



# Естественно-научная грамотность Подмосковья

## Закон Харди-Вайнберга

19 апреля 2026г.

Спикер: Кузнецова Юлия Александровна  
ГОУ ВО МО ГГУ, эксперт ЕГЭ по биологии

Сайт: Единое содержание общего образования  
<https://edsoo.ru/>

Федеральная рабочая программа

ПЕРЕЧЕНЬ (КОДИФИКАТОР) РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ПО КЛАССАМ  
ПРОВЕРЯЕМЫХ ТРЕБОВАНИЙ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ  
ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Теоретический материал

ВПР

ЕГЭ



[Главная](#)[Новости](#)[Конструктор рабочих программ](#)[Рабочие программы](#)[Методические материалы](#)

## Рабочие программы

[НАЧАЛЬНОЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ](#)[ОСНОВНОЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ](#)[СРЕДНЕЕ ОБЩЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ](#)[ВНЕУРОЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ](#)

Федеральная рабочая программа по учебному предмету  
«Русский язык»

[Скачать PDF](#)

Федеральная рабочая программа по учебному предмету  
«География» базовый уровень (обновлено на 01 сентября  
2024 года)

[Скачать PDF](#)

Федеральная рабочая программа по учебному предмету  
«Биология» базовый уровень

[Скачать PDF](#)

Федеральная рабочая программа по учебному предмету  
«Биология» углублённый уровень

[Скачать PDF](#)



ИНСТИТУТ СТРАТЕГИИ  
РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

федеральное государственное  
бюджетное научное учреждение



ИНСТИТУТ СТРАТЕГИИ  
РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ

федеральное государственное  
бюджетное научное учреждение

МР

ФЕДЕРАЛЬНАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ОСНОВНОГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

# БИОЛОГИЯ

(углублённый уровень)

(для 7–9 классов образовательных организаций)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

# БИОЛОГИЯ

(углублённый уровень)

(для 10–11 классов образовательных организаций)

Москва – 2023

Москва – 2023



## АКТУАЛЬНОСТЬ

В обновленном ФГОС среднего общего образования на углубленном уровне имеется следующее требование к результатам обучения: владеть системой биологических знаний, которая включает в себя законы единообразия потомков первого поколения, расщепления признаков, независимого наследования признаков Г. Менделя, сцепленного наследования признаков и нарушения сцепления генов Т. Моргана, гомологических рядов в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова, **генетического равновесия Дж. Харди и В. Вайнберга**, зародышевого сходства К. Бэра, биогенетического закона Э. Геккеля, Ф. Мюллера



## Содержание обучения

### 9 КЛАСС: углубленный уровень

#### Тема 12. Генетика человека

Определение гена и аллеля, генотипа и фенотипа. Понятие гомо- и гетерозиготы. Законы Менделя. Взаимодействие аллелей. Моногенные и полигенные признаки. Хромосомная теория наследственности Моргана. Кроссинговер и сцепленное наследование. Механизмы определения пола. Половые хромосомы и аутосомы человека. Наследование, сцепленное с полом.

Изменчивость: наследственная и ненаследственная. Примеры ненаследственных изменений (модификаций). Классификация наследственной изменчивости на мутационную и рекомбинационную. Генные, хромосомные и геномные заболевания. Примеры генных, хромосомных и геномных заболеваний человека.

Популяционная генетика. Понятие генофонда. Распределение частот аллелей в популяции. Закон Харди-Вайнберга.

### 11 КЛАСС: углубленный уровень

#### Тема 2. Микроэволюция и её результаты

Популяция как элементарная единица эволюции. Современные методы оценки генетического разнообразия и структуры популяций. Изменение генофонда популяции как элементарное эволюционное явление. Закон генетического равновесия Дж. Харди, В. Вайнберга.



## **ЛИТЕРАТУРА**

- 1. Рохлов В.С., Петросова Р.А. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2024 года по биологии. – М.: ФИПИ, 2024. – 44 с. URL: [Электронный ресурс] Режим доступа: [https://doc.fipi.ru/ege/analiticheskie-i-metodicheskie-materialy/2024/bi\\_mr\\_2024.pdf?ysclid=m4estwz3ex29991715](https://doc.fipi.ru/ege/analiticheskie-i-metodicheskie-materialy/2024/bi_mr_2024.pdf?ysclid=m4estwz3ex29991715) (дата обращения: 02.12.2024).**
- 2. Федеральная рабочая программа среднего общего образования: биология (углубленный уровень) [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://edsoo.ru> (дата обращения: 07.12.2024).**
- 3. Гончаров О.В. Генетика. Задачи. – Саратов: Лицей, 2005. – 352 с. (Серия «Биология»).**
- 4. Паршутина Л.А. Естествознание. Биология. Практикум: учеб. пособие для студ. учреждений сред. проф. образования / Л.А. Паршутина. -М.: Издательский центр «Академия», 2021. – 131 с.**
- 5. Пименов А.В. Уроки биологии в 11 классе. Развернутое планирование/Академия развития, Академия Холдинг, 2003. – 272 с.**
- 6. Петунин О.В. Уроки биологии в 11-м классе. Развернутое планирование – Ярославль: Академия развития, Академия Холдинг, 2003. – 304 с.: ил. – (учитель года России).**

Закон Харди-Вайнберга отражает закономерности, важные для понимания генетических процессов в популяциях. Он был сформулирован британским генетиком Годфри Харди и немецким врачом Вильгельмом Вайнбергом в 1908 году. Закон играет ключевую роль в изучении распределения генетических аллелей в популяциях.

Предположим, что самцы и самки в популяции скрещиваются случайно, образуя зиготы:

♀	♂	
	$A(p)$	$a(q)$
$A(p)$	$AA(p^2)$	$Aa(pq)$
$a(q)$	$Aa(pq)$	$aa(q^2)$

Таким образом, частоту трех возможных генотипов можно выразить уравнением

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

в котором:

$p$  – частота встречаемости аллеля  $A$ ;

$q$  – частота встречаемости аллеля  $a$ ;

$q^2$  – частота встречаемости генотипа  $aa$ ;

$p^2$  – частота встречаемости генотипа  $AA$ ;

$pq$  – частота встречаемости генотипа  $Aa$ .

Закон Харди-Вайнберга носит вероятностный характер и соблюдается в так называемой «идеальной популяции». Она характеризуется следующими признаками:

- бесконечно большие размеры;
- в ней существует неограниченная панмиксия;
- в ней отсутствуют мутации;
- в ней не происходит миграция особей с иными генотипами из соседних популяций;
- в ней отсутствует естественный отбор.

Все эти процессы имеют место в природных популяциях, поэтому в них закон Харди-Вайнберга в чистом виде не выполняется. Но несмотря на это, данный закон отражает процессы, происходящие в генофондах природных популяций.



Рассмотрим общие принципы решения задач на применение закона генетического равновесия Дж. Харди и В. Вайнберга:

1. Разобраться, какой признак по условию доминантный, а какой – рецессивный. Эти аллели в диплоидном наборе могут давать разные сочетания генотипов: AA (доминантная гомозигота), Aa (гетерозигота) и aa (рецессивная гомозигота).

2. Посчитать частоту встречаемости аллелей. Для этого используется уравнение

$$p + q = 1,$$

где  $p$  – частота доминантного аллеля, а  $q$  – рецессивного.

3. Рассчитать частоту генотипов. Чтобы получить гомозиготную особь по доминантному аллелю, необходима встреча двух гамет с аллелем A:

$$AA = p \times p = p^2.$$

Аналогично высчитывается вероятность появления рецессивного гетерозиготного организма:

$$aa = q \times q = q^2.$$



Для получения гетерозиготной особи необходимо, чтобы гамета с доминантным аллелем встретила с гаметой с рецессивным аллелем или, наоборот, гамета с рецессивным аллелем встретила с гаметой с доминантным аллелем. Получаем:

$$Aa = p \times q + q \times p = 2pq.$$

4. Рассчитать равновесные частоты генотипов. Для этого используется формула

$$p^2 + 2pq + q^2 = 1$$

$$p + q = 1$$

где, зная частоты аллелей в популяции, можно рассчитать равновесные частоты генотипов.



## Примеры решения задач

### Одна равновесная популяция

Среди 600 домашних гусей одной из пород 546 птиц имели серую окраску, а остальные были белыми (рецессивный признак). Рассчитайте частоты аллелей белой и серой окраски, а также частоты всех возможных генотипов, если принять, что популяция гусей находится в равновесии Харди-Вайнберга. Ответ поясните.

- 1) частота белых гусей составляет  $(600 - 546)/600 = 0,09$ ;
- 2) белые гуси имеют генотип  $aa$ , в равновесной популяции доля таких особей составляет  $q^2$ ;
- 3) частота аллеля  $q$  в популяции составляет  $0,3$ ;
- 4) частота аллеля  $p$  в популяции составляет  $1 - q = 0,7$ ;
- 5) частота генотипа  $Aa$  (серые гуси, гетерозиготы) в равновесной популяции составляет  $2pq = 0,42$ ;
- 6) частота генотипа  $AA$  (серые гуси, гомозиготы) в равновесной популяции  $p^2 = 0,49$ .



В одной из популяций 1869 человек из обследованных имели положительный резус-фактор, а 356 были резус-отрицательными. Рассчитайте частоты аллелей положительного и отрицательного резус-фактора, а также частоты всех возможных генотипов, если принять, что популяция находится в равновесии Харди-Вайнберга. Ответ поясните.

- 1) частота резус-отрицательных людей составляет  $356/(356+1869) = 0,16$ ;
- 2) отрицательный резус имеют люди с генотипом  $rr$ , в равновесной популяции доля таких особей составляет  $q^2$ ;
- 3) частота аллеля  $q$  в популяции составляет  $0,4$ ;
- 4) частота аллеля  $p$  в популяции составляет  $1 - q = 0,6$ ;
- 5) частота генотипа  $Rr$  (резус-положительные, гетерозиготы) в равновесной популяции составляет  $2pq = 0,48$ ;
- 6) частота генотипа  $RR$  (резус-положительные, гомозиготы) в равновесной популяции  $p^2 = 0,36$ .



## Две равновесные популяции

Врождённый нефротический синдром – моногенное аутосомно-рецессивное заболевание, возникающее в результате нарушения формирования почечного фильтра в нефронах. В финской популяции заболевание встречается в среднем 1 раз на 820 рождений. Известно, что частота мутантного аллеля в целом по человеческой популяции составляет 0,01.

Рассчитайте равновесные частоты нормального и мутантного фенотипов в человеческой популяции, а также частоту мутантного аллеля в финской популяции. Поясните ход решения. Какой эволюционный фактор привёл к изменению частоты аллеля в финской популяции? При расчете округляйте значения до четвертого знака после запятой.

- 1) равновесная частота мутантного фенотипа (aa) составляет:  $q^2 = 0,01^2 = 0,0001$ ;
- 2) равновесная частота нормального фенотипа составляет:  $1 - q^2 = 0,9999$   
ИЛИ
- 2) равновесная частота нормального фенотипа составляет:  $p^2 + 2pq = 0,99^2 + 2 \cdot 0,99 \cdot 0,01 = 0,9801 + 0,0198 = 0,9999$ ;
- 3) нормальный фенотип представлен доминантными гомозиготами (AA) и гетерозиготами (Aa);
- 4) частота мутантного фенотипа (aa) в финской популяции составляет:  $1/820 = 0,0012 = q^2$ ;
- 5) частота мутантного аллеля в финской популяции  $q = \sqrt{0,0012} = 0,0346$ ;
- 6) дрейф генов (эффект основателя).



Муковисцидоз - моногенное заболевание, возникающее в результате нарушения структуры мембранного транспортёра, наследующееся по аутосомно-рецессивному типу. В Австралии заболевание встречается в среднем 16 случаев на 100 000 рождений. При этом частота мутантного аллеля во всей человеческой популяции составляет 0,0224. Рассчитайте равновесные частоты мутантного и нормального фенотипов во всей человеческой популяции, а также частоту мутантного аллеля среди австралийцев. Поясните ход решения. Какой эволюционный фактор приводит к наблюдаемому различию частот мутантного аллеля? При расчётах округляйте значения до четырёх знаков после запятой.

- 1) равновесная частота мутантного фенотипа (aa) составляет:  $q^2 = 0,0224^2 = 0,0005$ ;
- 2) равновесная частота нормального фенотипа составляет:  $1 - q^2 = 0,9995$   
ИЛИ
- 2) равновесная частота нормального фенотипа составляет:  $p^2 + 2pq = 0,9776^2 + 2 \cdot 0,9776 \cdot 0,0224 = 0,9557 + 0,0438 = 0,9995$ ;
- 3) нормальный фенотип представлен доминантными гомозиготами (AA) и гетерозиготами (Aa);
- 4) частота мутантного фенотипа (aa) в австралийской популяции составляет:  $16/100000 = 0,0002$  (0,00016);
- 5) частота мутантного аллеля (q) среди австралийцев составляет:  $q = \sqrt{0,0002} = 0,0141$  (0,0126);
- 6) дрейф генов (эффект основателя, изоляция).



## Изменение численности популяции

У тараканов рецессивный мутантный аллель одного из генов определяет устойчивость к инсектициду циперметрину. В исходной равновесной популяции устойчивость к циперметрину показывают 150 из 240 особей. Обработка инсектицидом приводит к гибели 90% восприимчивых особей. Определите частоту мутантного аллеля и частоту нормального фенотипа в данной популяции до обработки инсектицидом, а также долю устойчивых к циперметрину особей непосредственно после обработки. Поясните ход решения. При расчетах округляйте значения до четырех знаков после запятой. Какой эволюционный фактор обеспечивает закрепление мутантного аллеля в популяциях тараканов?

### Элементы ответа:

1) устойчивость к циперметрину имеют особи с генотипом  $aa$ , частота которых в равновесной популяции составляет  $q^2$ , а нормальный фенотип представлен доминантными гомозиготами ( $AA$ ) и гетерозиготами ( $Aa$ );

2) частота мутантного фенотипа (особей с устойчивостью к циперметрину) составляет  $q^2 = 150/240 = 0,625$ ;

3) частота мутантного аллеля составляет  $q = \sqrt{0,625} = 0,7906$  ИЛИ  $q = \sqrt{q^2} = 0,7906$ ;

4) частота нормального фенотипа составляет  $1 - q^2 = 0,3750$  ИЛИ  $1 - 0,625 = 0,3750$ ;

5) доля погибших особей:  $0,3750 \times 0,9 = 0,3375$ ;

ИЛИ

5) доля выживших особей  $0,6250 + 0,1 \times 0,375 = 0,6625$ ;

6) доля устойчивых к циперметрину особей ( $aa$ ) непосредственно после обработки:  $0,6250 / (1 - 0,3375) = 0,9434$  ИЛИ  $0,6250 / 0,6625 = 0,9434$ ;

7) естественный отбор.

У одного из видов попугаев укороченный клюв вызывается аутосомно-доминантной мутацией. В исходной равновесной популяции данный признак обнаружен у 38 из 500 особей. Определите частоту мутантного аллеля и частоты всех возможных фенотипов в исходной популяции. В засушливый год 40% особей с укороченным клювом погибло из-за сложностей с добыванием корма. Рассчитайте частоту особей с нормальным клювом непосредственно после гибели части популяции (до установления нового равновесия). Поясните ход решения. При расчетах округляйте значения до четырех знаков после запятой. Действием какого эволюционного фактора объясняется изменение генетической структуры популяции?

- 1) частота особей с укороченным клювом (мутантный фенотип) составляет:  $38/500 = 0,076$ ;
  - 2) частота особей с нормальным клювом (нормальный фенотип) составляет:  
 $(500 - 38)/500 = 0,924$
- ИЛИ
- 1 -  $0,076 = 0,924$ ;
  - 3) нормальный фенотип имеют особи с генотипом  $aa$ , частота которых в равновесной популяции составляет  $q^2$ ;
  - 4) частота нормального аллеля ( $q$ ) составляет:  $\sqrt{0,924} = 0,9612$ ;
  - 5) частота мутантного аллеля ( $p$ ) составляет:  $1 - q = 1 - 0,9612 = 0,0388$ ;
  - 6) доля выживших особей:  
 $0,6 \cdot 0,076 + 0,924 = 0,9696$  ( $1 - 0,0304 = 0,9696$ )
  - 7) доля особей с нормальным клювом непосредственно после гибели части популяции:  
 $0,924/0,9696 = 0,9530$
- ИЛИ
- $0,924/(1 - 0,0304) = 0,9530$ ;
  - 8) естественный отбор.

**У полевок альбинизм является аутосомно-рецессивным моногенным признаком. В одной из равновесных популяций среди 312 особей было обнаружено 4 альбиноса. Известно, что от атаки хищников погибает 90% полевок с белой демаскирующей окраской. Определите частоту аллеля альбинизма и частоту нормального фенотипа в исходной равновесной популяции, а также долю гетерозиготных носителей мутантного аллеля непосредственно после гибели альбиносов (до установления нового равновесия). Поясните ход решения. При расчетах округляйте значения до четырех знаков после запятой. Действием какого эволюционного фактора объясняется изменение генетической структуры популяции?**

1) частота особей с альбинизмом составляет  $4/312 = 0,0128$ ;

2) альбинизм имеют особи с генотипом  $aa$ , частота которых в равновесной популяции составляет  $q^2$ ;

3) частота аллеля альбинизма ( $q$ ) составляет:  $\sqrt{0,0128} = 0,1131$

4) частота нормального фенотипа составляет:  $1 - q^2 = 1 - 0,0128 = 0,9872$

ИЛИ

4) частота нормального фенотипа составляет:

$$p^2 + 2pq = 0,8869^2 + 2 \cdot 0,8869 \cdot 0,1131 = 0,9872;$$

5) нормальный фенотип представлен доминантными гомозиготами ( $AA$ ) и гетерозиготами ( $Aa$ );

6) доля погибших особей (90% особей с альбинизмом):  
 $0,9 \cdot 0,0128 = 0,0115$

ИЛИ

6) доля выживших особей (10% с альбинизмом и все с нормальным фенотипом):

$$0,1 \cdot 0,0128 + 0,9872 = 0,9885$$

7) доля гетерозиготных носителей (генотип  $Aa$ ) мутантного аллеля непосредственно после гибели альбиносов:

$$2pq/0,9885 = 2 \cdot 0,8869 \cdot 0,1131/0,9885 = 0,2030 (0,2029)$$

ИЛИ

$$2pq/(1 - 0,0115) = 2 \cdot 0,8868 \cdot 0,1132/0,9885 = 0,2030 (0,2029);$$

8) естественный отбор.

## Неравновесная популяция

В популяции растений ночной красавицы (*Mirabilis jalapa*) 96 растений имеют ярко-красную окраску венчика, а 54 — белую. Рассчитайте частоты аллелей красной и белой окрасок в популяции. Какими были бы частоты всех генотипов, если бы популяция находилась в равновесии? Если представить, что все условия равновесной популяции начнут выполняться, то за сколько поколений популяция придёт в равновесие?

### **Элементы ответа:**

- 1) частота растений с ярко-красной окраской венчика (генотип AA) составляет  $96 / 150 = 0,64$ ;
- 2) частота растений с белой окраской венчика (генотип aa) составляет  $54 / 150 = 0,36$ ;
- 3) аллель A в популяции представлен только в красных растениях, а аллель a только в белых;
- 4) частота аллеля A = p = 0,64;
- 5) частота аллеля a = q = 0,36;
- 6) равновесные частоты генотипов  
 $f(AA) = p^2 = 0,4096$ ;  $f(aa) = q^2 = 0,1296$ ;  $f(Aa) = 2pq = 0,4608$ ;
- 7) за одно поколение.

В популяции норок темная окраска неполностью доминирует над белой, и она состоит только из гомозиготных особей: 70 особей имеют темную окраску, 33 — белую окраску. Рассчитайте частоты аллелей темной и белой окрасок в популяции. Какими были бы частоты всех генотипов, если бы популяция находилась в равновесии? Если представить, что все условия равновесной популяции начнут выполняться, то за сколько поколений популяция придёт в равновесие? Какой процент серых норок появится в популяции в первом поколении? Ответ поясните.

**Элементы ответа:**

- 1) частота особей с темной окраской (частота генотипа AA) составляет: 0,68 (70 / 103);
- 2) частота особей с белой окраской (частота генотипа aa) составляет: 0,32 (33 / 103);
- 3) аллель A в популяции представлен только у темных норок, аллель a — только у белых;
- 4) частота аллеля A = p = 0,68 (70 x 2 = 140 / 206 аллелей (так как всего 103 диплоидных особей));
- 5) частота аллеля a = q = 0,32; (33 x 2 = 66 / 206 = 0,32);
- 6) равновесные частоты генотипов:  $f(AA) = p^2 = 0,4624$ ;  $f(aa) = q^2 = 0,1024$ ;  $f(Aa) = 2pq = 0,4352$ ;
- 7) за одно поколение;
- 8) серые норки гетерозиготные, поэтому их количество составит 43,52%.

В популяции имеется три генотипа по аутосомному гену в соотношении 9 AA: 6 Aa: 1 aa. Рассчитайте частоты доминантных и рецессивных аллелей, частоты всех возможных генотипов. Соответствует ли такое соотношение равновесию в популяции, выражаемому формулой Харди-Вайнберга? Ответ поясните.

- 1) находим общее число частей:  $9+6+1=16$
- 2) частота генотипа  $q^2(aa)=1/16=0,0625$
- 3) частота аллеля  $a - q = 0,25$  (25%)
- 4) частота генотипа  $p^2(AA)=9/16=0,5625$
- 5) частота аллеля  $A - p = 1 - 0,25 = 0,75$  (75%)
- 6) частота гетерозигот  $2pq(Aa) = 2 \times 0,25 \times 0,75 = 0,375$  (или  $6/16=0,375$ )
- 6) По закону Харди Вайнберга сумма частот аллелей и сумма частот генотипов должна быть равна 1 ( $p(A)+q(a)=1$  и  $p^2(AA) + 2pq(Aa) + q^2(aa)=1$ )
- 8) Сумма частот аллелей  $p+q = 0,75+0,25=1$ , сумма частот генотипов равна 1.
- 9) Соответствует (популяция находится в равновесии Харди-Вайнберга)

**За время кругосветного плавания на корабле расплодилось крысы, образовав популяцию следующего состава: 140 животных с нормальной длиной хвоста (доминантный признак), 105 с укороченным хвостом и 5 без хвоста. Рассчитайте частоты всех генотипов в данной популяции и частоты аллелей нормальной длины хвоста и бесхвостости. Определите, находится ли данная популяция в равновесии Харди-Вайнберга. Ответ поясните.**

1) частота генотипа AA (крысы с нормальной длиной хвоста) составляет:  $140/(140 + 105 + 5) = 140/250 = 0,56$ ;

2) частота генотипа Aa (крысы с укороченным хвостом) составляет:  $105/(140 + 105 + 5) = 105/250 = 0,42$ ;

3) частота генотипа aa (крысы без хвоста) составляет:  $5/(140 + 105 + 5) = 5/250 = 0,02$ ;

4) аллель A в популяции будет передаваться во всех гаметах крыс с нормальным хвостом и в половине гамет короткохвостых крыс, аллель a - во всех гаметах бесхвостых крыс и в половине гамет короткохвостых крыс;

5) частота аллеля нормальной длины хвоста  $A = p = 0,56 + 0,42/2 = 0,77$ ;

6) частота аллеля бесхвостости  $a = q = 0,02 + 0,42/2 = 0,23$ ;

7) равновесные частоты генотипов:  $f(AA) = p^2 = 0,5929$ ,  $f(aa) = q^2 = 0,0529$ ,  $f(Aa) = 2pq = 0,3542$ ;

8) популяция не находится в равновесии Харди-Вайнберга;

так как фактические частоты генотипов не соответствуют равновесным.

*Закон стабилизирующего скрещивания, или закон Пирсона:* при любом исходном соотношении частот гомозигот и гетерозигот при первом скрещивании внутри популяции устанавливается состояние равновесия, если исходные частоты аллелей одинаковы у обоих полов.

Годовой курс Neofamily по биологии 2026

Подготовка в спокойном темпе на 80+

преподаватели биологии

Предзаказ по самым  
низким ценам!

3 веба / в нед

83 — средний балл

Практика в дз и пробниках

Подробнее



Биология

1 КРУПНЫЙ ТГ-канал



Войти

Регистрация



Банк заданий



Варианты ЕГЭ



Умный справочник



Чат с методистом



Нейротест

Банк заданий > Биология

# Банк заданий ЕГЭ-2026: Биология

+ Создать вариант



Раздел

Тема

Показать

Часть

Линия

Источник

Поиск





Спасибо за внимание!

ЦНПМ