



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

**ОЛИМПИАДНАЯ РАБОТА**

Наименование олимпиады школьников: **«Ломоносов»**

Профиль олимпиады: **Биология**

ФИО участника олимпиады: **Крылов Александр Алексеевич**

Класс: **10**

Технический балл: **68**

Дата проведения: **05 марта 2022 года**

Паршина М.  
В.В.

9818251

|   |   |   |    |   |   |   |    |   |    |    |
|---|---|---|----|---|---|---|----|---|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4  | 5 | 6 | 7 | 8  | 9 | 10 | Σ  |
| 3 | 7 | 3 | 15 | 7 | 2 | 2 | 11 | 8 | 10 | 68 |

Кистовик

Задача 10 (продолжение):

По условию даны величины с  $\hat{u}$  у.к. = 0,13 (1)

$$\text{IV} = 0,06 \quad (2)$$

Тогда дано с I и III суммарно =  $1 - 0,13 - 0,06 = 0,81$

Составим систему уравнений:

$$\begin{cases} 2pr + p^2 = 0,13 & (1) \\ 2pq = 0,6 & (2) \\ r^2 + (2qr + q^2) = 0,81 & (3) \end{cases}$$

дан с I у.к. дан с III у.к.

$$(3) \quad r^2 + 2qr + q^2 = 0,81$$

$$(r+q)^2 = 0,81$$

н.к.  $r > 0$  и  $q > 0$ , то  $r+q > 0$ , тогда

$$r+q = 0,9$$

$$q = 0,9 - r$$

$$(2) \quad 2pq = 0,6$$

н.к.  $q = 0,9 - r$ , то

$$2p(0,9 - r) = 0,6$$

$$p = \frac{0,3}{0,9 - r}$$

$$(1) \quad 2pr + p^2 = 0,13$$

н.к.  $p = \frac{0,3}{0,9 - r}$  то

$$\frac{0,6r}{0,9 - r} + \frac{0,09}{(0,9 - r)^2} = 0,13 \quad | \cdot (0,9 - r)^2, \quad 0,9 - r \neq 0, \quad r \neq 0,9$$

$$0,6r(0,9 - r) + 0,09 = 0,13(0,9 - r)^2$$

$$0,54r - 0,6r^2 + 0,09 = 0,13(0,81 - 1,8r + r^2)$$

$$-0,6r^2 + 0,54r + 0,09 = 0,1053 - 2,34r + 0,13r^2$$

$$-0,47r^2 + 0,774r - 0,0153 = 0$$

$$0,47r^2 - 0,774r + 0,0153 = 0$$

$$D = b^2 - 4ac$$

$\frac{4}{5}$

Числовик

Задача №10 (продолжение)

$$D = (0,774)^2 - 4 \cdot 0,47 \cdot 0,0153 = 0,570312$$

$$r_{1,2} = \frac{0,774 \pm \sqrt{0,570312}}{2 \cdot 0,47}$$

$$\text{н.к. } \sqrt{0,570312} \approx 0,75, \text{ мс}$$

$$r_1 = \frac{0,774 + 0,75}{2 \cdot 0,47} = \frac{0,514}{0,94} \approx 0,56$$

$$r_2 = \frac{0,774 - 0,75}{2 \cdot 0,47} = \frac{0,024}{0,94} \approx 0,03$$

П.к. первая группа крови развилась независимо разными путями, но, предположив, что  $r = 0,56$

$$\text{Тогда н.к. } r + q = 0,5$$

$$q = 0,5 - r = 0,34$$

$$\text{П.к. } 2pq = 0,6$$

$$\text{но } p = \frac{0,3}{q} = \frac{0,3}{0,34} = 0,88$$

$$\text{Две группы с I гр.кр. } r^2 = (0,56)^2 = 0,3136 \approx 0,31$$

$$\text{с III гр.кр. } = 4 \cdot 0,06 \cdot 0,34 - 0,06 - 0,13 - 0,31 = 0,5$$

Ответ:

$$\text{частота } I^0 = 0,56$$

$$I^A = 0,88$$

$$I^B = 0,34$$

$$\text{две группы с I гр.кр. } 0,31$$

$$\text{с III гр.кр. } 0,5$$

випиточки

Задание №1, А-1+  
 Б-3+  
 В-2-  
 Г-1-  
 Д-2+  
 Е-3-

Задание №2,  
 Б В Ж З О П С Х В Э  
 +++ -++ +-+

Задание №3.

А) +

Задание №4. 1-Г+  
 2-Д+  
 3-А,Г+  
 4-Д+  
 5-Г+

Задание №5. Д Б Е В +

Задание №6. А-12 (городская ласточка) +  
 Б-2 (популярные обжорки) -  
 В-3 (большая синица) -  
 Г-6 (пеночка-веселочка) -  
 Д-4 (деревенская ласточка) -

Задание №7.

Плюска №1:  $N_1 = N_0 \cdot e^{rt} = N_0 \cdot e^{(b-m)t}$

По условию  $b=2$  в точке 1

По графику  $N_1 \approx \frac{5}{2}$   $t \approx 4$   $N_5 \approx 2$

$$\frac{5}{2} = 2 \cdot e^{(2-m)4}$$

$$\frac{5}{4} = e^{(2-m)4}$$

$$\log_e \frac{5}{4} = 8 - 4m$$

$$4m = 8 - \log_e \frac{5}{4}$$

$$m = 2 - \frac{1}{4} \log_e \frac{5}{4}$$

$$m = 2 - \log_e \frac{\sqrt[4]{5}}{\sqrt{2}}$$

$\frac{1}{5}$

Частотен  
Задача №7 (пропорционална)  
Порка №2:  $N_2 = N_0 \cdot e^{(b - (2 - \log_e \frac{4\sqrt{5}}{\sqrt{2}})) \cdot t_2}$

$$N_2 \approx 5 \quad t_2 \approx 8 \quad N_0 \approx 2$$

$$5 = 2 \cdot e^{8b - 8(2 - \log_e \frac{4\sqrt{5}}{\sqrt{2}})}$$

$$\log_e 5 = 8b - 16 + \log_e \frac{4\sqrt{5}}{\sqrt{2}}$$

$$\log_e 5 - \log_e \frac{4\sqrt{5}}{\sqrt{2}} + 16 = 8b \quad | \cdot \frac{1}{8}, \frac{1}{8} > 0$$

$$\frac{1}{8} \log_e \left( \frac{5 \cdot \sqrt{2}}{2 \cdot 4\sqrt{5}} \right) + 2 = b$$

$$\frac{1}{8} \log_e \left( 5^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{1}{2} \right) + 2 = b$$

$$b_2 = \frac{1}{8} \log_e \left( 5^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{1}{2} \right) + 2$$

Порка №4:  $N_4 = N_0 \cdot e^{(b - (2 - \log_e \frac{4\sqrt{5}}{\sqrt{2}})) \cdot t_4}$

$$N_4 \approx 10 \quad N_0 \approx 2 \quad t_4 \approx 16$$

$$10 = 2 \cdot e^{16b - 16(2 - \log_e \frac{4\sqrt{5}}{\sqrt{2}})}$$

$$\log_e 5 = 16b - 16(2 - \log_e \frac{4\sqrt{5}}{\sqrt{2}})$$

$$\log_e 5 + 32 - \log_e \frac{4\sqrt{5}}{\sqrt{2}} = 16b \quad | \cdot \frac{1}{16}, \frac{1}{16} > 0$$

$$\frac{1}{16} \log_e \left( \frac{5 \cdot \sqrt{2}}{4\sqrt{5}} \right) + 2 = b$$

$$\frac{1}{16} \log_e (5^{\frac{1}{2}} \cdot \sqrt{2}) + 2 = b$$

$$b_4 = \frac{1}{16} \log_e (5^{\frac{1}{2}} \cdot \sqrt{2}) + 2$$

Порка №5  $N_5 \approx 64 \quad t_5 \approx 24 \quad N_0 \approx 2$

$$64 = 2 \cdot e^{24b - 24(2 - \log_e \frac{4\sqrt{5}}{\sqrt{2}})}$$

$$\log_e 32 = 24b - 48 + 24 \log_e \frac{4\sqrt{5}}{\sqrt{2}}$$

$$\log_e 32 - 24 \log_e \frac{4\sqrt{5}}{\sqrt{2}} + 48 = 24b \quad | \cdot \frac{1}{24}, \frac{1}{24} > 0$$

$$\frac{1}{24} \log_e \frac{32 \cdot \sqrt{2}}{4\sqrt{5}} + 2 = b$$

$$b_5 = \frac{1}{24} \log_e \left( \frac{32 \cdot \sqrt{2}}{4\sqrt{5}} \right) + 2$$

Одгов:

$$b_2 = \frac{1}{8} \log_e \left( 5^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{1}{2} \right) + 2$$

$$b_4 = \frac{1}{16} \log_e (5^{\frac{1}{2}} \cdot \sqrt{2}) + 2$$

$$b_5 = \frac{1}{24} \log_e \left( \frac{32 \cdot \sqrt{2}}{4\sqrt{5}} \right) + 2$$

П.к. одговарајуће рен  
пази на т. бр. одгов.  
и постојеће одгов.  
на

Чистовик

- Задача №8
- 1 - Б - II +
  - 2 - А - VII -
  - 3 - Г - VI +
  - 4 - Е - VIII +
  - 5 - Д - I +
  - 6 - В - IV +

Повреждение структуры 1 приводит к указанным нарушениям.

Задача №9

- А) 12 аминокислот
- Б) метионин - аланин - аспаргин - тирозин - цистеин - лейцин - пролин - валин - метионин - цистеин - аспаргин - серин
- В) ~~3 и 3 аминокислот~~  
 аминокисл. св-ва обеспечивает цистеин  
 5-ый по счету с N-конца
- Г) 3 и 3 аминокислот
- Д) метионин - аланин - лейцин - тирозин - цистеин - лейцин - пролин - валин - метионин - цистеин - аспаргин - серин

Задача №10

Пусть матрица вырожденности аллель I<sup>0</sup> будет обозн. r<sup>2</sup>

Составим таблицу всех возможных комбинаций аллелей I<sup>0</sup>, I<sup>A</sup> и I<sup>B</sup>

|                | I <sup>0</sup>                                  | I <sup>A</sup>                                  | I <sup>B</sup>                                  |
|----------------|---|---|---|
| I <sup>0</sup> | I <sup>0</sup> I <sup>0</sup><br>r <sup>2</sup> | I <sup>A</sup> I <sup>0</sup><br>pr             | I <sup>B</sup> I <sup>0</sup><br>qr             |
| I <sup>A</sup> | I <sup>A</sup> I <sup>0</sup><br>pr             | I <sup>A</sup> I <sup>A</sup><br>p <sup>2</sup> | I <sup>A</sup> I <sup>B</sup><br>pq             |
| I <sup>B</sup> | I <sup>B</sup> I <sup>0</sup><br>qr             | I <sup>A</sup> I <sup>B</sup><br>pq             | I <sup>B</sup> I <sup>B</sup><br>q <sup>2</sup> |

- Тогда дано I чужды кроста r<sup>2</sup>
- I чужды кр. 2pr + p<sup>2</sup>
  - III чр. кр. 2qr + q<sup>2</sup>
  - IV чр. кр. 2pq



уравнения

$$\begin{cases} 2pr + p^2 = 0,13 \\ 2pq = 0,6 \\ r^2 + 2qr + q^2 = 0,81 \end{cases} \quad (1) \begin{cases} (r+q)^2 = 0,81 \\ r+q = 0,9 \\ q = 0,9-r \end{cases}$$

$$2p(0,9-r) = 0,6 \quad p = \frac{0,3}{0,9-r}$$

$$(1) \quad \frac{0,6r}{0,9-r} + \frac{0,09}{(0,9-r)^2} = 0,13 \quad | \cdot (0,9-r)^2, \quad 0,9-r \neq 0$$

$$\frac{0,6r(0,9-r) + 0,09}{(0,9-r)^2} = 0,13$$

$$0,6r(0,9-r) + 0,09 = 0,13(0,9-r)^2$$

$$0,54r - 0,6r^2 + 0,09 = 0,117 - 0,234r + 0,13(0,81 - 1,8r + r^2)$$

$$-0,6r^2 + 0,54r + 0,09 = 0,1053 - 0,234r + 0,13r^2$$

$$-0,47r^2 + 0,774r - 0,0153 = 0$$

$$0,47r^2 - 0,774r + 0,0153 = 0$$

$$D = (0,774)^2 - 4 \cdot 0,47 \cdot 0,0153 = 0,570312$$

$$r_{1,2} = \frac{0,774 \pm \sqrt{0,570312}}{2 \cdot 0,47}$$

$$r_1 \approx \frac{0,774 + 0,75}{2 \cdot 0,47} = \frac{1,524}{0,94} = 0,56$$

$$r_2 \approx \frac{0,774 - 0,75}{2 \cdot 0,47} = \frac{0,024}{0,94} \approx 0,03$$

$$\begin{aligned} r+q &= 0,9 \\ q &= 0,9-r = 0,34 \end{aligned}$$

$$p = \frac{0,3}{0,9} = 0,33$$

$$Iy. \quad r^2 = (0,56)^2 = 0,3136 \approx 0,31$$

$$II \quad y. \quad r+q+q^2 = III \quad y. \quad r+p = 1 - 0,06 - 0,13 - 0,05 - 0,31 = 0,5$$

Handwritten calculations for the quadratic equation:

$$\begin{aligned} & -0,47r^2 + 0,774r - 0,0153 = 0 \\ & \frac{0,774}{2 \cdot 0,47} = \frac{0,774}{0,94} = 0,8234 \\ & \frac{0,0153}{0,47} = 0,03255 \\ & \frac{0,8234}{0,94} = 0,876 \\ & \frac{0,03255}{0,94} = 0,0346 \end{aligned}$$

уравнения

Черновики

№1 A B B Γ Δ E  
1 3 2 1 2 3

№2 Б | В | Ж | З | О | П | С | Х | У | Э

№3 А) водород. кам → формул. II → улит вт кам → по излучению → формул. I → ферре формул

№4 1 | 2 | 3 | 4 | 5  
Г | В | А | Д | Г

№5 g → б → e → в

№6 A | Б | В | Г | Д

12 2 3 6 4  
 (12) - группа частоты  
 (2) - группа частоты  
 (3) - группа частоты  
 (6) - группа частоты  
 (4) - группа частоты

№7

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

(1):  $t = 4$

$N_4 \approx 2,5 = \frac{5}{2}$

$N_0 \approx 2$

$b = 2$

$(2-m)4$

$2,5 = 2 \cdot e$

$\frac{5}{4} = e^{(2-m)4}$

$\frac{5}{4} = e^{8-4m}$

$\frac{5}{4} e^{8-4m} = \frac{5}{4}$

$8-4m = \log_e \frac{5}{4}$

$-4m = \log_e \frac{5}{4} - 8$

$m = \frac{\log_e \frac{5}{4} + 8}{4}$

$m = -\frac{1}{4} \log_e \frac{5}{4} + 8$





$$\begin{array}{r} \times 447 \\ 4 \\ \hline 188 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,0153 \\ \times 1,188 \\ \hline 1224 \\ + 1224 \\ 153 \\ \hline 0,028264 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,574 \\ \times 0,774 \\ \hline 3096 \\ 5418 \\ 5418 \\ \hline 0,599076 \end{array}$$

Морковник

$$\begin{array}{r} 0,599076 \\ - 0,028264 \\ \hline 0,570812 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,25 \\ 0,25 \\ \hline \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} \times 0,9 \\ 0,9 \\ \hline 0,81 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,2 \\ 0,2 \\ \hline 0,4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,8 \\ 0,8 \\ \hline 0,64 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} + 0,774 \\ + 0,750 \\ \hline 0,524 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,774 \\ \times 0,774 \\ \hline 3096 \\ 3096 \\ 5418 \\ 5418 \\ \hline 0,599076 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,75 \\ \times 0,75 \\ \hline 375 \\ 525 \\ \hline 0,5625 \end{array}$$

0,75 0,774

$$\begin{array}{r} 0,774 \\ - 0,750 \\ \hline 0,024 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} -524 \\ 0,194 \\ \hline 524 \\ 170 \\ \hline 540 \\ - 400 \\ \hline 700 \\ - 658 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,42 \\ 0,94 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} 74 \overline{) 54} \\ - 240 \\ \hline 188 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,90 \\ - 0,56 \\ \hline 0,34 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,3 \\ 0,34 \\ \hline 0,2 \overline{) 0,3} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 70 \overline{) 34} \\ - 0,882 \\ \hline 300 \\ - 272 \\ \hline 280 \\ - 272 \\ \hline 80 \\ - 68 \\ \hline 120 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,56 \\ 0,56 \\ \hline + 336 \\ 280 \\ \hline 0,3136 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,81 \\ - 0,31 \\ \hline 0,50 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 16 \\ \hline 32 \end{array}$$



$I^0$  r  
 $I^A$  p  
 $I^B$  q

Упробер

|       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|
|       | $I^0$ | $I^A$ | $I^B$ |
| $I^0$ | $r^2$ | $pr$  | $qr$  |
| $I^A$ | $pr$  | $p^2$ | $pq$  |
| $I^B$ | $qr$  | $pq$  | $q^2$ |

- I упр. проба  $r^2$  гал?
  - II упр.  $pr+pr+p^2$  13%
  - III упр. упр.  $qr+qr+q^2$  гал?
  - IV упр. упр.  $pq+pq$  6%
- $r-? q-? p-?$

$$\begin{cases} 2pr+p^2=0,13 \\ 2pq=0,6 \end{cases}$$

$p^2+2pr+pr=0,13$   
 $pr=0,13-0,13=0$  муку кер  
 муку р уиент огно жер, му

$$\begin{cases} 2pr+p^2=0,13 & (1) \\ 2pq=0,6 \\ r^2+2qr+q^2=0,81 & (2) \end{cases}$$

$$\frac{100}{19} \div \frac{81}{10} = \frac{100}{19} \times \frac{10}{81} = \frac{1000}{1539}$$

$$\frac{10}{19} = \frac{3}{5} \quad \frac{3}{10} \quad \frac{0,3}{0,5}$$

$$\begin{array}{r} 1,20 \\ \times 0,36 \\ \hline 0,13 \\ \hline 1,69 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,20 \\ \times 0,09 \\ \hline 0,108 \\ \hline 1,308 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,81 \\ \times 0,13 \\ \hline 0,243 \\ \hline 0,81 \\ \hline 0,53 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1,20 \\ \times 0,09 \\ \hline 1,2 \\ \hline 1,8 \\ \hline 0,108 \\ \hline 0,243 \end{array}$$

$$p = \frac{0,6}{2q} \quad (1) \quad 2 \frac{0,6r}{q} + \frac{0,36}{q} = 0,13$$

$$\frac{0,6r+0,09}{q} = 0,13$$

$$0,6r+0,09 = 0,13q$$

$$q = \frac{0,6r+0,09}{0,13}$$

$$(2) \quad r^2 + \frac{2r(0,6r+0,09)}{0,13} + \left(\frac{0,6r+0,09}{0,13}\right)^2 = 0,81$$

$$r^2 + \frac{1,2r^2+1,8r}{0,13} + \frac{0,36r^2+0,108r+0,0081}{0,13} = 0,81 \quad | \cdot 0,13$$

$$0,13r^2 + 1,2r^2 + 1,8r + 0,36r^2 + 0,108r + 0,0081 = 0,1053$$

$$1,69r^2 + 1,908r + 0,0081 = 0,1053$$

$$1,69r^2 + 1,908r + 0,0972 = 0$$

$$D = (1,908)^2 - 4 \cdot 1,69 \cdot 0,0972 = 2,101464 + 0,650452 = 2,751916$$

$$r_{1,2} = \frac{-1,908 \pm \sqrt{2,751916}}{2 \cdot 1,69}$$

$$\begin{cases} r = \frac{-1,908 - 1,65}{3,38} \\ r = \frac{-1,908 + 1,65}{3,38} \end{cases}$$

Числовик

$$(2) \quad N_2 \approx 5$$

$$t = 8$$

$$N_0 \approx 2$$

$$5 = 2 \cdot e^{b - \left(-\frac{1}{4} \log_e \frac{5}{2} - 1\right)}$$

$$\frac{5}{2} = e^{b - \left(-\frac{1}{4} \log_e \frac{5}{2} - 1\right)}$$

$$b - \left(-\frac{1}{4} \log_e \left(\frac{5}{2}\right) - 1\right) = \log_e \frac{5}{2}$$

$$b = \log_e \left(\frac{5}{2}\right) + \frac{1}{4} \log_e \left(\frac{5}{2}\right) - 1$$

$$b = \log_e \frac{5}{2} + \log_e \frac{\sqrt[4]{5}}{\sqrt[4]{2}} - 1$$

$$b = \log_e \frac{5}{2} + \log_e \frac{\sqrt{2}}{\sqrt[4]{5}} - 1$$

$$b = \log_e \frac{5 \cdot \sqrt{2}}{2 \cdot \sqrt[4]{5}} - \log_e 1$$

$$b = \log_e \frac{5 \cdot 2^{\frac{1}{2}}}{2 \cdot 5^{\frac{1}{4}}} - 1$$

$$b = \log_e \left(2^{-\frac{1}{2}} \cdot 5^{\frac{3}{4}}\right) - 1$$

$$b_2 = \log_e \left(\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{1}{2}} \cdot \sqrt[4]{5^3}\right) - 1$$

$$(4) \quad N_4 = 10$$

$$t = 16$$

$$N_0 \approx 2$$

$$10 = 2 \cdot e^{b - \left(-\frac{1}{4} \log_e \left(\frac{10}{2}\right) - 1\right)}$$

$$5 = e^{b - \left(-\frac{1}{4} \log_e \frac{5}{2} - 1\right)}$$

$$b - \left(-\frac{1}{4} \log_e \left(\frac{5}{2}\right) - 1\right) = \log_e 5$$

$$b = \log_e 5 + \frac{1}{4} \log_e \frac{5}{2} - 1$$

$$b = \log_e 5 + \log_e \frac{\sqrt[4]{5}}{\sqrt[4]{2}} - 1$$

$$b = \log_e \left(\frac{5 \cdot \sqrt[4]{5}}{\sqrt[4]{2}}\right) - 1$$

$$b = \log_e 5^{\frac{5}{4}} \cdot 2^{\frac{1}{4}} - 1$$

$$b_4 = \log_e \left(\sqrt[4]{5^5} \cdot \sqrt[4]{2}\right) - 1$$