ма А.

2)  $11,25 \cdot 100 = 1125$  (мг/кг) содержание пестицидов на 1 кг массы ор-ма Б.

~~$1125 \text{ м} = 0,001125 \text{ кг}$~~   $1 \text{ м} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ кг}$   
 $1125 \cdot 10^{-6} = 0,001125$  (мг) содержится пестицидов в 1 м. ор-ма Б.

3) Рассчитаем содержание пестицидов в ор-ме Е:

$11,25 \cdot 100 = 1125$  (мг/кг) содержание пестицидов на 1 кг массы ор-ма Е.

~~$230 \text{ г} = 0,03 \text{ кг}$~~   $2 \text{ мг} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ кг}$   
 ~~$1125 \cdot 0,03 = 337,5$  (мг) пестицидов содержится в 30 г.~~

Числовик.

~~ор-ме~~  $1125 \cdot 2 \cdot 10^{-6} = 2250 \cdot 10^{-6}$  (мг) пестицидов содержится в ор-ме Е.

4) Организм В может потреблять и Б, и Е.

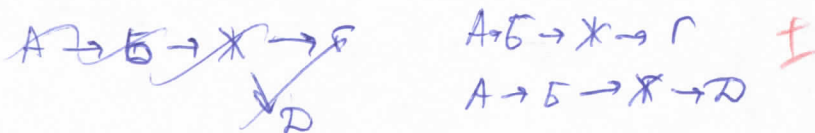
$2 \cdot 1125 \cdot 10 = 22500$  (мг/кг) пестицидов будет содержаться в ор-ме В на 1 кг. массы.

$1 \text{ г} = 10^{-3} \text{ кг}$ .

$22500 \cdot 10^{-3} = 22,5$  (мг) пестицидов будет содержаться в ор-ме В на 30 г. массы.

5) Организм Ж питается как Б и Е, так и В.

Это два случая. Рассмотрим первый:



1) Содержание пестицидов в ор-ме А:

$0,25 \cdot 15 = 11,25$  (мг/кг) содержание пестицидов на 1 кг. массы.

$0,2 \text{ мг} = 0,2 \cdot 10^{-6} \text{ кг}$ .

$11,25 \cdot 0,2 \cdot 10^{-6} = 2,25 \cdot 10^{-6}$  (мг) пестицидов содержится в

0,2 мг. ор-ма А.

2) Б:

$11,25 \cdot 100 = 1125$  (мг/кг) содержание пестицидов на 1 кг. массы.

$1 \text{ мг} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ кг}$ .

$1125 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 0,001125$  (мг) пестицидов содержится в

1 мг ор-ма Б.

3) Ж:

$1125 \cdot 10 = 11250$  (мг/кг) содержание пестицидов на 1 кг. массы.

$30 \text{ г} = 0,03 \text{ кг}$ .

$11250 \cdot 0,03 = 337,5$  (мг) пестицидов в 30 г. ор-ма Ж

$\Rightarrow$  см. в конце.

04-27-75-90  
(37.8)

Задача 7: А-8, Б-7, В-3, Г-1, Д-12.  
+ + - + -

Задача 8:

А) Температура плавления ДНК зависит в данных случаях от ГЦ-состава (~~процентного~~ соотношения ГЦ пар к длине последовательности). Но стоит отметить случай 5: здесь цепи комплементарны не полностью, а именно в третьем положении цепи 5'-ГЦЦАГЦТЦГ-3' и в 8 положении цепи 5'-ЦГАЦГЦТЦГЦ-3' стоит нуклеотид Ц. Поэтому расплавить такую цепь проще, несмотря на ГЦ-состав.

Б) 5'-ГТАЦТГЦАГЦТГ-3' комплементарная цепь.

<u>№</u>	1	2	3	4	5	6	и
ГЦ-состав	0,5	0,5	0,66	0,33	0,0	0,75	0,58
$t_{\text{плав}}, ^\circ\text{C}$	36	34	40	32	36	42	?

Считаем ГЦ-состав у каждой последовательности:

1)  $\frac{6}{12} = 0,5$     2)  $\frac{5}{12} \approx 0,4$     3)  $\frac{8}{12} = \frac{2}{3} \approx 0,66$     4)  $\frac{4}{12} = \frac{1}{3} \approx 0,33$   
 5)  $\frac{8}{10} = 0,8$     6)  $\frac{9}{12} = 0,75$

Теперь посчитаем ГЦ-состав у нашей последовательности (и).  
 и)  $\frac{7}{12} \approx 0,58$

Далее необходимо расположить колонки таблицы относительно возрастания  $t_{\text{плав}}$ . 5 послед-ть можно исключить, т.к. она отличается от остальных цепей наличием некомплементарности.

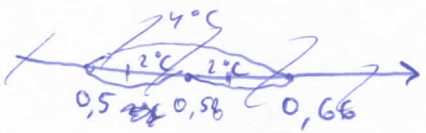
<u>№</u>	4	2	1	3	6	и
$t_{\text{плав}}, ^\circ\text{C}$	32	34	36	40	42	?
ГЦ-состав	0,33	0,4	0,5	0,66	0,75	0,58

Числовые

Исходя из полученных данных можно сказать, что  $t^{\circ}$  плавл в данных случаях прямопропорционально зависят от  $\Gamma_{\text{Ц}}$ -состава.  $\Rightarrow t^{\circ}$  плавл у последовательности и находится от  $36^{\circ}\text{C}$  до  $40^{\circ}\text{C}$ .

$$0,66 - 0,5 = \frac{2}{3} - \frac{5}{10} = \frac{20-15}{30} = \frac{5}{30} = \frac{1}{6} \approx 0,16.$$

$$40^{\circ} - 36^{\circ} = 4^{\circ}\text{C}$$



Разница  $t^{\circ}$  плавл у послед. и 3 составов  $4^{\circ}\text{C}$ .  
 $\Gamma_{\text{Ц}}$  состав, значит  $2^{\circ}$ .

Так как мы предположили, что  $\Gamma_{\text{Ц}}$ -состав прямо зависит от  $t^{\circ}$  плавл, то у  $t^{\circ}$  плавл будет равна:  $36^{\circ} + 2^{\circ} = 38^{\circ}\text{C}$ .

Задача 9:

$C_3 \rightarrow C_2, C_1$   
 белые черн.

- А)  $C_1$  - бел,  $C_2$  - черн,  $C_3$  - алая,  $C_4$  - черн.
- Черн.  $\left. \begin{array}{l} 3x \\ \text{в зрм. } x \\ x \end{array} \right\} = \begin{array}{l} \text{черных, } 28 \text{ из } 1000 \\ \text{белые } 11 \text{ из } 1000 \end{array}$
- $C_3 = C_4$  - прометит. фенолин 484 из 1000

П.к. по условию  $C_1$  - рецессивен, то все организмы гомозиготны  $Q_2q_2$   $T = \frac{11}{1000} = 0,011$ ;  $t = \sqrt{0,011}$  (по закону Харди - Вайнберга).

2) По условию есть прометит. фенолин  $\Rightarrow$  все черн.  $\left. \begin{array}{l} \text{про} \\ \text{верно} \end{array} \right\}$   
 + особи гомозиготны  $\Rightarrow R = \frac{28}{1000} = 0,028$ ,  ~~$q = 0,028$~~

3) Черных и серых птиц было  $1000 - 484 - 28 - 11 = 477$ . Пусть  $x$  мал-во серых птубей. Тогда черных было  $3x$ .  
 $x + 3x = 477$   
 $4x = 477 \Rightarrow x \approx 119, 3x = 3 \cdot 119 = 357$ .

04-27-75-90  
(37,8)

4) Все чёрные гомозиготы  $\Rightarrow Q = \frac{358}{1000} = 0,358$   $q = \sqrt{0,358}$  Числовик

Коричневый ~~фенотип~~ не алель ( $C_2$ ) не имеет промежуточных фенотипов  $\Rightarrow$  Кор. фенотип имеют особи с генотипом  $C_2 C_2$  или  $C_2 C_1$ .

в)  $p + Q + R + (p + q + r + t)^2 =$   
 $= \underbrace{p^2 + t^2}_{\substack{\text{чёрные} \\ \text{белые}}} + \underbrace{4pq + 4pr + 4pt}_{\substack{\text{стр-ра} \\ \text{промежуточные} \\ \text{популяции}}} + \underbrace{q^2 + 4qr + 4qt}_{\substack{\text{Сизые} \\ \text{по закону} \\ \text{Харди-Вайнберга}}} + \underbrace{r^2 + 4rt}_{\text{Коричневые}}$

Фенотип	Генотип	Доля особей	Доля аллелей
Промежут.	$C_4 C_3$ $C_4 C_2$ $C_4 C_1$	0,484	
+ Чёрн.	$C_4 C_4$	0,358	$\sqrt{0,358}$
Коричневые	$C_2 C_2$ $C_2 C_1$	0,028	
Сизые	$C_3 C_2^r$ $C_3 C_1$ $C_3 C_3$	0,119	
+ Белые	$C_1 C_1$	0,011	$\sqrt{0,011}$

Рассмотрим промежуточный фенотип. Найдём сумму долей  $0,484/3$  аллелей  $C_3, C_2, C_1$ .

$\frac{0,484}{4 \cdot \sqrt{0,358}} = \frac{0,121}{\sqrt{0,358}}$   $t + q + r$

$p = 1 - (t + q + r) = 1 - \frac{0,121}{\sqrt{0,358}}$   
 $r + t = \frac{0,028}{\sqrt{0,358}}$

$q + r = \frac{0,121}{\sqrt{0,358}} - \sqrt{0,011}$

~~$4qr + 4qt + q^2$~~



Чистовик

Задача 6 (продолжение);

Г:

$$11250 \cdot 15 = 128750 \text{ (шт./кг.) пестицидов в 1 кг. массы ор-ма Г.}$$

$$\begin{array}{r} \times 11250 \\ 15 \\ \hline +1625 \\ 1125 \\ \hline 128750 \end{array}$$

$$300 \text{ г} = 0,3 \text{ кг.}$$

$$128750 \cdot 0,3 = 38625 \text{ (шт.)} = 38,625 \text{ (г) пестицидов}$$

содержится в 30 г. ор-ма Г.

Д:

$$11250 \cdot 4 = 45000 \text{ (шт./кг.) пестицидов в 1 кг. массы,}$$

$$\frac{45000 \cdot 2 \cdot 10^{-6} \text{ кг.}}{2 \cdot 10^{-6} \text{ кг.}} = 90000 \cdot 10^{-6} \text{ (шт.)} =$$

$$\begin{array}{r} \times 11250 \\ 4 \\ \hline 45000 \end{array}$$

$$= 0,09$$

$$45000 \cdot 2 = 90000 \text{ (шт.)} = 90 \text{ (г.) пестицидов содержится в}$$

2 кг. ор-ма Д.

Из смеси получается: —

$$\frac{90 + 38,625}{2} = \frac{128,625}{2} \approx 64,3 \text{ (г) пестицидов.}$$

В воде станет пестицидов, если  $n$  — масса воды в водоеме:  $750 n - 64,3 \text{ (г.)}$ .

Черновики.

C<sub>1</sub> - бел. C<sub>2</sub> - коринт. C<sub>3</sub> - ауга C<sub>4</sub> - черное

C<sub>3</sub> > C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> C<sub>4</sub> C<sub>4</sub> - черн.  
C<sub>4</sub> C<sub>4</sub> - прошепт.

Прошепт.  $\frac{484}{1000} = 0,484$

$$\begin{array}{r} 0,4 \\ \times 0,121 \\ \hline 0,121 \\ 0,121 \\ 0,121 \\ \hline 0,484 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,2 \\ \times 0,2 \\ \hline 0,04 \\ \times 1,5 \\ \times 1,555 \quad 2 \\ \hline 7775 \\ + 7775 \\ 7775 \\ 1555 \\ \hline 2418025 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,22 \\ \times 0,22 \\ \hline 44 \\ 44 \\ \hline 0,484 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,2 \\ \times 0,2 \\ \hline 0,04 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,111 \\ \times 0,111 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,777 \\ \times 0,777 \\ \hline 5439 \\ 5439 \\ \hline 0,705729 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,555 \\ \times 0,555 \\ \hline 2775 \\ + 2775 \\ 2775 \\ \hline 0,308025 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,222 \\ \times 0,222 \\ \hline 444 \\ \times 444 \\ 444 \\ \hline 0,048284 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,555 \\ \times 0,555 \\ \hline 0,222 \\ \times 0,222 \\ \hline 444 \\ 0,111444 \\ \times 0,111444 \\ \hline 111 \\ + 11049284 \\ \hline 0,12321 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 484 \overline{) 6000} \\ \underline{0} \quad 0,00 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,484 \overline{) 8} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,484 \overline{) 7} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 484000 \overline{) 721000} \\ \underline{4} \quad 80 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \sqrt{9,121} \\ \times 0,111 \\ \times 0,111 \\ \hline 11 \end{array}$$

0,121  
0,25

$$\begin{array}{r} \times 0,121 \\ \times 0,121 \\ \hline 1 \end{array}$$



Черновик.



75 км. в + км. воды  $\uparrow$  км.

в км. воды.

900

$$75n - 8 \cdot 69300000 \cdot n =$$

$$\frac{M}{2} = \sqrt{p^2 + 2pq + q^2} \Rightarrow 1$$

$$q = \frac{n}{2 \cdot p} = \frac{M}{4}$$

0,4

0,121



Черновик.

⑨  $C_1$  - бел  $C_2$  - кор.  $C_3$  - шая  $C_4$  - черн.  
 $C_3 > C_2, C_1$   $C_4 > C_3$   $C_4 > C_2, C_1, C_3$   
 шая кор бел черн.  
 $C_1 C_2 \Rightarrow$  кор  $C_3 C_4 \Rightarrow$  шая  
 Промисл.  $4 + 5 +$   
 $C_1 C_2 C_3 C_4$   
 $C_1 C_2 C_3 C_4$   
 $484 / 1000 = 0,484$   $p = 0,22$

$\begin{array}{r} 22 \\ \times 22 \\ \hline 44 \\ + 44 \\ \hline 484 \end{array}$

0,028

черн  $\left[ \begin{array}{l} \text{в 3р. и. } 3x \\ \text{шая} \\ \text{кор} \\ \text{бел} \end{array} \right. \times$

$28/1000 \sqrt{0,028} =$   
 $11/1000 \sqrt{0,011} =$   
 $\begin{array}{r} 110 \\ \times 39 \\ \hline 523 \end{array}$   
 $\begin{array}{r} 1000 \\ - 523 \\ \hline 477 \end{array}$

б)  $1000 \text{ шт.}$   $1000 - (28 + 11 + 484) = x + 3x = 4x$   
 $4x = 477$

$\begin{array}{r} 119,25 \\ \times 3 \\ \hline 35775 \approx 358 \end{array}$

$(p+q+r+t)^2 = 1$   
 $p^2 + 2pq + 2pr + 4p^2 + q^2 + 4qr + 4qt + r^2 + 4rt + t^2 = 1$   
 $t^2 = 1$   
 $(p+q+r+t)(p+q+r+t) = p^2 + 2pq + 2pr + q^2 + 4qr + 4qt + r^2 + 4rt + t^2$   
 $(p+q+r)(p+q+r) = p^2 + 2pq + 2pr + q^2 + 4qr + 4qt + r^2 + 4rt + t^2$

⑥  $0,2 + 0,2$

$0,75 \text{ м/кл.}$   
 $A = 0,75$

масса А  
 $0,2 \text{ м.} = 0,0002 \text{ (г.)}$   $0,2 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-3} = 0,2 \cdot 10^{-8} \text{ (кл.)}$

$0,75 \text{ м/кл.}$   
 $\frac{\text{м}}{\text{кл.}}$

$\begin{array}{r} \times 0,75 \\ 0,2 \\ \hline 0,15 \end{array} = 0,15 \text{ (кл.)} \cdot 10^{-6} \text{ миллион. в.}$

$0,35 \text{ м/кл.}$

$0,75 \cdot 0,75 =$  миллион. в  $\text{кл. ор-м. А.}$   
 . массу ор-м.

$\begin{array}{r} 90000 \\ \times 11,25 \\ \hline 3375 \end{array}$   
 $\times 11250$

$x^2 + y^2 = 0,0$

$\begin{array}{r} 1125 \\ \times 0,3 \\ \hline 337,5 \end{array}$

$0,75 \text{ 1 кл.}$

$\begin{array}{r} \times 12875 \\ 3 \\ \hline 38625 \end{array}$

$x^2 + y^2 = 0,028$

Черновики.

- ① 1 2 3 4  
B A Г Б
- ② A ③ a 3 0 y 4 ④ 1 2 3 4  
M E D A

- ⑤ A - лискин ч. протопн. 3 зз. нет ант.  
Б - Ушканын втор. н. 3 з. ч. раз. с.  
В - Кешелмонон, 2 гар. нет ант. раз. с.

- ⑥ Прог. → суп. ср. керк. → мизг. ⑦ A Б B Г D  
8 7 3 9 !  
E → B → \* ? ? !

A → B → B → \*

A → B

АГЦ

A A B C C  
T T = A A

- ⑧ 1 воу. об. 1 + ° макс.

1) ОГ Г-У состав, а АТ - состав, а и полн-уравнов, от полн. см ⑤

Б) ⑤ ГТАУГЦА ГЦА ГЦТЦА

ГЦ состав:

1.	2.	3.	4.	5.	6.
0,5	1/3 ≈ 0,33	2/3	1/3	8/10	0,75
36°	34°	40°	32°	36°	42°

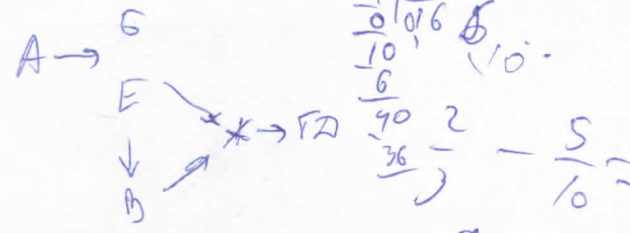
32 34 36 40 42

0,33 0,4 0,5 0,66 0,75

$\frac{9}{12} = \frac{3}{4}$   
 $\frac{7}{12} = \frac{3}{3}$   
 $\frac{5}{12}$   
 $\frac{40}{100} = \frac{4}{10}$   
 $\frac{3}{2} = 1,5$   
 $\frac{7}{12}$   
 $\frac{12}{9}$

Кусок n:  $\frac{4}{12} \approx 0,58$  ... ⇒ от 36 до 40°

$40 - 36 = 4$   
 $0,66 - 0,5 = 0,16$   
 $0,58$  полер. ⇒  $\frac{4}{2} = 2^\circ \Rightarrow 38^\circ$



$\frac{20 - 15}{30} = \frac{5}{30} = 0,6$

5 | 12  
- 0 6 3  
---  
5 0  
- 4 8  
---  
2 0

председателю жюри  
Олимпиады «Ломоносов 2019-2020»  
по биологии,  
МГУ имени М.В. Ломоносова  
от Барановой Дарьи Владимировны

### Заявление

Уважаемые члены жюри!

Прошу пересмотреть мои решения заданий в связи с несогласием с выставленными баллами, в целом, а также особенно обратить внимание на следующие задачи:

Задача 6.

Пищевые цепи разнообразны. В условии не было сказано точное количество цепей, которое нужно предоставить в решении. Поэтому я попыталась охватить их многообразие и сделала расчёты для большего количества цепей. Так, например, питающаяся планктоном рыба уклейка в некоторых случаях может питаться и мальками. Аналогично было и с другими приведёнными мною пищевыми цепями.

Задача 8.

Изначально на самой олимпиаде в условии одна из цепей оказалась не полностью комплементарна, а температура её плавления была ниже, чем у схожей по ГЦ-составу цепи, которая оказалась полностью комплементарной в отличие от первой. Я рассматривала это как причинно-следственную связь, поэтому в дальнейшем при определении температуры плавления исключила эту цепь из внимания, так как остальные были комплементарны на 100%. На сегодняшний день опечатка в ответах отсутствует, но тогда она повлияла на моё решение. Просьба учесть это.

Дата 05.03.2020г.

Подпись *Д. Баранова* / Баранова Д. В.