



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

**ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА**

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Биология**

ФИО участника олимпиады: **Мастыкина Мария Дмитриевна**

Класс: **11**

Технический балл: **71**

Дата проведения: **05 марта 2022 года**

Рези

9108553

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
2	8	1	12	7	4	1	10	11	15	

$\frac{48}{\times 4}$

~~10~~

Σ 71

ЧИСТОВИК 4.

Задача 10 (продолж-е).

I группа крови → I<sup>0</sup>I<sup>0</sup>

$$\text{Частота I гр.} = r^2 = 0,6^2 = 0,36 = 36\%$$

III группа крови → I<sup>B</sup>I<sup>B</sup>, I<sup>B</sup>I<sup>0</sup>

$$\text{Частота III гр.} = q^2 + 2qr = 0,3^2 + 2 \cdot 0,3 \cdot 0,6 = 0,09 + 0,36 = 0,45 = 45\%$$

Ответ: частота встречаемости аллелей I<sup>A</sup>, I<sup>B</sup>, I<sup>0</sup> равна 0,1; 0,3; 0,6 соответственно.

или 10% = 30% = 60%

Доля людей с I группой крови 36%,  
со II группой крови 45%.

↑

## ЧИСЛОВИК 5

По графику:

$t_0 = 0$	$N_0 = 2$
$t_1 = 4ч$	$N_1 = 3$
$t_2 = 8ч$	$N_2 = 4$
$t_3 = 12ч$	$N_3 = 9$
$t_4 = 16ч$	$N_4 = 15$
$t_5 = 20ч$	$N_5 = 65$

Для промежутка 0-1:

$$\frac{3-2}{4-0} = (b_1 - m) \cdot 4$$

$$\frac{2}{8} = (b_1 - \frac{23}{12}) \cdot 4$$

$$b_1 = \frac{1}{16} + \frac{23}{12} = \frac{95}{48} = 1 \frac{47}{48}$$

Для промежутка 0-4:

$$\frac{15-2}{16-0} = (b_4 - \frac{23}{12}) \cdot 15$$

$$\frac{13}{16 \cdot 15} = b_4 - \frac{23}{12}$$

$$b_4 = \frac{473}{180} = 2 \frac{14}{45} = 1 \frac{233}{240}$$

Для промежутка 0-5:

$$\frac{65-2}{20-0} = (b_5 - \frac{23}{12}) \cdot 65$$

$$b_5 - \frac{23}{12} = \frac{63}{20 \cdot 65}$$

$$b_5 = \frac{1916}{975} = 1 \frac{941}{975}$$

Ответ:

$$b_1 = 1 \frac{47}{48}, b_4 = 1 \frac{233}{240}, b_5 = 1 \frac{941}{975}$$

## Зараза Y.

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = rN = (b-m)N$$

Для промежутка 0-1:

$$\frac{3-2}{4-0} = (2-m) \cdot 3$$

$$2-m = \frac{1}{12}$$

$$m = 2 - \frac{1}{12} = \frac{24-1}{12} = \frac{23}{12}$$

$m = \text{const}$ , не завис. от числа особей,  
т.е.  $m = \frac{23}{12}$ , как и для промежутка 0-1.

Если принять  $\frac{23}{12} \approx 2$ ,

то

$$b_1 = 2 \frac{1}{16}$$

$$b_4 = 2 \frac{13}{240}$$

$$b_5 = 2 \frac{63}{1300}$$

или, с округлениями:

$$b_1 = 2 \frac{1}{16}$$

$$b_4 = 2 \frac{13}{240}$$

$$b_5 = 2 \frac{63}{1300}$$

**Задача 9.**

**ЧИСТОВИК 1.**

Матричная цепь ДНК комплементарно-равной цепи ДНК:

3'-ГТТАГАЦГТАЦЦГТТТГГАТГАЦАЦЦТТГЦЦАГТАЦАЦАТТАГЦТ-5'

мРНК комплементарна матричной ДНК (т.е. у неё такая же последовательность, как у равной цепи ДНК, за искл. замены Т на У):

5'-ЦААУЦУГЦАУГЦАААЦУАЦУГГГАЦГГЦАУГУУААУЦА-3'  
 ↑  
 старт-кодон

А) 12 +

Б) метионин - аланин - аспарагин - тирозин - цистеин - глицин - трионин - ~~метионин~~ - метионин - цистеин - аспарагин - серин - ~~валин~~

В) ~~тирозин~~ №4. Цистеин. №5. +

Г) 3 и 4 + -

(Решение: при замене Ц на А кодон ~~УАА~~ в мРНК превратился в УАА - стоп-кодон. На нём пептид, начавшийся со старт-кодона АУГ, оборвался. Но второй пептид синтезировался со старт-кодона АУГ (корректировалось ЧЮ с конца аминокислоты в норм. пептиде) и до конца цепи)

Д) метионин - аланин - аспарагин - метионин - цистеин - аспарагин - серин -

## ЧИСТОВИК 2

Задача 1 А-1, Б-1, В-2, Г-1, Д-2, Е-3  
 + - - - + -

Задача 2 Б В Ж З О П С Ц Ч Э  
 + + + - + + + + - +

Задача 3 А Г (оба варианта верны)  
 + -

Задача 4  
 1 - Г +  
 2 - Б В -  
 3 - А +  
 4 - Д +  
 5 - Г +

Задача 5 Д Б Е В +

Задача 6  
 А - 12 (деревенская ласточка) -  
 Б - 5 (сорока обожжённая) -  
 В - 11 (красивник) -  
 Г - 3 (большая синица) +  
 Д - 2 (попугай обожжённый) +

Задача 8  
 1 - Б - II +  
 2 - 3 - III +  
 3 - Г - VI +  
 4 - Е - V ±  
 5 - Д - I ±  
 6 - В - IV +

## Чистовик 3

Задача 10

	$I^A(p)$	$I^B(q)$	$I^O(r)$
$I^A(p)$	$I^A I^A(p^2)$	$I^A I^B(pq)$	$I^A I^O(pr)$
$I^B(q)$	$I^A I^B(pq)$	$I^B I^B(q^2)$	$I^B I^O(qr)$
$I^O(r)$	$I^A I^O(pr)$	$I^B I^O(qr)$	$I^O I^O(r^2)$

Пусть частоты аллелей  $I^A, I^B, I^O$  равны  $p, q, r$  соответственно.

В Харди-Вайнберговской популяции

$$p + q + r = 1 \rightarrow r = 1 - p - q$$

$$p^2 + q^2 + r^2 + 2pq + 2pr + 2qr = 1$$

II группа крови  $\rightarrow I^A I^A, I^A I^O \rightarrow 13\%$

$$\text{Частота II гр} = p^2 + 2pr = 0,13 \rightarrow p(p + 2r) = 0,13 \rightarrow p = \frac{0,13}{p + 2r}$$

IV группа крови  $\rightarrow I^A I^B = 6\%$

$$\text{Частота IV гр.} = 2pq = 0,06 \rightarrow p = \frac{0,06}{2q} = \frac{0,03}{q}$$

$$p = \frac{0,13}{p + 2r} = \frac{0,03}{q}$$

$$\frac{0,13}{p + 2 - 2p - 2q} = \frac{0,03}{2 - p - 2q}$$

$$\rightarrow \frac{0,03}{q} = \frac{0,13}{2 - p - 2q}$$

$$0,13q = 0,06 - 0,03p - 0,06q$$

$$0,13q + 0,06q = 0,06 - 0,03p$$

$$0,19q = 0,06 - 0,03p$$

Подставим в это уравнение  $p = \frac{0,03}{q}$

$$0,19q = 0,06 - \frac{0,03 \cdot 0,03}{q}$$

$$1900q^2 - 600q + 9 = 0$$

$$D = 360000 - 4 \cdot 8 \cdot 1900 = 3600 \cdot 81$$

$$\left[ \begin{aligned} q &= \frac{600 + 540}{1900 \cdot 2} = \frac{57}{190} = 0,3 \\ q &= \frac{600 - 540}{1900 \cdot 2} = \frac{3}{190} \end{aligned} \right.$$

Значение  $q = \frac{3}{190}$  маловероятно, т.к. очень мало.

$$\text{Тогда } q = 0,3$$

$$p = \frac{0,03}{q} = \frac{0,03}{0,3} = 0,1$$

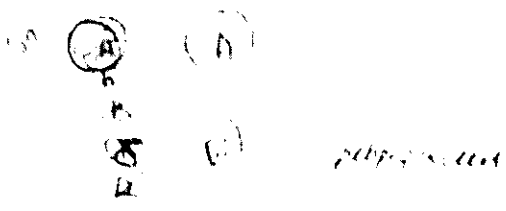
$$r = 1 - p - q = 1 - 0,1 - 0,3 = 0,6$$

1

ЧЕРНОБЛИК 1

A - время, B - корень, C - площадь, D - корень, E - площадь, Z - время

2) Черныш -  
 группа А  
 группа В  
 группа С  
 группа D  
 группа E  
 группа F  
 группа G  
 группа H  
 группа I  
 группа J  
 группа K  
 группа L  
 группа M  
 группа N  
 группа O  
 группа P  
 группа Q  
 группа R  
 группа S  
 группа T  
 группа U  
 группа V  
 группа W  
 группа X  
 группа Y  
 группа Z



3) Вдохновение  
 2 - миссия > B  
 5 - Г  
 3 - А



4) A → B → ... → B  
 A → B → A → E → B ?

В смысле  
 при/соп. логика?

5) 1 - площадь овсян - Δ  
 2 - большая овсян - Γ  
 3 - средняя овсян  
 4 - маленькая овсян  
 5 - овсян овсян B  
 6  
 7  
 8 - овсян овсян B?  
 9  
 10  
 11  
 12 - овсян овсян - A

6) 1 - B - Δ  
 2 - S - Π  
 3 - Γ - VI  
 4 - E - Σ  
 5 - Δ - I  
 6 - B - IV  
 7 - V - VII  
 8 - VI - VIII



УЧЕБНИК 2

1)  $r \cdot N$   
2)  $N_0 \cdot e^{rt}$

$r$  год  
 $r \cdot b \cdot m$

$b$  раз в год  
 $m$  раз в месяц

каждый год  
каждый месяц

1)  $b = 2$

2)  $t = 4$ ,  $b = 2$

$N(t) = N_0 \cdot e^{(b-m)t}$

$(b-m) \cdot N$

- $N_1 = 3$
- $N_2 = 4$
- $N_3 = 8$
- $N_4 = 15$

$\frac{1}{4} = (b-m) \cdot N$

~~$$\frac{1}{4} = (2-m) \cdot 3$$

$$\frac{1}{4} = 6 - 3m$$

$$3m = 6 - \frac{1}{4} = \frac{23}{4}$$

$$m = \frac{23}{4 \cdot 3} = \frac{23}{12}$$

$$\frac{1}{4} = (b-m) \cdot 4$$

$$(b-m) = \frac{1}{8}$$

$$b = \frac{23}{12} + \frac{1}{8}$$~~

Решение  
 $t = 0 \Rightarrow N = 2$   
 $t_1 = 4 \Rightarrow N = 3$

$\frac{1}{4} = (b-m) \cdot 3 = (2-m) \cdot 3$

$\frac{1}{4} = 6 - 3m$   
 $3m = 6 - \frac{1}{4} = \frac{23}{4}$

$m = \frac{23}{12} \approx 2$

$t_2 = 8 \Rightarrow N = 5$

По эп c 1:  $\frac{5-3}{4} = (b - \frac{23}{12}) \cdot 5$

$\frac{1}{2} = 5b - \frac{23 \cdot 5}{12}$

$5b = \frac{6}{12} + \frac{23 \cdot 5}{12} = \frac{121}{12}$

$b = \frac{121}{12 \cdot 5} = \frac{121}{60} \approx 2$

$23 \cdot 5 = 100 + 15 = 115$

$\frac{121}{60}$



ЧЕРНОВИК 3

6 - 8 N<sub>2</sub> 5  
6 - 6, N<sub>0</sub> 2

I 0,4  
II 0,13 } 0,53  
III 0,28  
IV 0,06 } 0,84

$\times \frac{12}{10}$   
 $\frac{12}{3}$   
 $\frac{320}{36}$

$\frac{b-2}{8} = (b-m) \cdot 5$

$\frac{3}{40} = b - m - b \frac{23}{12}$

$b = \frac{2}{40} + \frac{23}{12} \rightarrow \frac{5 \cdot 12 + 920}{480}$

239  
478  
956  
480  
240  
120  
0,42575625

$\frac{320}{36}$   
0,42575625  
0,27984395  
0,70560220  
0,13  
0,83560220  
0,06  
0,89560220

0,2 - значение в виде  
k пруж =  $\frac{2}{5}$

$(\frac{261}{100})^2 = \frac{68121}{10000}$

$\frac{261}{261}$   
261  
1566  
322  
68121

9) Значение выражения - наименьшее с 5H-значностью

A - П  
Г - У

$\frac{70}{64} \frac{16}{0,4}$

СЛНК: 5' - ЦААТ ЦТГЦАТ ГГЦААА ЦГА } ГГТГГА АЦГГТЦАТГ ГГ ТАА  
3' - ГТГА ГАУГ ГТАУУ ГТТТ ГАТГ АУАУ УТТГ УАГГАУАУАТТ

матр  
"Елк"

мРНК: 5' - ЦААУУУ ГГЦАУРЦАААУАУУУУГГААУГГЦУАУУТТУААУЦГА-3'  
мат - Ам-Аен-Тур-Ука-Глу-Трх-Ваа-Мет-Уак-Асп-Сер

мат  
АК  
Аен  
Тур  
Уак  
Глу  
Трх  
Ваа  
Мет  
Уак  
Аен  
Сер

(пропорция - 1)

АУГ - АТГ

12 АКК

$\frac{10}{72}$

АУГ  
ТЦТ  
ТТТ

$r = 0,6525$

$r = 0,1875$

$\frac{2610400}{2400} 0,6525$   
2100  
2600  
1600  
100  
2600  
2000

$\frac{30}{16} \frac{16}{0,1875}$   
140  
128  
120  
112  
80  
10  
0

$\frac{16}{8}$   
 $\frac{16}{9}$   
 $\frac{16}{5}$   
128  
144  
80

0,6525  
0,1875  
0,8400

ПРОБЛЕМ 11

1A  
1B

A 11%  
AC 6%

P  
Q  
R

КОЭФФИЦИЕНТЫ

$p + q + r = 1$

$p^2 + q^2 = 0,13$

$pq = 0,06$

$2p = 0,13 + p^2$

$p^2 = 0,13 - p^2$

$2p = 0,06$

$r = 1 - (p + q)$

$0,13 + p^2 + q^2 + 0,06 + 2pq = 1$   
 $0,19 + p^2 + q^2 + 2pq = 1$   
 $0,19 + (p+q)^2 = 1$   
 $0,19 + 1 = 1$   
 $0,19 + 1 = 1$

$(p+q+r)^2 = p^2 + q^2 + r^2 + 2pq + 2pr + 2qr = 1$   
 $0,13 + 0,13 + r^2 + 2 \cdot 0,06 + 2pr + 2qr = 1$

$r^2 + 2pr + 2qr + r^2 = 1 - 0,13 - 0,13 - 0,12 = 0,52$   
 $r^2 + 2r(p+q) = 0,52$   
 $r^2 + 2r(1-r) = 0,52$   
 $r^2 + 2r - 2r^2 = 0,52$   
 $-r^2 + 2r = 0,52$   
 $r^2 - 2r + 0,52 = 0$

$0,13 + (1-p-q)^2 + 0,12 + 2p = 1$

$2p + p^2 - 2p - 2q + p^2 - 2q = 0,19$   
 $p^2 - pq - 2p - 2q + p^2 - 2q = 0,19$   
 $-p - pq = -0,19$   
 $p(1+q) = 0,19$

$p(p+r) = 0,13$

$pq = 0,06$

$p = \frac{0,13}{p+r} = \frac{0,13}{1-p-q+p} = \frac{0,13}{1-q}$

$p = \frac{0,06}{q}$

$\frac{0,06}{q} = \frac{0,13}{1-q}$

$0,06(1-q) = 0,13q$

$0,06 - 0,06q = 0,13q$

$q = \frac{0,06}{0,19} = \frac{6}{19}$

$p = \frac{0,06}{q} = \frac{0,06}{\frac{6}{19}} = 0,19$

$r = 1 - p - q = 1 - \frac{19}{100} - \frac{6}{19} = \frac{11}{100} - \frac{6}{19} = \frac{21}{190} - \frac{60}{190} = \frac{39}{190}$

81  
19  
100  
119  
81  
1539  
-600  
939

1,2030  
1,1875  
1,4925

1,4925  
0,1875  
1,6800  
10,4195  
11,9400  
14,9225  
0,27901595

400  
164  
25  
336  
75  
261

$\frac{31 \cdot 25}{100 \cdot 16} = \frac{336 - 75}{400} = \frac{261}{400}$

13 + 6 + 36 + 45 = 100%  
19  
55

1. ~~ИЗМЕНЕНИЕ~~

~~ИЗМЕНЕНИЕ~~

задача 10

	$I^A (p)$	$I^B (q)$	$I^0 (r)$
$I^A (p)$	$I^A I^A$ ( $p'$ )	$I^A I^B$ ( $p'q$ )	$I^A I^0$ ( $p'r$ )
$I^B (q)$	$I^A I^B$ ( $p'q$ )	$I^B I^B$ ( $q'^2$ )	$I^B I^0$ ( $q'r$ )
$I^0 (r)$	$I^A I^0$ ( $p'r$ )	$I^B I^0$ ( $q'r$ )	$I^0 I^0$ ( $r'^2$ )

Группа крови A -  $I^A I^A, I^A I^0$

$$0,13 = p^2 + pr$$

Группа крови AB -  $I^A I^B$

$$0,06 = p'q + p'q = 2pq$$

III ген

по закону Харди-Вайнберга

$$p + q + r = 1$$

$$p^2 + q^2 + r^2 + 2pq + 2pr + 2qr = 1$$

$$r = 1 - p - q$$

$$p^2 + pr = 0,13 \Rightarrow p(p+r) = p(p+1-p-q) = p(1-q) = 0,13$$

$$p \cdot p + p \cdot q = 0,03 \Rightarrow p^2 + pq = 0,03$$

$$\frac{0,03}{p} = \frac{0,13}{1-q}$$

$$0,03(1-q) = 0,13p$$

$$0,03 - 0,03q = 0,13p$$

$$q = \frac{0,03 - 0,13p}{0,03} = 1 - 4,33p$$

$$p \cdot \frac{0,03}{p} = \frac{0,03}{0,03} \cdot 0,16 = 0,16$$

$$r = 1 - p - q = 1 - 0,16 - \frac{3}{16} = \frac{261}{400} = 0,6525$$

Группа крови I  $\rightarrow I^0 I^0$

$$\text{Частота} = r^2 = 0,6525^2 = 0,42575625$$

Группа крови III  $\rightarrow I^B I^B, I^B I^0$

$$\text{Частота} = q^2 + 2qr = q(q+2r) = 0,1875(0,1875 + 2 \cdot 0,6525) = 0,27984375$$

$$\begin{array}{r} 278 \overline{) 426} \\ 556 \\ \underline{324} \\ 1020 \\ \underline{714} \\ 3060 \\ \underline{2780} \\ 2800 \end{array}$$

$$0,03p = 0,06 - 0,19q$$

$$p = \frac{0,06 - 0,19q}{0,03} = \frac{0,03}{q}$$

$$0,06q - 0,19q^2 = 0,0009$$

$$\begin{array}{r} 19 \overline{) 36} \\ 38 \\ \underline{36} \\ 200 \\ \underline{171} \\ 290 \\ \underline{285} \\ 50 \\ \underline{476} \\ 24 \end{array}$$

$$92 = 4 \cdot 23$$

$$19q^2 - 6q + 0,09 = 0$$

$$\begin{array}{r} 2 \overline{) 36} \\ 72 \\ \underline{36} \\ 0 \end{array}$$

$$D = 36 - 4 \cdot 19 \cdot 0,09 = 36 - 6,84 = 29,16 =$$

$$= 36(1 - 0,08) = 36 \cdot 0,92 = 33,12$$

$$\sqrt{D} = 6 \cdot 0,2 \sqrt{23} = 1,2\sqrt{23}$$

Handwritten notes at the top of the page, possibly including a date or reference number.

0,198 0,06 903,003

0,198 0,06 90000

0,198 0,06 90000 0

198^2 0,06 90000 14000 8000 0

Handwritten calculations involving 90000 and 198, possibly showing a division or multiplication process.

Handwritten calculations involving 40000, 10000, and 19000, possibly showing a subtraction or addition.

Handwritten calculations involving 600, 1900, and 190, possibly showing a multiplication or division process.

36  
x 1900  
-----  
32400  
36  
-----  
68400

36  
x 1900  
-----  
68400

12  
- 6

36  
x 36  
-----  
1296

48  
x 48  
-----  
2304

36  
x 36  
-----  
1296

190

510 | 190  
-----  
510 0,3  
0

284000 / 36  
-----  
324  
-----  
0

190  
x 4  
-----  
760

190  
x 3  
-----  
570

ЧЕРНОБИЛК 4

$$\frac{1^{103}}{16} + \frac{23^{104}}{12} - \frac{3}{48} + \frac{23 \cdot 4}{48} = \frac{90}{48}$$

$$\frac{18}{2} = 96$$

$$\frac{23}{52}$$

$$\frac{13^{103}}{16 \cdot 15} + \frac{23^{104}}{12} = \frac{13 \cdot 3 + 23 \cdot 60}{48 \cdot 15} = \frac{3(13 + 460)}{4 \cdot 12 \cdot 15}$$

$$\frac{473}{120}$$

$$48 + 25$$

$$\frac{12}{15} = \frac{50}{12} = 18 \frac{6}{15}$$

$$\frac{181}{2} = \frac{474}{2} = 237$$

$$\frac{23}{12} = \frac{23 \cdot 20 \cdot 65}{12 \cdot 20 \cdot 65} = \frac{23 \cdot 20 \cdot 65}{12 \cdot 20 \cdot 65}$$

$$\begin{array}{r} 120 \\ 120 \\ 23 \\ \hline 136 \end{array} \quad \begin{array}{r} 460 \\ 25 \\ \hline 2300 \\ 176 \\ \hline 25900 \\ 256 \\ \hline 30656 \end{array} \quad \begin{array}{r} 2 \\ 15328 \\ 14 \\ 13 \\ 12 \\ \hline 12 \end{array} \quad \begin{array}{r} 2 \\ 70 \\ 70 \\ 6 \\ 6 \\ 5 \\ 4 \\ \hline 16 \end{array}$$

$$\frac{30656 \cdot 10308 \cdot 1920}{12 \cdot 20 \cdot 65} = \frac{30656 \cdot 10308 \cdot 1920}{12 \cdot 20 \cdot 65}$$

$$\frac{1916}{15 \cdot 65}$$

$$\frac{13}{16} = (b_1 - 2) \cdot 15$$

$$\frac{13}{15 \cdot 16} = b_1 - 2$$

$$\frac{13}{15 \cdot 16} + 2 = 975$$

$$\frac{2}{1950} = \frac{55}{20 \cdot 65} = b_2 - 2$$

$$\frac{13}{16 \cdot 15} + \frac{23}{12} = \frac{13 \cdot 12 + 23 \cdot 16 \cdot 15}{12 \cdot 15 \cdot 16} = \frac{13 + 23 \cdot 4 \cdot 5}{12 \cdot 20} = \frac{13 + 460}{240} = \frac{473}{240}$$

$$\frac{325}{65} = 975$$

$$\frac{15}{16} = 1$$

$$\frac{1516}{575} = 240$$

$$\frac{1550}{575} = \frac{55}{20}$$

$$\frac{1}{4} = (b_2 - 2) \cdot 4 \quad \frac{473}{240} = 233$$

$$\frac{1}{16} = b_2 - 2 \quad b_2 = 2 + \frac{1}{8}$$