



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

Вариант 1

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**

Олимпиада школьников «Ломоносов - 2020»

по Биологии

Тепелевой Екатерины Владимовны

фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

*ваксер 13:59 — 14:04 8/2/20*

Дата

«15» февраля 2020 года

Подпись участника

93-60-83-13  
(37.22)

Чистовик

№1 1В, 2А, 3Б, 4Г

№2 А+

№3 Д, З, Л, Х, Ц

№4 1К, 2Е, 3Д, 4А

№5 А - тип плоские черви (Platyhelmit+)  
 Б - тип кольчатые черви (Annelida)-  
 В - тип стрекочные (Cnidaria)+

№8 а)  $t_{пл}$  ДНК в данных случаях зависит от числа Г-С пар (содержат 3 водородные связи против двух в А-Т парах  $\Rightarrow$  тем их больше, тем больше водородных связей  $\Rightarrow$  выше  $t_{пл}$ ) и их отношение к количеству АТ-пар. Рассмотрим случаи данных последовательностей:

	1	2	3	4	5	6
$t_{пл}, ^\circ C$	36	34	40	32	36	42
число Г-С пар	6	5	8	4	8	9
отношение к количеству А-Т пар	$\frac{6}{12}$	$\frac{5}{12}$	$\frac{8}{12}$	$\frac{4}{12}$	$\frac{8}{10}$	$\frac{9}{12}$
число вод. пар связей	30	29	32	28	28	33

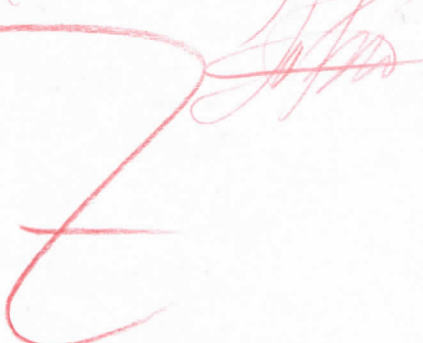
Как видно, в последовательностях равной длины  $t_{пл}$  возрастает в арифметической прогрессии с увеличением числа Г-С пар. Однако, из этого ряда выбивается последовательность №5: по сравнению с последовательностью №4, имеющей такое же количество водородных связей, она имеет более высокую  $t_{пл}$ . Это можно объяснить более высоким отношением Г-С к АТ парам.

б) 5'-САГСТГСАГТАС-3' - исходная последовательность  
 3'-АТЦААСГТЦАТГ-5' - комплементарная ей цепь

в) Скорее всего,  $t_{пл}$  ДНК возрастает в арифметической прогрессии с шагом 2. В данной последовательности 7 Г-С пар и 42 пар пуриновидов. Рассмотрим последовательности 1, 3, 6.

$t_{пл}$	Г-С пар	
1 36	6	$\Rightarrow$ у данной последовательности $t_{пл} = 36^\circ C + 2 = 38^\circ C$
3 40	8	
6 42	9	

67 (шестьдесят семь) 1



чистовик

$$\boxed{N7} \quad A 8, B 7, B 3, \Gamma 1, D 2$$

$$\boxed{N9} \quad \delta) \quad C_4 - (\text{края } C_4 \text{ на шине пропуск}) - 484 \text{ птиц}$$

$$C_4 C_4 - 3x \text{ птиц}$$

$$+ C_3 - (\text{края } C_4) - x \text{ птиц}$$

$$C_2 - (\text{края } C_4 \text{ и } C_3) - 28 \text{ птиц}$$

$$C_1 C_1 - 11 \text{ птиц}$$


---


$$1000 \text{ птиц}$$

составим уравнение:  $484 + 3x + x + 28 + 11 = 1000$ 

$$4x = 1000 - 484 - 39$$

$$4x = 477$$

$$x = 119,25, \quad \text{число сухих палуб} \approx 119$$

$$\text{число пертых палуб} \approx 358$$

а) Представим число помеченных по ашеним  $C_4$  и  $C_1$  особей в виде:

$$\begin{cases} C_1 \cdot C_1 = \frac{11}{1000}, & \text{где } C_1 \text{ и } C_4 - \text{частота ашеним,} \\ C_4 \cdot C_4 = \frac{358}{1000} & \text{а } \Delta \text{роба - процент помеченных особей в популя-} \end{cases}$$

$$\begin{cases} C_1^2 = 0,011 \in ((0,1)^2; (0,11)^2) \Rightarrow C_1 \approx 0,1 = 10\% \\ C_4^2 = 0,358 \approx 0,36 \Rightarrow C_4 \approx 0,6 = 60\% \end{cases}$$

Теперь представим число коричневых особей  $C_2 C_1$  и  $C_2 C_2$  как:

$$C_2^2 + C_2 \cdot 0,1 = \frac{28}{1000}$$

$$C_2^2 + 0,1 C_2 - 0,028 = 0$$

$$D = 0,01 + 4 \cdot 0,028 = \cancel{0,122} \quad 0,122 \approx 0,1225 \Rightarrow$$

$$C_2 \approx \cancel{0,35} = \frac{-0,1 \pm 0,35}{2} = \frac{0,35 - 0,1}{2} = \frac{0,25}{2} = 0,125 =$$

$$C_1 + C_2 + C_3 + C_4 = 1, \text{ откуда } C_3 = 1 - 0,6 - 0,1 - 0,125 = 12,5\%$$

$$= 0,125 = 12,5\%$$

Таким образом, частота встречаемости ашеним

$$C_1 \approx 10\%$$

$$C_2 \approx 12\% \quad (\text{округшаем } \delta \text{ и } D \text{ в меньшую сторону, так как приближаем } \delta \text{ в большую сторону})$$

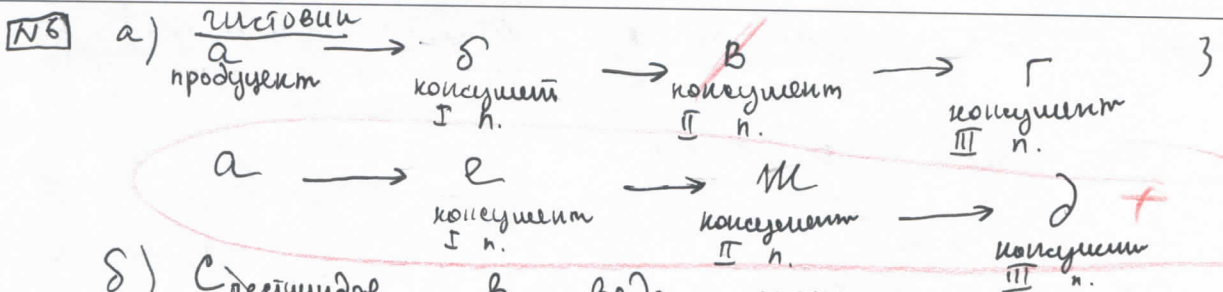
$$C_3 \approx 18\%$$

$$C_4 \approx 60\%$$

(см. пункт в на стр. 4)



93-60-83-13  
(37.22)



б) Пестицидов в воде можно посчитать разделив известную массу пестицидов в организме (ушиевке) на коэффициент биодоступности данного организма:  $0,75 \frac{\text{мг}}{\text{кг}} \cdot 30 \text{г}$   
 (+ умножив на массу организма)  $\frac{10}{10} =$   
 $= 0,75 \frac{\text{мг}}{1000 \text{г}} \cdot 3 \text{г} = 0,75 \frac{\text{мг}}{\text{кг}} \cdot 0,003 \text{ кг} =$   
 $= 0,00225 \text{ мг}$ . Значит, в воде в среднем содержится около 0,00225 мг пестицидов.  
 Количество пестицидов для организма:

- а -
- б -
- в -
- г -
- д -
- е -
- ж -

в) Известно, что при переходе с одного трофического уровня на другой теряется 90% энергии. Составим схему:

$0,03 \text{ кг} \cdot 0,75 \frac{\text{мг}}{\text{кг}} = 0,0225 \text{ мг}$	ж	1	концентрат II п.
0,225 мг	е	10	концентрат I п.
2,25 мг	а	400	продукт

Такие образцы, в организмах данных животных будут содержаться:

- а - 2,25 мг - пестицидов
- б - 0,225 мг
- в - 0,0225 мг
- г - 0,00225 мг

В другом цепи все начинается с организмов а, поэтому:

- е - 0,225 мг
- ж - 0,0225 мг
- д - 0,00225 мг

(см. бб)

4 В  $\frac{\text{мгловик}}{\text{воде}}$  содержится  $\frac{\text{мг прод.} \cdot \text{мг цел. прод}}{\text{К биоакт.}}$

$$= \frac{0,2 \text{ мг} \cdot 0,25 \text{ мг}}{10} = \frac{0,05}{10} = 0,005 \text{ мг}$$

$\frac{9}{\text{№}}$  (продолжение)

в) В соотношении, равном отношению  
 ашшш : 10 : 12 : 18 : 60 | : 2  
 Бельга : поришвога ; ашше ; герине.



черновик  
ш - 0,75  $\frac{\text{мг}}{\text{кг}}$  ; 10



Черновик

$$c_1 + c_2 + c_3 + c_4 = 1$$

$$0,6 + 0,11 + c_2 + c_3 = 1$$

$$c_2 + c_3 = 0,29$$

$$c_1 + c_1 = 0,11 \quad 0,14 \dots < 0,11 < 0,12$$

$$c_1 \approx 0,09$$

$$c_4 = \sqrt{0,358} \approx \sqrt{0,36} \approx 0,6$$

$$0,028 = c_2 c_2 + c_1 c_2$$

$$c_2^2 = 0,011 \approx 0,121$$

$$c_1 \approx 0,11 + 0,3 + 0,4$$

$$+ 0,35 \quad 0,16$$

$$c_2 c_2 + c_1 c_2 = 0,028$$

$$c_2^2 + 0,11 c_2 = 0,028$$

$$c_2^2 + 0,11 c_2 - 0,028 = 0$$

$$D = 0,0121 + 0,112 = 0,1241 \approx 0,35$$

$$c_2 = \frac{-0,11 \pm 0,35}{2} = \frac{-0,11 + 0,35}{2} = \frac{0,24}{2} = 0,12$$

$$+ 0,11$$

$$+ 0,01$$

$$\hline 0,122$$

$$0,35$$

$$\underline{0,35}$$

$$175$$

$$\underline{105}$$

$$0,1225$$

$$- 0,38$$

$$\underline{- 0,1}$$

$$0,25 : 2 = 12,5$$

$$0,125$$

$$+ 0,6$$

$$+ 0,1$$

$$0,125$$

$$\hline 1,000$$

$$\hline 0,875$$

$$\hline 0,125$$

$$+ 12,5$$

$$\underline{+ 12,5}$$

$$300$$

$$- 30$$

$$(c_1 + c_2 + c_3 + c_4)^2 = 1$$

$$0,1$$

$$c_1, c_2$$

$$(c_1 + c_2 + c_3)(c_1 + c_2 + c_3)$$



Черновик

6) а)  $a \rightarrow \delta \rightarrow b \rightarrow \beta$   
 $a \rightarrow e \rightarrow m \rightarrow d$

a  
 δ  
 b  
 z  
 d  
 e  
 m



1  
 2  
 3  
 4  
 5  
 6  
 7  
 8  
 9

9) в - можно применить равенство Харди-Вайнберга!

$$(c_1 + c_2 + c_3 + c_4)^2 = 1$$

$$p = 1 - q$$

$$q^2 + (1-q)^2 + q(1-q) = 1$$

$$q^2 + 1 - 2q + q^2 + q - q^2 = 1$$

$$q^2 + q = 0$$

$$q(q+1) = 0$$

$$\begin{array}{r} 358 \\ 11 \\ \hline 369 \end{array}$$

$$(c_1 + c_2 + c_3 + c_4)^2 = c_1^2 + c_2^2 + c_3^2 + c_4^2 + 2(c_1(c_2 + c_3 + c_4) + c_2(c_1 + c_3 + c_4) + c_3(c_1 + c_2 + c_4) + c_4(c_1 + c_2 + c_3)) = 1$$

$$0,011 + c_2^2 + c_3^2 + 0,358 + \dots = 1$$

$$= 0,369 + c_2^2 + c_3^2 + 2c_1c_2 + 2c_1c_3 + 2c_1c_4 + 2c_2c_3 + 2c_2c_4 + 2c_3c_4 = 0,631$$

$$c_2^2 + c_3^2 + 0,484 + 2c_2c_1 + 2c_3c_1 + 2c_3c_2 = 0,631$$

$$c_2^2 + c_3^2 + 2(c_2c_1 + c_3c_1 + c_3c_2) = 0,147$$

$$c_2^2 + c_3^2 + 0,119 + 2c_2c_1 = 0,028$$

$$c_2^2 + c_3^2$$

$$p = 0,442$$

$$\begin{array}{r} -185 \\ -120 \\ \hline 0,065 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,147 \\ -0,484 \\ \hline 0,147 \\ 0,147 \cdot 3 \\ -0,119 \cdot 3 \\ \hline 28 \\ -1000 \\ -144 \\ \hline 3424 \\ -856 \\ \hline 3768 \end{array}$$

$$0,144 + 0,129 + q^2 = 1$$

$$q(q + 0,12) = 0,856 \quad (p+q)^2 = 1$$

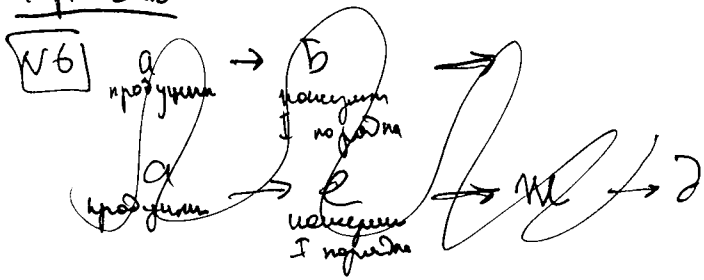
$$q^2 + 0,12q + 0,856 = 0 \quad p+q=1 \quad D = 0,144 + 3,429 \approx 3,81 \approx 0,181$$

$$= \frac{0,065}{2} = 0,0325 \quad q = 3,468 \quad p = -0,12 \pm 0,185$$

$$\frac{0,12}{2} = 0,06$$



Черновики



а	продукция	
б	консервы I	
в	консервы I	II
г	консервы II	III
д	консервы II'	III'
е	консервы I	II'
ж	консервы I'	II'

№9

$$c_2c_4 + c_2c_4 + c_3c_4 = 0,184 \quad c_4(c_1 + c_2 + c_3)$$

$$c_4c_4 = 358$$

$$c_1c_3 + c_2c_3 = 119$$

$$c_1c_2 + c_2c_2 = 28$$

$$c_1c_1 = 0,01$$

$$\begin{cases} c_4(c_1 + c_2 + c_3) = 48,4 \\ c_4^2 = 358 \\ c_3(c_1 + c_2) = 11,9 \\ c_2(c_1 + c_2) = 2,8 \\ c_1^2 = 1,1 \end{cases}$$

$$\begin{array}{r} 119 \\ - 112 \\ \hline 7 \\ \times 28 \\ \hline 196 \\ 140 \\ \hline 336 \end{array}$$

$$\sqrt{35,8} \approx \sqrt{36} \approx 6\%$$

$$P(c_4) \approx 6\%$$

$$P(c_2) \approx 1\%$$

$$6(1 + 5,25 c_2) = 48,4$$

$$6 + 31,5 c_2 = 48,4$$

$$31,5 c_2 = 42,4$$

$$P(c_2) \approx 1,346$$

$$c_4 = 1\%$$

$$c_2 = 1,346\% \approx 1\%$$

$$c_3 = 6\%$$

$$c_4 = 6\%$$

$$\begin{array}{r} 172 \\ \times 1,346 \\ \hline 224,25 \\ 2692 \\ \hline 5384 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ + 484 \\ \hline 523 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,06 - 1000 \\ 0,06 - 484 \\ \hline 0,01 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 477 \\ - 477 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$1081610$$

$$\begin{array}{r} 42,4 \mid 315 \\ 315 \overline{) 13460} \\ \underline{1090} \\ 2560 \\ \underline{1950} \\ 610 \\ \underline{610} \\ 0 \end{array}$$

- 18 + 12 = 30 a) 21 + 10 = 31
- 15 + 14 = 29 б)
- 24 + 8 = 32 в)
- 12 + 16 = 28 г)
- 24 + 4 = 28 д)
- 27 + 6 = 33 е)

$$\begin{array}{r} 0,105 \\ 0,105 \\ \hline 525 \\ 1000 \\ 105 \\ \hline 0,11025 \\ \times 0,104 \\ \hline 0,1146 \\ 109 \end{array}$$

Черновики

№8) в GC-парах 3 в. св., а в AT-х 2. В 5 мессе п.и. => мессе в. св., южноу тм мессе

1: 6 GC 12 п.и.    2: 5 GC 12 п.и.    3: 8 GC 12 п.и.    4: 4 GC 12 п.и.    5: 8 GC 10 п.и.    6: 9 GC 12 п.и.

8) 5' (C) A (G) (C) T (C) (C) A (C) T A (C) - 3'  
 3' (G) T (C) (G) A (C) C A (C) A T C (C) - 5'  
 GC-пары 12 п.и.

6-36    4 5 6  
 9-42    32 34 36    38    8 9  
 4-32    40    42  
 8-40

№9) C1 - белая (1000)    484 - C4 -  
 C2 - коричневая (100)    3X - C4 C4  
 C3 - серая (1)    X - (3 - (1))  
 C4 - черная (0)    28 - C2 C1 или C2 C1  
 C4 - - темная    11 - C1 C1

8) всего: 1000 птиц (покупание)

$$484 + 28 + 11 + 3X + X = 1000$$

$$\begin{array}{r} 358 + 1 \\ 119 \\ \hline 477 \end{array}$$

$$523 + 4X = 1000$$

$$4X = 477$$

$$X = \frac{477}{4} \approx 119,25 \approx 119 - \text{широ}$$

$$\frac{37}{3} + 119 \approx 358 - \text{узкая}$$

$$\frac{358}{2} = 179$$

3. Харду - Вайнберге

a)  $P(C_1) =$   
 $P(C_2) =$   
 $P(C_3) =$   
 $P(C_4) =$

$$(C_1 + C_2 + C_3 + C_4)^2 =$$

$$= C_1 C_1 + C_1 C_2 + C_1 C_3 + C_1 C_4 + C_2 C_1 + C_2 C_2 +$$

$$+ C_2 C_3 + C_2 C_4 + C_3 C_1 + C_3 C_2 +$$

$$+ C_3 C_3 + C_3 C_4 + C_4 C_1 + C_4 C_2 + C_4 C_3 + C_4 C_4 =$$

$$= C_1^2 + 2C_1 C_2 + 2C_1 C_3 + 2C_1 C_4 + C_2^2 +$$

$$+ 2C_2 C_3 + 2C_2 C_4 + C_3^2 +$$

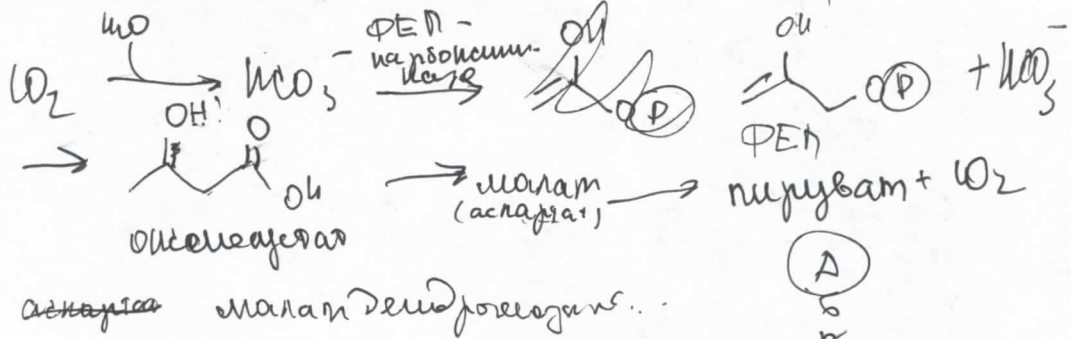
ЧЕРНОВИК

N1

- 1 - кошар (двукрылые)
- 2 - бабочка (гемикрильные)
- 3 - мушкетер ???
- 4 - муха (двукрылые)

1 б!  
2 б  
3 а? ?  
4 г?

N2



А  
Б  
В  
Г  
Д

N3

А, Б, В, Г, Д

N4

1 2 3 4

К Е Д А

$0,030 \cdot 0,15 \frac{MT}{MT}$   
 $0,03M \cdot 0,75 \frac{MT}{MT} =$

N5

- А масса гербицида, Platyhelmintha
- Б Annelida / кольчатые черви
- В кишечнополостные / стрекозоподобные / моллюски

В: VNC  
 ✓ 2 зачаточных щупала  
 ✓ радиальная симм.  
 ✓ нет а.о.  
 => кишечнополостные  
 Сидарис

- А: упротокеридин
- ✓ 3 з.л.
- ✓ нет а.о.
- ✓ не

$\begin{array}{r} 10,6 \\ 6,6 \\ \hline 0,36 \end{array}$

Б: 0,3 з.л.  
 ✓ не  
 ✓ вторичные п.т.  
 ✓ р.с.  
 0, 0,0225

N6

N7

А Б В Г Д  
8 1/7 3?? 1 2

$\begin{array}{r} 0,038 \\ 0,112 \\ \hline 0,15 \\ 0,1 \\ \hline 0,212 \end{array}$

0,005 нисе 100г  
 0,05 шиль 10г  
 0,5 грабе 1г

