

**РАССМОТРЕНО**  
Руководитель ШМО

МБОУ «Гимназия №179-цо»  
г. Казани  
Протокол №1 от 28.08.2023 г.

**СОГЛАСОВАНО**  
Заместитель руководителя по УР  
МБОУ «Гимназия №179-цо»  
г. Казани

Введено в действие приказом  
№92/О от 29.08.2023 г.

**УТВЕРЖДЕНО**  
Директор  
МБОУ «Гимназия №179-цо»  
г. Казани  
Э.В. Наумова  
Введено в действие приказом  
№92/О от 29.08.2023 г.



## **ПРОГРАММА**

### **ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА ПО БИОЛОГИИ**

**«Решение биологических задач»**  
( 10 класс)

МБОУ «Гимназия №179- центр образования»  
Ново-Савиновского района г. Казани

Принято на заседании  
педагогического совета  
протокол № 1  
от «28» августа 2020 г.

**Планируемые результаты**  
*Личностные результаты:*

- ориентация обучающихся на реализацию позитивных жизненных перспектив, инициативность, креативность, готовность и способность к личностному самоопределению, способность ставить цели и строить жизненные планы;
- готовность и способность обучающихся к отстаиванию личного достоинства, собственного мнения, готовность и способность вырабатывать собственную позицию;
- развитие компетенций сотрудничества со сверстниками.
- готовность к научно-техническому творчеству, владение достоверной информацией о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества;
- готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию.

#### ***Метапредметные результаты***

##### **Регулятивные УУД :**

- составлять (индивидуально или в группе) план решения проблемы;
- работая по плану, сверять свои действия с целью и, при необходимости, исправлять ошибки самостоятельно; • в диалоге с учителем совершенствовать самостоятельно выработанные критерии оценки;
- называть трудности, с которыми столкнулся при решении задачи, и предлагать пути их преодоления.
- выдвигать версии решения проблемы, осознавать конечный результат, выбирать из предложенных и искать самостоятельно средства достижения цели;
- самостоятельно ставить новые учебные цели и задачи;
- самостоятельно строить жизненные планы во временной перспективе;
- при планировании достижения целей самостоятельно и адекватно учитывать условия и средства их достижения.

##### **Познавательные УУД :**

- критически оценивать и интерпретировать информацию с разных позиций, распознавать и фиксировать противоречия в информационных источниках;
- искать и находить обобщенные способы решения задач, в том числе, осуществлять развернутый информационный поиск и ставить на его основе новые (учебные и познавательные) задачи.
- находить и приводить критические аргументы в отношении действий и суждений другого; спокойно и разумно относиться к критическим замечаниям в отношении собственного суждения, рассматривать их как ресурс собственного развития;
- выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия;
- находить и приводить критические аргументы в отношении действий и суждений другого; спокойно и разумно относиться к критическим замечаниям в отношении собственного суждения, рассматривать их как ресурс собственного развития.

##### **Коммуникативные УУД**

- осуществлять деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми (как внутри образовательной организации, так и за ее пределами), подбирать партнеров для деловой коммуникации исходя из соображений результативности взаимодействия, а не личных симпатий;
- при осуществлении групповой работы быть как руководителем, так и членом команды в разных ролях (генератор идей, критик, исполнитель, выступающий, эксперт и т.д.).
- координировать и выполнять работу в условиях реального, виртуального и комбинированного взаимодействия;
- развернуто, логично и точно излагать свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств;

- распознавать конфликтогенные ситуации и предотвращать конфликты до их активной фазы, выстраивать деловую и образовательную коммуникацию, избегая личностных оценочных суждений.

### **Предметные результаты освоения курса**

#### **Выпускник научится:**

- Использовать общие приемы работы с тестовыми заданиями различной сложности, ориентироваться в программном материале, уметь четко формулировать свои мысли.
- Уметь правильно распределять время при выполнении тестовых работ.
- Обобщать и применять знания о клеточно-организменном уровне организации жизни.
- Обобщать и применять знания о многообразии организмов. Выпускник получит возможность научиться:
- Сопоставлять особенности строения и функционирования организмов разных царств.
- Сопоставлять биологические объекты, процессы, явления, проявляющихся на всех уровнях организации жизни.
- Устанавливать последовательность биологических объектов, процессов, явлений.
- Применять биологические знания в практических ситуациях (практико-ориентированное задание).
- Работать с текстом или рисунком.
- Обобщать и применять знания в новой ситуации.
- Решать задачи по цитологии базового уровня и повышенного на применение знаний в новой ситуации.
- Решать задачи по генетике базового уровня и повышенного на применение знаний в новой ситуации.
- Решать задачи молекулярной биологии базового уровня и повышенного на применение знаний в новой ситуации

#### **Выпускник получит возможность научиться:**

- выдвигать гипотезы, планировать работу, отбирать и преобразовывать необходимую информацию, проводить эксперименты, интерпретировать результаты, делать выводы на основе полученных результатов;
- прогнозировать последствия собственных исследований с учетом этических норм и экологических требований;
- анализировать и использовать в решении задач информацию о современных исследованиях в биологии, медицине и экологии;
- использовать приобретенные компетенции в практической деятельности и повседневной жизни, для приобретения опыта деятельности, предшествующей профессиональной, в основе которой лежит биология как учебный предмет.

### **Содержание программы курса**

#### **Введение**

Значение генетики и молекулярной биологии для современного человека. Современные проблемы генетики в области медицины, сельского хозяйства, производства продуктов питания, медицинской и судебной экспертизы, клонирования, геной инженерии. Достижения, возможности и перспективы науки. Международный проект «Геном человека». Методы генетики. Приёмы интеграции элементов комбинаторики, высшей математики, статистики в решении задач по генетике. **Теорема сложения вероятностей. Теорема умножения вероятностей. Генетические события (появление хромосом, аллелей, генов, генотипов, фенотипов и т.д.) как равновероятные независимые совместные и несовместные.** Генетические символы и термины.

### **Молекулярная биология**

### **Основные носители наследственности**

Актуализация теоретических знаний. Нуклеиновые кислоты. Строение, свойства и функции ДНК. Правило Чаргаффа, комплементарность. Строение и виды РНК. Генетический код и его свойства. Матричные реакции: редупликация, транскрипция, трансляция. Генные мутации, сдвиг рамки считывания, транзиции, трансверсии. Энергетический обмен, метаболизм, анаболизм, катаболизм, ассимиляция, диссимиляция; этапы энергетического обмена: подготовительный, гликолиз, клеточное дыхание.

#### **Тематика задач:**

1. Определение нуклеотидной последовательности ДНК и РНК по заданной цепочке в молекуле ДНК.
2. Восстановление нуклеотидной последовательности в молекуле ДНК по одной из цепей полипептида.
3. Определение аминокислотной последовательности в молекуле белка по заданному участку гена.
4. Расчет процентного содержания и видового состава пуринов и пиримидинов в молекулах ДНК и РНК.
5. Определение длины цепи молекул ДНК, РНК.
6. Расчет количества и молекулярной массы ДНК, РНК.

### **Классические законы Г. Менделя**

Актуализация теоретических знаний. Моногибридное скрещивание, дигибридное и полигибридное скрещивание. Законы Менделя. Анализирующее скрещивание. Неполное доминирование (опыты Менделя с ночной красавицей). Закон (гипотеза) чистоты гамет. Ген, фен генотип, фенотип, аллель, доминирование, рецессивный, гомозигота, гетерозигота, локус, альтернативный признак, решётка Пеннета.

#### **Тематика задач:**

1. Моногибридное скрещивание. Первый закон Менделя.
2. Дигибридное и полигибридное скрещивание. Второй и третий законы Менделя.
3. Анализирующее и возвратное скрещивание.
4. Неполное (промежуточное) наследование.

### **Взаимодействие генов**

Актуализация теоретических знаний Типы неаллельного взаимодействия генов комплементарность, эпистаз, полимерия, множественное действие генов, кодоминирование на примере наследования групп крови.

#### **Тематика задач:**

1. Комплементарное взаимодействие генов (комплементарность)
2. Эпистаз.
3. Полимерия
4. Плейотропия
5. Кодоминирование.

### **Наследование, сцепленное с полом**

Актуализация теоретических знаний Хромосомное определение пола, аутосомы, гетерохромосомы, гомогаметный и гетерогаметный пол, гемизиготность.

#### **Тематика задач:**

1. наследование признаков, сцепленных с полом

### **Сцепление генов. Кроссинговер. Генетические карты (4 часа)**

Актуализация теоретических знаний Хромосомная теория наследственности, опыты Бэтсона У., Пеннета Г., Моргана Т., закон Моргана. Кроссинговер и группы сцепления, генетические карты хромосом.

#### **Тематика задач:**

1. определение расстояния между генами;

2. определение вероятности фенотипов потомства, если гены локализованы в одной хромосоме;
3. определение вероятности фенотипов потомства, если гены локализованы в одной хромосоме, но кроссинговер при этом не происходит.

### Генетика популяций

Закон Харди – Вайнберга: лекция «Вслед за Харди и Вайнбергом, решение задач по генетике популяций».

### Тематическое планирование

№п/п	Тема урока	Количество часов
1	Введение	2
2	Молекулярная биология	3
3	Классические законы Менделя	3
4	Взаимодействие генов	2
5	Наследование, сцепленное с полом	2
6	Сцепление генов. Кроссинговер. Генетические карты	2
7	Генетика популяций	2
8	Повторение	1
	Всего часов	17

## Подборка задач по темам и разделам курса для 10 класса

### Введение

В современной генетике можно ставить и решать задачи как в физике и химии.

Рассмотрим решение генетических задач на конкретном примере.

Пример

*Кареглазая женщина-правша вышла замуж за кареглазого мужчину-правшу. У них родился голубоглазый ребёнок-левша. Какие дети могут появиться у них в дальнейшем? (если ген А отвечает за количество красящего пигмента в радужной оболочке глаза, ген В - за активное владение правой рукой)*

Определим понятия, которые станут для нас базовыми при решении задачи: ген, фен, аллель, доминантный, рецессивный, генотип, фенотип.

Вспомним условные обозначения, используемых при решении задач:

-женский пол

-мужской пол

P - родители

F - дети

F1 - первое поколение потомков

F2 - второе поколение потомков

Составим схему решения задачи:

P:	AaBb	X	AaBb
	кареглазая правша		кареглазая правша
Гаметы	AB		AB
	Ab		Ab
	aB		aB
	ab		ab
	яйцеклетки		сперматозоиды
F1	aabb		
	голубоглазый левша		

Рассмотрим все возможные гибриды, возникающие при скрещивании гамет с помощью решётки, предложенной Р.К. Пеннетом

Расчеты с помощью решётки Пеннета довольно просты. С увеличением числа признаков и их размерностей такой метод становится трудоёмким. Прибегают к методам комбинаторики и простейшим формулам из теории вероятностей. Для чего важно определить какие события следует считать **независимыми**, а какие **равновероятными**. Появление разных фенотипов и генотипов- равновероятные несовместимые независимые события, а появление разного сочетания признаков (аллелей) – совместные независимые события.

В дальнейшем нам потребуются две простейшие теоремы теории вероятностей.

**Теорема сложения вероятностей** Вероятность наступления двух несовместных независимых событий (А и В) равна сумме вероятностей наступления каждого из этих событий в отдельности.

$$P(A + B) = P(A) + P(B)$$

**Теорема умножения вероятностей** Вероятность наступления двух совместных или следующих друг за другом независимых событий (А и В) равна произведению вероятностей наступления каждого из этих событий в отдельности.

$$P(A \times B) = P(A) \times P(B)$$

Сорта гамет образуются в равных количествах, т.е. по  $\frac{1}{4}$  каждого из четырёх сортов яйцеклеток и сперматозоидов.

Вероятность появления, например, сочетания гамет АВ и ав составляет

$$P(AB \times ab) = P(AB) \times P(ab) = \frac{1}{4} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{16}$$

Вероятность появления в семье кареглазых левшей:

$$P(AaBb + AaBB + AAaB) = P(AaBb) + P(AaBB) + P(AAaB) = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$$

Вопросы:

1. какова вероятность рождения в семье голубоглазых правшей?
2. какова вероятность рождения в семье кареглазых правшей?
3. какова вероятность рождения в семье голубоглазых левшей?

Повторить определения: ген, аллель, альтернативный, доминантный, рецессивный, гомозигота, гетерозигота, генотип, фенотип, гибрид, единообразие первого поколения. Закон чистоты гамет, 1, 2, 3 законы Менделя.

### *Задачи по молекулярной биологии*

#### Задачи по теме «Белки»

*Необходимые пояснения:*

- средняя молекулярная масса одного аминокислотного остатка принимается за 120
- вычисление молекулярной массы белков:

а

$$M_{\min} = \frac{a}{v} \cdot 100\%$$

в

где  $M_{\min}$  - минимальная молекулярная масса белка,  
а – атомная или молекулярная масса компонента,  
в - процентное содержание компонента

#### **Задача №1.**

Гемоглобин крови человека содержит 0,34% железа. Вычислите минимальную молекулярную массу гемоглобина.

*Решение:*

$$M_{\min} = 56 : 0,34\% \cdot 100\% = 16471$$

#### **Задача №2.**

Альбумин сыворотки крови человека имеет молекулярную массу 68400. Определите количество аминокислотных остатков в молекуле этого белка.

*Решение:*

$$68400 : 120 = 570 \text{ (аминокислот в молекуле альбумина)}$$

#### **Задача №3.**

Белок содержит 0,5% глицина. Чему равна минимальная молекулярная масса этого белка, если  $M_{\text{глицина}} = 75,1$ ? Сколько аминокислотных остатков в этом белке?

*Решение:*

- 1)  $M_{\min} = 75,1 : 0,5\% \cdot 100\% = 15020$
- 2)  $15020 : 120 = 125$  (аминокислот в этом белке)

Задачи по теме «Нуклеиновые кислоты»

*Необходимые пояснения:*

- относительная молекулярная масса одного нуклеотида принимается за 345
- расстояние между нуклеотидами в цепи молекулы ДНК (=длина одного нуклеотида)- 0,34 нм
- Правила Чаргаффа:
  1.  $\sum(A) = \sum(T)$
  2.  $\sum(G) = \sum(C)$
  3.  $\sum(A+G) = \sum(T+C)$

**Задача №4.**

На фрагменте одной нити ДНК нуклеотиды расположены в последовательности: А-А-Г-Т-Ц-Т-А-Ц-Г-Т-А-Т.

Определите процентное содержание всех нуклеотидов в этом гене и его длину.

*Решение:*

- 1) достраиваем вторую нить (по принципу комплементарности)
- 2)  $\sum(A + T + C + G) = 24$ ,  
из них  $\sum(A) = 8 = \sum(T)$

$$\begin{array}{l} 24 - 100\% \\ 8 - x\% \\ \text{отсюда: } x = 33,4\% \end{array}$$

$$\sum(G) = 4 = \sum(C)$$

$$\begin{array}{l} 24 - 100\% \\ 4 - x\% \\ \text{отсюда: } x = 16,6\% \end{array}$$

- 3) молекула ДНК двуцепочечная, поэтому длина гена равна длине одной цепи:  
 $12 \cdot 0,34 = 4,08$  нм

**Задача №5.**

В молекуле ДНК на долю цитидиловых нуклеотидов приходится 18%. Определите процентное содержание других нуклеотидов в этой ДНК.

*Решение:*

- 1)  $C - 18\% \Rightarrow G - 18\%$
- 2) На долю А+Т приходится  $100\% - (18\% + 18\%) = 64\%$ , т.е. по 32%

**Задача №6.**



В молекуле ДНК обнаружено 880 гуаниловых нуклеотидов, которые составляют 22% от общего числа нуклеотидов в этой ДНК. Определите: а) сколько других нуклеотидов в этой ДНК? б) какова длина этого фрагмента?

*Решение:*

1)  $\sum(\Gamma) = \sum(\Psi) = 880$  (это 22%)

На долю других нуклеотидов приходится  $100\% - (22\% + 22\%) = 56\%$ , т.е. по 28%

Для вычисления количества этих нуклеотидов

составляем пропорцию 22% - 880

28% - x

отсюда:  $x = 1120$

2) для определения длины ДНК нужно узнать, сколько всего нуклеотидов содержится в 1 цепи:

$(880 + 880 + 1120 + 1120) : 2 = 2000$

$2000 \cdot 0,34 = 680$  (нм)

### **Задача №7.**

Дана молекула ДНК с относительной молекулярной массой 69000, из них 8625 приходится на долю адениловых нуклеотидов. Найдите количество всех нуклеотидов в этой ДНК. Определите длину этого фрагмента.

*Решение:*

1)  $69000 : 345 = 200$  (нуклеотидов в ДНК)

$8625 : 345 = 25$  (адениловых нуклеотидов в этой ДНК)

$\sum(\Gamma + \Psi) = 200 - (25 + 25) = 150$ , т.е. их по 75.

2) 200 нуклеотидов в двух цепях  $\Rightarrow$  в одной – 100.

$100 \cdot 0,34 = 34$  (нм)

### Задачи по теме «Код ДНК»

### **Задача №8.**

Что тяжелее: белок или его ген?

*Решение:*

Пусть x – количество аминокислот в белке,

тогда масса этого белка –  $120x$ ,

количество нуклеотидов в гене, кодирующем этот

белок –  $3x$

масса этого гена –  $345 \cdot 3x$

$120x < 345 \cdot 3x$

*Ответ:* ген тяжелее белка.

### **Задача №9.**

Последовательность нуклеотидов в начале гена, хранящего информацию о белке инсулине, начинается так: АААЦАЦТГЦТТГТАГАЦ.

Напишите последовательности аминокислот, которой начинается цепь инсулина

*Решение:*

*Генетический код*

<i>Первое основание</i>	<i>Второе основание</i>				<i>Третье основание</i>
	У (А)	Ц (Г)	А (Т)	Г (Ц)	
У (А)	<b>Фен</b> <b>Фен</b> <b>Лей</b> <b>Лей</b>	<b>Сер</b> <b>Сер</b> <b>Сер</b> <b>Сер</b>	<b>Тир</b> <b>Тир</b> <b>-</b> <b>-</b>	<b>Цис</b> <b>Цис</b> <b>-</b> <b>Три</b>	У (А) Ц (Г) А (Т) Г (Ц)
Ц (Г)	<b>Лей</b> <b>Лей</b> <b>Лей</b> <b>Лей</b>	<b>Про</b> <b>Про</b> <b>Про</b> <b>Про</b>	<b>Гис</b> <b>Гис</b> <b>Глн</b> <b>Глн</b>	<b>Арг</b> <b>Арг</b> <b>Арг</b> <b>Арг</b>	У (А) Ц (Г) А (Т) Г (Ц)
А (Т)	<b>Иле</b> <b>Иле</b> <b>Иле</b> <b>Мет</b>	<b>Тре</b> <b>Тре</b> <b>Тре</b> <b>Тре</b>	<b>Асн</b> <b>Асн</b> <b>Лиз</b> <b>Лиз</b>	<b>Сер</b> <b>Сер</b> <b>Арг</b> <b>Арг</b>	У (А) Ц (Г) А (Т) Г (Ц)
Г (Ц)	<b>Вал</b> <b>Вал</b> <b>Вал</b> <b>Вал</b>	<b>Ала</b> <b>Ала</b> <b>Ала</b> <b>Ала</b>	<b>Асп</b> <b>Асп</b> <b>Глу</b> <b>Глу</b>	<b>Гли</b> <b>Гли</b> <b>Гли</b> <b>Гли</b>	У (А) Ц (Г) А (Т) Г (Ц)

*Двадцать аминокислот, входящих в состав белков*

Сокращ. назв.	Аминокислота	Сокращ. назв.	Аминокислота
<b>Ала</b>	Аланин	<b>Лей</b>	Лейцин
<b>Арг</b>	Аргинин	<b>Лиз</b>	Лизин
<b>Асн</b>	Аспарагин	<b>Мет</b>	Метионин
<b>Асп</b>	Аспарагиновая к.	<b>Про</b>	Пролин
<b>Вал</b>	Валин	<b>Сер</b>	Серин
<b>Гис</b>	Гистидин	<b>Тир</b>	Тирозин
<b>Гли</b>	Глицин	<b>Тре</b>	Треонин
<b>Глн</b>	Глутамин	<b>Три</b>	Триптофан
<b>Глу</b>	Глутаминовая к.	<b>Фен</b>	Фенилаланин
<b>Иле</b>	Изолейцин	<b>Цис</b>	Цистеин

*Ответ:*

фенилаланин – валин – аспарагиновая кислота – глутаминовая кислота – гистидин – лейцин.

**Задача №10.**

Вирусом табачной мозаики (РНК - овый вирус) синтезируется участок белка с аминокислотной последовательностью:

Ала – Тре – Сер – Глу – Мет-

Под действием азотистой кислоты (мутагенный фактор) цитозин в результате дезаминирования превращается в урацил. Какое строение будет иметь участок белка вируса табачной мозаики, если все цитидиловые нуклеотиды подвергнутся указанному химическому превращению?

*Решение:*

Ала – Тре – Сер – Глу – Мет  
ГЦУ – АЦГ – АГУ – ГАГ - АУГ  
ГУУ – АУГ – АГУ – ГАГ - АУГ  
Вал – Мет – Сер – Глу – Мет

Задачи по теме «Энергетический обмен»

**Задача №11.**

В процессе энергетического обмена произошло расщепление 7 моль глюкозы, из которых полному подверглось только 2. Определите:

- а) сколько моль молочной кислоты и  $\text{CO}_2$  при этом образовалось?
- б) сколько АТФ при этом синтезировано?
- в) сколько энергии запасено в этих молекулах АТФ?

*Решение:*



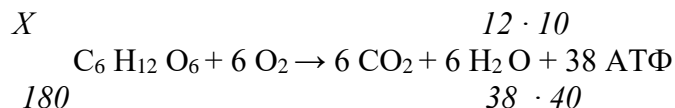
- Ответ:* а) 10 моль  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$  и 12 моль  $\text{CO}_2$   
б)  $10 + 76 = 86$  (моль АТФ)  
в)  $86 \cdot 40 = 3440$  (кДж энергии)  
г) 12 моль  $\text{O}_2$

**Задача №12.**



Мышцы рук при выполнении вольных упражнений расходуют за 1 минуту 12 кДж энергии. Определите: а) сколько всего граммов глюкозы израсходуют мышцы ног за 10 минут, если кислород доставляется кровью к мышцам в достаточном количестве?  
б) накопится ли в мышцах молочная кислота?

*Решение:*



$$X = 120 \cdot 180 : 1520 = 14,2(\text{г})$$

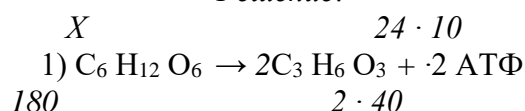
*Ответ:* а) 14,2 г

б) нет, т.к.  $\text{O}_2$  достаточно

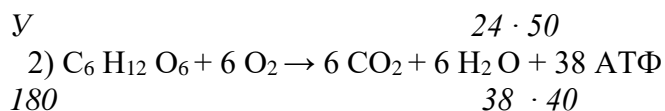
**Задача №15.**

Бегун расходует за 1 минуту 24 кДж энергии. Сколько глюкозы потребуется для бега с такой затратой, если 50 минут в его организме идет полное окисление глюкозы, а 10 минут – гликолиз?

*Решение:*



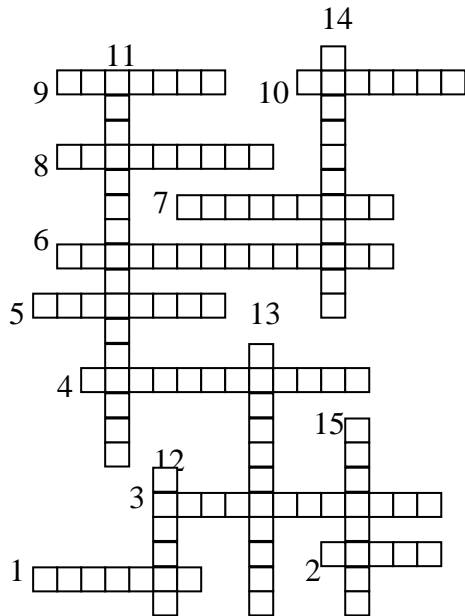
$$X = 240 \cdot 180 : 80 = 540 (\text{г})$$



$$Y = 25 \cdot 50 \cdot 180 : 1520 = 142 (\text{г})$$

$$2) \quad 540 + 142 = 682 (\text{г})$$

Кроссворд «Генетические термины»



1. Совокупность внешних и внутренних признаков организма
2. место расположения гена в хромосоме
3. общее свойство всех организмов приобретать новые признаки в пределах вида
4. особь, в генотипе которой находятся одинаковые аллели одного гена
5. наука о наследственности и изменчивости
6. особь, в генотипе которой находятся разные аллели одного гена
7. объекты, с которыми проводил свои опыты Т. Морган
8. гены, обеспечивающие развитие альтернативных признаков
9. совокупность генов, полученная организмом от родителей
10. основоположник генетики
11. общее свойство всех организмов передавать свои признаки потомкам
12. одна особь гибридного поколения
13. признак, подавляющий другие
14. подавляемый признак
15. хромосомы, по которым у самцов и самок нет различий.

Ответы:

- 1 - генотип, 2 - локус, 3 - изменчивость, 4 - гомозиготная,  
5 – генетика, 6 – гетерозиготная, 7 – дрозофилы,  
8 – аллельные, 9 – генотип, 10 – Мендель,  
11 – наследственность, 12 – гибрид, 13 – доминантный, 14 – рецессивный, 15 –  
аутосомы

### Вариант 1.

У гороха высокий рост доминирует над низким. Гомозиготное растение высокого роста опылили пыльцой гороха низкого роста. Получили 20 растений. Гибридов первого поколения самоопылили и получили 96 растений второго поколения.

1. Сколько различных типов гамет могут образовать гибриды первого поколения?  
А) 1  
Б) 2  
В) 3  
Г) 4
2. Сколько разных генотипов может образоваться во втором поколении?  
А) 1  
Б) 2  
В) 3  
Г) 4
3. Сколько доминантных гомозиготных растений выросло во втором поколении?  
А) 24  
Б) 48  
В) 72  
Г) 96
4. Сколько во втором поколении гетерозиготных растений?  
А) 24  
Б) 48  
В) 72  
Г) 96
5. Сколько растений во втором поколении будут высокого роста?  
А) 24  
Б) 48  
В) 72  
Г) 96

### Вариант 2.

У овса раннеспелость доминирует над позднеспелостью. Гетерозиготное раннеспелое растение скрестили с позднеспелым. Получили 28 растений.

1. Сколько различных типов гамет образуется у раннеспелого родительского растения?  
А) 1  
Б) 2  
В) 3  
Г) 4
2. Сколько различных типов гамет образуется у позднеспелого родительского растения?  
А) 1  
Б) 2  
В) 3  
Г) 4
3. Сколько гетерозиготных растений будет среди гибридов?  
А) 28

- Б) 21  
В) 14  
Г) 7
4. Сколько среди гибридов будет раннеспелых растений?  
А) 28  
Б) 21  
В) 14  
Г) 7
5. Сколько разных генотипов будет у гибридов?  
А) 1  
Б) 2  
В) 3  
Г) 4

### Вариант 3.

У гороха гладкие семена – доминантный признак, морщинистые – рецессивный. При скрещивании двух гомозиготных растений с гладкими и морщинистыми семенами получено 8 растений. Все они самоопылились и во втором поколении дали 824 семени.

1. Сколько растений первого поколения будут гетерозиготными?  
А) 2  
Б) 4  
В) 6  
Г) 8
2. Сколько разных фенотипов будет в первом поколении?  
А) 1  
Б) 2  
В) 3  
Г) 4
3. Сколько различных типов гамет могут образовать гибриды первого поколения?  
А) 1  
Б) 2  
В) 3  
Г) 4
4. Сколько семян во втором поколении будут гетерозиготными?  
А) 206  
Б) 412  
В) 618  
Г) 824
5. Сколько во втором поколении будет морщинистых семян?  
А) 206  
Б) 412  
В) 618  
Г) 824

### Вариант 4.



У моркови оранжевая окраска корнеплода доминирует над жёлтой. Гомозиготное растение с оранжевым корнеплодом скрестили с растением, имеющим жёлтый корнеплод. В первом поколении получили 15 растений. Их самоопылили и во втором поколении получили 120 растений.

1. Сколько различных типов гамет может образовывать родительское растение с оранжевым корнеплодом?

- А) 1
- Б) 2
- В) 3
- Г) 4

2. Сколько растений с жёлтым корнеплодом вырастет во втором поколении?

- А) 120
- Б) 90
- В) 60
- Г) 30

3. Сколько во втором поколении будет гетерозиготных растений?

- А) 120
- Б) 90
- В) 60
- Г) 30

4. Сколько доминантных гомозиготных растений будет во втором поколении?

- А) 120
- Б) 90
- В) 60
- Г) 30

5. Сколько растений из второго поколения будет с оранжевым корнеплодом? А) 120

- Б) 90
- В) 60
- Г) 30

**ОТВЕТЫ:**

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
<b>1. б</b>	<b>1. б</b>	<b>1. г</b>	<b>1. а</b>
<b>2. в</b>	<b>2. а</b>	<b>2. а</b>	<b>2. г</b>
<b>3. а</b>	<b>3. в</b>	<b>3. б</b>	<b>3. в</b>
<b>4. б</b>	<b>4. в</b>	<b>4. б</b>	<b>4. г</b>
<b>5. в</b>	<b>5. б</b>	<b>5. а</b>	<b>5. б</b>

*(решение задач на дигибридное скрещивание)*

**Вариант 1.**

У гороха высокий рост доминирует над карликовым, гладкая форма семян – над морщинистой. Гомозиготное высокое растение с морщинистыми семенами скрестили с гетерозиготным растением, имеющим гладкие семена и карликовый рост. Получили 640 растений.

1. Сколько будет среди гибридов высоких растений с гладкими семенами?  
А) нет  
Б) 160  
В) 640  
Г) 320
2. Сколько разных типов гамет может образовать родительское растение с гладкими семенами и карликовым ростом?  
А) 1  
Б) 2  
В) 3  
Г) 4
3. Сколько среди гибридов будет низкорослых растений с гладкими семенами?  
А) 320  
Б) 640  
В) 160  
Г) нет
4. Сколько разных генотипов будет у гибридов?  
А) 1  
Б) 2  
В) 3  
Г) 4
5. Сколько гибридных растений будет высокого роста?  
А) 160  
Б) нет  
В) 640  
Г) 320

**Вариант 2.**

У кур оперённые ноги доминируют над неоперёнными, а гороховидный гребень – над простым. Скрестили дигетерозиготных кур и гомозиготных петухов с простыми гребнями и оперёнными ногами. Получили 192 цыплёнка.

1. Сколько типов гамет образует курица?  
А) 1  
Б) 2  
В) 3  
Г) 4
2. Сколько разных генотипов будет у цыплят?  
А) 1  
Б) 2  
В) 4  
Г) 16
3. Сколько цыплят будут с оперёнными ногами?

- A) 192  
Б) 144  
В) 96  
Г) 48
4. Сколько цыплят будет с оперёнными ногами и простыми гребнями? А) 192  
Б) 144  
В) 96  
Г) 48
5. Сколько разных фенотипов будет у гибридов?  
А) 1  
Б) 2  
В) 3  
Г) 4

### Вариант 3.

У кур укороченные ноги доминируют над нормальными, а гребень розовидной формы – над простым. В результате скрещивания гетерозиготной по этим признакам курицы и петуха с нормальными ногами и простым гребнем получено 80 цыплят.

1. Сколько разных типов гамет может образовать курица?  
А) 1  
Б) 2  
В) 3  
Г) 4
2. Сколько разных типов гамет может образоваться у петуха?  
А) 1  
Б) 2  
В) 3  
Г) 4
3. Сколько различных генотипов будет у гибридов?  
А) 4  
Б) 8  
В) 12  
Г) 16
4. Сколько цыплят будет с нормальными ногами и простым гребнем?  
А) 80  
Б) 60  
В) 40  
Г) 20
5. Сколько цыплят будет с розовидными гребнями?  
А) 80  
Б) 60  
В) 40  
Г) 20

### Вариант 4.

У коров комолость (безрогость) доминирует над рогатостью, а чёрная масть – над рыжей. Чистопородного комолого быка чёрной масти скрестили с дигетерозиготными коровами. Получили 64 телёнка.

1. Сколько разных типов гамет образует бык?
  - А) 1
  - Б) 2
  - В) 3
  - Г) 4
1. Сколько разных типов гамет образует корова?
  - А) 1
  - Б) 2
  - В) 3
  - Г) 4
2. Сколько различных фенотипов образуется при этом скрещивании?
  - А) 1
  - Б) 4
  - В) 8
  - Г) 16
3. Сколько различных генотипов будет у телят?
  - А) 1
  - Б) 2
  - В) 3
  - Г) 4
4. Сколько будет комолых чёрных дигетерозиготных телят?
  - А) 64
  - Б) 48
  - В) 32
  - Г) 16
5. Сколько будет комолых чёрных дигетерозиготных телят?
  - А) 64
  - Б) 48
  - В) 32
  - Г) 16

**ОТВЕТЫ:**

Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
1. г	1. г	1. г	1. а
2. б	2. в	2. а	2. г
3. г	3. а	3. а	3. а
4. б	4. в	4. г	4. г
5. в	5. б	5. в	5. г

*Задачи на моногибридное скрещивание.*

### **Задача 1.**

Какие пары наиболее выгодно скрещивать для получения платиновых лисиц, если платиновость доминирует над серебристостью, но в гомозиготном состоянии ген платиновости вызывает гибель зародыша?

*Ответ:* наиболее выгодно скрещивать серебристых и платиновых гетерозиготных лисиц.

### **Задача 2.**

При скрещивании двух белых тыкв в первом поколении  $\frac{3}{4}$  растений были белыми, а  $\frac{1}{4}$  - желтыми. Каковы генотипы родителей, если белая окраска доминирует над желтой?

*Ответ:* родительские растения гетерозиготны.

### *Задачи на дигибридное скрещивание.*

#### **Задача 3.**

Если женщина с веснушками (доминантный признак) и волнистыми волосами (доминантный признак), у отца которой были прямые волосы и не было веснушек, выйдет замуж за мужчину с веснушками и прямыми волосами (оба его родителя с такими же признаками), то какими могут быть у них дети?

*Ответ:* все дети в этой семье будут с веснушками, а вероятность рождения их с прямыми и волнистыми волосами – по 50%

#### **Задача 4.**

Каковы генотипы родительских растений, если при скрещивании красных томатов (доминантный признак) грушевидной формы (рецессивный признак) с желтыми шаровидными получилось: 25% красных шаровидных, 25% красных грушевидных, 25% желтых шаровидных, 25% желтых грушевидных?

*Ответ:* генотипы родительских растений Аавв и ааВв.

### *Задачи на неполное доминирование.*

#### **Задача 5.**

При скрещивании между собой чистопородных белых кур потомство оказывается белым, а при скрещивании черных кур – черным. Потомство от белой и черной особи оказывается пестрым. Какое оперение будет у потомков белого петуха и пестрой курицы?

*Ответ:* половина цыплят будет белых, а половина пестрых

#### **Задача 6.**

Растения красноплодной земляники при скрещивании между собой всегда дают потомство с красными ягодами, а растения белоплодной земляники – с белыми. В результате скрещивания этих сортов друг с другом получают розовые ягоды. Какое возникнет потомство при скрещивании между собой гибридов с розовыми ягодами?

*Ответ:* половина потомков будет с розовыми ягодами и по 25% с белыми и красными.

### *Задачи на наследование групп крови.*

**Задача 7.**

Какие группы крови могут быть у детей, если у обоих родителей 4 группа крови?

*Ответ:* вероятность рождения детей с 4 группой крови – 50%, со 2 и 3 – по 25%.

**Задача 8.**

Можно ли переливать кровь ребёнку от матери, если у неё группа крови АВ, а у отца – О?

*Ответ:* нельзя.

**Задача 9.**

У мальчика 4 группа крови, а у его сестры – 1. Каковы группы крови их родителей?

*Ответ:* 2 и 3.

**Задача 10.**

В родильном доме перепутали двух мальчиков (Х и У). У Х – первая группа крови, у У – вторая. Родители одного из них с 1 и 4 группами, а другого – с 1 и 3 группами крови. Кто чей сын?

*Ответ:* у Х родители с 1 и 3 группами, у У – с 1 и 4.

*Задачи на наследование, сцепленное с полом.*

**Задача 11.**

У попугаев сцепленный с полом доминантный ген определяет зелёную окраску оперенья, а рецессивный – коричневую. Зелёного гетерозиготного самца скрещивают с коричневой самкой. Какими будут птенцы?

*Ответ:* половина самцов и самок будут зелеными, половина – коричневыми.

**Задача 12.**

У дрозофилы доминантный ген красной окраски глаз и рецессивный белой окраски глаз находятся в Х - хромосоме. Какой цвет глаз будет у гибридов первого поколения, если скрестить гетерозиготную красноглазую самку и самца с белыми глазами?

*Ответ:* вероятность рождения самцов и самок с разным цветом глаз – по 50%.

**Задача 13.**

У здоровых по отношению к дальтонизму мужа и жены есть

- сын, страдающий дальтонизмом, у которого здоровая дочь,
- здоровая дочь, у которой 2 сына: один дальтоник, а другой – здоров,
- здоровая дочь, у которой пятеро здоровых сыновей

Каковы генотипы этих мужа и жены?

*Ответ:* генотипы родителей  $X^D X^d$ ,  $X^D Y$ .

**Задача 14.**

Кошка черепаховой окраски принесла котят черной, рыжей и черепаховой окрасок. Можно ли определить: черный или рыжий кот был отцом этих котят?

*Ответ:* нельзя.

*Комбинированные задачи*

### **Задача 15.**

У крупного рогатого скота ген комолости доминирует над геном рогатости, а чалая окраска шерсти формируется как промежуточный признак при скрещивании белых и рыжих животных. Определите вероятность рождения телят, похожими на родителей от скрещивания гетерозиготного комолого чалого быка с белой рогатой коровой.

*Ответ:* вероятность рождения телят, похожими на родителей – по 25%.

### **Задача 16.**

От скрещивания двух сортов земляники (один с усами и красными ягодами, другой безусый с белыми ягодами) в первом поколении все растения были с розовыми ягодами и усами. Можно ли вывести безусый сорт с розовыми ягодами, проведя возвратное скрещивание?

*Ответ:* можно, с вероятностью 25% при скрещивании гибридных растений с безусым родительским растением, у которого белые ягоды.

### **Задача 17.**

Мужчина с резус-отрицательной кровью 4 группы женился на женщине с резус-положительной кровью 2 группы (у её отца резус-отрицательная кровь 1 группы). В семье 2 ребенка: с резус-отрицательной кровью 3 группы и с резус-положительной кровью 1 группы. Какой ребенок в этой семье приемный, если наличие у человека в эритроцитах антигена резус-фактора обусловлено доминантным геном?

*Ответ:* приемный ребенок с 1 группой крови.

### **Задача 18.**

В одной семье у кареглазых родителей родилось 4 детей: двое голубоглазых с 1 и 4 группами крови, двое – кареглазых со 2 и 4 группами крови. Определите вероятность рождения следующего ребенка кареглазым с 1 группой крови.

*Ответ:* генотип кареглазого ребенка с 1 группой крови  $A^* I^0 I^0$ , вероятность рождения такого ребенка  $3/16$ , т.е. 18,75%.

### **Задача 19.**

Мужчина с голубыми глазами и нормальным зрением женился на женщине с карими глазами и нормальным зрением (у всех её родственников были карие глаза, а её брат был дальтоником). Какими могут быть дети от этого брака?

*Ответ:* все дети будут кареглазыми, все дочери с нормальным зрением, а вероятность рождения сыновей с дальтонизмом – 50%.

### **Задача 20.**

У канареек сцепленный с полом доминантный ген определяет зеленую окраску оперенья, а рецессивный – коричневую. Наличие хохолка зависит от аутосомного доминантного гена, его отсутствие – от аутосомного рецессивного гена. Оба родителя зеленого цвета с хохолками. У них появились 2 птенца: зеленый самец с хохолком и коричневая без хохолка самка. Определите генотипы родителей.

*Ответ:* Р: ♀  $X^3 Y Aa$ ; ♂  $X^3 X^K Aa$ .

### **Задача 21.**

Мужчина, страдающий дальтонизмом и глухотой женился на хорошо слышащей женщине с нормальным зрением. У них родился сын глухой и страдающий дальтонизмом и дочь с хорошим слухом и страдающая дальтонизмом. Возможно ли рождение в этой семье дочери с обеими аномалиями, если глухота – аутосомный рецессивный признак?

*Ответ:* вероятность рождения дочери с обеими аномалиями 12,5%.

#### Задачи на взаимодействие генов

##### Задача 22.

Форма гребня у кур определяется взаимодействием двух пар неаллельных генов: ореховидный гребень определяется взаимодействием доминантных аллелей этих генов, сочетание одного гена в доминантном, а другого в рецессивном состоянии определяет развитие либо розовидного, либо гороховидного гребня, особи с простым гребнем являются рецессивными по обоим аллелям. Каким будет потомство при скрещивании двух дигетерозигот?

Дано:

A\*B\* - ореховидн.  
A\*vv – розовидный  
aaV\* - гороховидн.  
aavv – простой

P: ♀ AaVv  
♂ AaVv

*Ответ:*

9/16 – с ореховидными,  
3/16 – с розовидными,  
3/16 – с гороховидными,  
1/16 – с простыми гребнями

##### Задача 23.

Коричневая окраска меха у норок обусловлена взаимодействием доминантных аллелей. Гомозиготность по рецессивным аллелям одного или двух этих генов даёт платиновую окраску. Какими будут гибриды от скрещивания двух дигетерозигот?

Дано:

A\*B\* - коричневая  
A\*vv – платиновая  
aaV\* - платиновая  
aavv – платиновая

P: ♀ AaVv  
♂ AaVv

*Ответ:*

9/16 – коричневых,  
7/16 платиновых норок.

##### Задача 24.

У люцерны наследование окраски цветков – результат комплементарного взаимодействия двух пар неаллельных генов. При скрещивании растений чистых линий с пурпурными и желтыми цветками в первом поколении все растения были с зелёными цветками, во втором поколении произошло расщепление: 890 растений выросло с зелёными цветками, 306 – с жёлтыми, 311 – с пурпурными и 105 с белыми. Определите генотипы родителей.

*Ответ:* AAвв и aaВВ.



**Задача 25.**

У кроликов рецессивный ген отсутствия пигмента подавляет действие доминантного гена наличия пигмента. Другая пара аллельных генов влияет на распределение пигмента, если он есть: доминантный аллель определяет серую окраску (т.к. вызывает неравномерное распределение пигмента по длине волоса: пигмент скапливается у его основания, тогда как кончик волоса оказывается лишённым пигмента), рецессивный – чёрную (т.к. он не оказывает влияния на распределение пигмента). Каким будет потомство от скрещивания двух дигетерозигот?

Дано:		
A*B* - серая окраска		Ответ:
A*vv – черная		9/16 серых,
aaB* - белая		3/16 черных,
aavv – белая		4/16 белых крольчат.
P: ♀ AaBv		
♂ AaBv		

**Задача 26.**

У овса цвет зёрен определяется взаимодействием двух неаллельных генов. Один доминантный обуславливает чёрный цвет зёрен, другой – серый. Ген чёрного цвета подавляет ген серого цвета. Оба рецессивных аллеля дают белую окраску. При скрещивании чернозерного овса в потомстве оказалось расщепление: 12 чернозерных : 3 серозерных : 1 с белыми зёрнами. Определите генотипы родительских растений.

Дано:		
A*B* - черная ок.		Ответ:
A*vv – черная		AaBv и AaBv.
aaB* - серая		
aavv – белая		
P: ♀ черная		
♂ черный		
в F <sub>1</sub> – 12 черн,		
3 сер, 1 бел		

**Задача 27.**

Цвет кожи человека определяется взаимодействием генов по типу полимерии: цвет кожи тем темнее, чем больше доминантных генов в генотипе: если 4 доминантных гена – кожа чёрная, если 3 – тёмная, если 2 – смуглая, если 1 – светлая, если все гены в рецессивном состоянии – белая. Негритянка вышла замуж за мужчину с белой кожей. Какими могут быть их внуки, если их дочь выйдет замуж за мулата (AaBb) ?

Дано:  
 черная кожа: AABb  
 темная кожа: AaBb  
                   AABb  
 смуглая кожа: AaBb  
                   AABb  
                   aaBb  
 светлая кожа: Aabb  
                   aaBb  
 белая кожа: aabb

P: ♀ AABb  
      ♂ aabb

Ответ:  
 вероятность рождения внуков  
 с черной кожей – 6,25% ,  
 с темной – 25% ,  
 со смуглой – 37,5% ,  
 со светлой – 25% ,  
 с белой – 6,25% .

**Задача 28.**

Наследование яровости у пшеницы контролируется одним или двумя доминантными полимерными генами, а озимость – их рецессивными аллелями. Каким будет потомство при скрещивании двух дигетерозигот?

Дано:  
 A\*B\* - яровость  
 A\*bb – яровость  
 aab\* - яровость  
 aabb – озимость

P: ♀ AaBb  
      ♂ AaBb

Ответ:  
 15/16 яровых,  
 1/16 – озимых.

*Задачи на анализирующее скрещивание*

**Задача 29.**

Рыжая окраска у лисы – доминантный признак, чёрно-бурая – рецессивный. Проведено анализирующее скрещивание двух рыжих лисиц. У первой родилось 7 лисят – все рыжей окраски, у второй – 5 лисят: 2 рыжей и 3 чёрно-бурой окраски. Каковы генотипы всех родителей?

*Ответ:* самец черно-бурой окраски , самки гомо – и гетерозиготны.

**Задача 30.**

У спаниелей чёрный цвет шерсти доминирует над кофейным, а короткая шерсть – над длинной. Охотник купил собаку чёрного цвета с короткой шерстью и, чтобы быть уверенным, что она чистопородна, провёл анализирующее скрещивание. Родилось 4 щенка:

- 2 короткошерстных чёрного цвета,
- 2 короткошерстных кофейного цвета. Каков генотип купленной охотником собаки?

*Ответ:* купленная охотником собака гетерозиготная по первой аллели.

*Задачи на кроссинговер*

**Задача 31.**

Определите частоту (процентное соотношение) и типы гамет у дигетерозиготной особи, если известно, что гены А и В сцеплены и расстояние между ними 20 Морганид.

*Ответ:* кроссоверные гаметы - Аа и аВ - по 10%,  
некроссоверные – АВ и ав – по 40%

**Задача 32.**

У томатов высокий рост доминирует над карликовым, шаровидная форма плодов – над грушевидной. Гены, ответственные за эти признаки, находятся в сцепленном состоянии на расстоянии 5,8 Морганид. Скрестили дигетерозиготное растение и карликовое с грушевидными плодами. Каким будет потомство?

*Ответ:* 47,1% - высокого роста с шаровидными плодами  
47,1% - карликов с грушевидными плодами  
2,9% - высокого роста с грушевидными плодами,  
2,9% - карликов с шаровидными плодами.

**Задача 33.**

Дигетерозиготная самка дрозофилы скрещена с рецессивным самцом. В потомстве получено АаВв – 49%, Аавв – 1%, ааВв – 1%, аавв – 49%. Как располагаются гены в хромосоме?

*Ответ:* гены наследуются сцеплено, т.е. находятся в 1 хромосоме. Сцепление неполное, т.к. имеются кроссоверные особи, несущие одновременно признаки отца и матери: 1% + 1% = 2%, а это значит, что расстояние между генами 2 Морганиды.

**Задача 34.**

Скрещены две линии мышей: в одной из них животные с извитой шерстью нормальной длины, а в другой – с длинной и прямой. Гибриды первого поколения были с прямой шерстью нормальной длины. В анализирующем скрещивании гибридов первого поколения получено: 11 мышей с нормальной прямой шерстью, 89 – с нормальной извитой, 12 – с длинной извитой, 88 – с длинной прямой. Расположите гены в хромосомах.

*Ответ:* Ав    расстояние между генами 11,5 Морганид  
аВ

**Задача 35** на построение хромосомных карт

Опытами установлено, что процент перекрёста между генами равен:

<p>А) <math>A - B = 1,2\%</math>  <math>B - C = 3,5 \%</math>  <math>A - C = 4,7</math></p>	<p>Б) <math>C - N = 13\%</math>  <math>C - P = 3\%</math>  <math>P - N = 10\%</math>  <math>C - A = 15\%</math>  <math>N - A = 2\%</math></p>
<p>В) <math>P - G = 24\%</math>  <math>R - P = 14\%</math>  <math>R - S = 8\%</math>  <math>S - P = 6\%</math></p>	<p>Г) <math>A - F = 4\%</math>  <math>C - B = 7\%</math>  <math>A - C = 1\%</math>  <math>C - D = 3\%</math>  <math>D - F = 6\%</math>  <math>A - D = 2\%</math>  <math>A - B = 8\%</math></p>

Определите положение генов в хромосоме.

*Необходимые пояснения:* сначала вычерчивают линию, изображающую хромосому. В середину помещают гены с наименьшей частотой рекомбинации, а затем устанавливают местонахождение всех генов, взаимосвязанных между собой в порядке возрастания их частот рекомбинаций

*Ответ:*

А) А между В и С  
 Б) С Н N А  
 Г) DACFB

В) RSP,  
 точное положение гена не может быть установлено -  
 недостаточно информации

*Задачи по генетике популяций.*

### Закон Харди – Вайнберга:

Мы будем рассматривать только так называемые *идеальные* популяции:

- особи диплоидны
- размножаются половым путем
- популяция имеет бесконечно большую численность
- в популяции наблюдается панмиксия (случайное и свободное скрещивание)
- отсутствие естественного отбора.

Рассмотрим в популяции один аутосомный ген, представленный двумя аллелями А и а. Введем обозначения:

N – общее число особей популяции  
 D – число доминантных гомозигот (AA)  
 H – число гетерозигот (Aa)  
 R – число рецессивных гомозигот (aa)

Тогда:  $D(AA) + H(Aa) + R(aa) = N$

Так как особи диплоидны, то число всех аллелей по рассматриваемому гену будет  $2N$ .

Суммарное число аллелей А и а :

$$\begin{aligned} A &= 2D + H \\ a &= H + 2R \end{aligned}$$

Обозначим долю (или частоту) аллеля А через p, а аллеля а – через g, тогда:

$$p = \frac{2D + H}{2N} \qquad g = \frac{H + 2R}{N}$$

Поскольку ген может быть представлен аллелями А или а и никакими другими, то

$$p + g = 1$$

Состояние **популяционного равновесия** математической формулой описали в 1908 году независимо друг от друга математик Дж. Харди в Англии и врач В. Вайнберг в Германии (закон Харди – Вайнберга):

если p - частота гена А, g - частота гена а,

с помощью решетки Пеннета можно представить в обобщенном виде характер распределения аллелей в популяции:

	p (A)	g (a)
p (A)	p <sup>2</sup> (AA)	pg (Aa)
g (a)	pg (Aa)	g <sup>2</sup> (aa)

Соотношение генотипов в описанной популяции:

$$p^2 (AA) : 2pg (Aa) : g^2 (aa)$$

Закон Харди – Вайнберга в простейшем виде:

$$p^2 (AA) + 2pg Aa + g^2 aa = 1$$

### Задача 36

Популяция содержит 400 особей, из них с генотипом AA – 20, Aa – 120 и aa – 260. Определите частоты генов А и а.

Дано:
N = 400
D = 20
H = 120
R = 260
p - ?
g - ?

Решение:

$$p = \frac{2D + H}{2N} = 0,2$$

$$g = \frac{H + 2R}{N} = 0,8$$

Ответ: частота гена А – 0,2, гена а – 0,8

**Задача 37.**

У крупного рогатого скота породы шортгорн рыжая масть доминирует над белой. Гибриды от скрещивания рыжих и белых - чалой масти. В районе, специализирующемся на разведении шортгорнов, зарегистрировано 4169 рыжих животных, 3780 – чалых и 756 белых. Определите частоту генов рыжей и белой окраски скота в данном районе.

Дано
AA – красн.
aa – белая
Aa - чалая
D = 4169
H = 3780
R = 756

p - ?  
g - ?

## Решение

$$p = \frac{2D + H}{2N} = 0,7$$

$$g = \frac{H + 2R}{N} = 0,3$$

*Ответ:* частота гена красной окраски 0,7, а белой – 0,3.

**Задача 38.**

В выборке, состоящей из 84000 растений ржи, 210 растений оказались альбиносами, т.к. у них рецессивные гены находятся в гомозиготном состоянии. Определите частоты аллелей A и a, а также частоту гетерозиготных растений.

Дано
N = 84000
R = 210

p - ?  
g - ?  
2 pg - ?

## Решение

$$g^2 = 210 : 84000 = 0,0025$$

$$g = 0,05$$

$$p = 1 - g = 0,95$$

$$2 pg = 0,095$$

*Ответ:* частота аллеля a – 0,05, частота аллеля Aa – 0,95, частота генотипа Aa – 0,095

**Задача 39.**

Группа особей состоит из 30 гетерозигот. Вычислите частоты генов A и a.

Дано
N = H = 30

p - ?  
g - ?

## Решение

$$p = \frac{2D + H}{2N} = 0,5$$

$$g = 1 - p = 0,5$$

*Ответ:* частота генов A и a - 0,5.

**Задача 40.**

В популяции известны частоты аллелей  $p = 0,8$  и  $g = 0,2$ . Определите частоты генотипов.

Дано
$p = 0,8$
$g = 0,2$

Решение

$$p^2 = 0,64$$

$$g^2 = 0,04$$

$$2pg = 0,32$$

$p^2 - ?$
$g^2 - ?$
$2pg - ?$

*Ответ:* частота генотипа AA – 0,64,  
генотипа aa – 0,04  
генотипа Aa – 0,32.

#### Задача 41.

Популяция имеет следующий состав 0,05 AA, 0,3 Aa и 0,65 aa. Найдите частоты аллелей A и a.

Дано
$p^2 = 0,05$
$g^2 = 0,3$
$2pg = 0,65$
$p - ?$
$g - ?$

Решение

$$p = 0,2$$

$$g = 0,8$$

*Ответ:* частота аллеля A – 0,2,  
аллеля a – 0,8

#### Задача 42.

В стаде крупного рогатого скота 49% животных рыжей масти (рецессив) и 51% чёрной масти (доминанта). Сколько процентов гомо- и гетерозиготных животных в этом стаде?

Дано
$g^2 = 0,49$
$p^2 + 2pg = 0,51$
$p^2 - ?$
$2pg - ?$

Решение

$$p = 1 - g = 0,3$$

$$p^2 = 0,09$$

$$2pg = 0,42$$

*Ответ:* гетерозигот 42%,  
гомозигот по рецессиву – 49%  
гомозигот по доминантне – 9%

#### Задача 43.

Вычислите частоты генотипов AA, Aa и aa (в %), если особи aa составляют в популяции 1% ?

Дано
$g^2 = 0,01$
$p^2 - ?$
$2pg - ?$

Решение

$$g = 0,1$$

$$p = 1 - g = 0,9$$

$$2pg = 0,18$$

$$p^2 = 0,81$$

*Ответ:* в популяции 81% особей с генотипом AA,  
18% с генотипом Aa и 1% с генотипом aa.

*Занимательные генетические задачи*

**Задача 44.** «Сказка про драконов»

У исследователя было 4 дракона: огнедышащая и неогнедышащая самки, огнедышащий и неогнедышащий самцы. Для определения способности к огнедышанию у этих драконов им были проведены всевозможные скрещивания:

1. Огнедышащие родители – всё потомство огнедышащее.
2. Неогнедышащие родители – всё потомство неогнедышащее.
3. Огнедышащий самец и неогнедышащая самка – в потомстве примерно поровну огнедышащих и неогнедышащих дракончиков.
4. Неогнедышащий самец и огнедышащая самка – всё потомство неогнедышащее.

Считая, что признак определяется аутосомным геном, установите доминантный аллель и запишите генотипы родителей.

*Решение:*

- по скрещиванию №4 определяем: А – неогнедыш., а – огнедышащ. => огнедышащие: ♀аа и ♂аа; неогнедышащий самец - ♂АА
- по скрещиванию №3: неогнедышащая самка - ♀Аа.

**Задача 45.** «Консультант фирмы «Коктейль»»

Представьте себе, что вы – консультант небольшой фирмы «Коктейль», что в буквальном переводе с английского означает «петушиный хвост». Фирма разводит экзотические породы петухов ради хвостовых перьев, которые охотно закупают владельцы шляпных магазинов во всём мире. Длина перьев определяется геном А (длинные) и а (короткие), цвет: В – чёрные, в – красные, ширина: С – широкие, с – узкие. Гены не сцеплены. На ферме много разных петухов и кур со всеми возможными генотипами, данные о которых занесены в компьютер. В будущем году ожидается повышенный спрос на шляпки с длинными чёрными узкими перьями. Какие скрещивания нужно провести, чтобы получить в потомстве максимальное количество птиц с модными перьями? Скрещивать пары с абсолютно одинаковыми генотипами и фенотипами не стоит.

*Решение:*

F<sub>1</sub> : А\* В\* СС

1. Р: ♀ ААВВсс x ♂ ааввсс
  2. Р: ♀ ААВВсс x ♂ ААввсс
  3. Р: ♀ ААввсс x ♂ ооВВсс
- и т.д.

**Задача 46.** «Контрабандист»

В маленьком государстве Лисляндии вот уже несколько столетий разводят лис. Меха идёт на экспорт, а деньги от его продажи составляют основу экономики страны. Особенно ценятся серебристые лисы. Они считаются национальным достоянием, и перевозить через границу строжайше запрещено. Хитроумный контрабандист, хорошо учившийся в школе, хочет обмануть таможеню. Он знает азы генетики и предполагает, что серебристая окраска лис определяется двумя рецессивными аллелями гена окраски шерсти. Лисы с хотя бы одним доминантным аллелем – рыжие. Что нужно сделать, чтобы получить серебристых лис на родине контрабандиста, не нарушив законов Лисляндии?



Решение:

- провести анализирующее скрещивание и выяснить: какие рыжие лисы гетерозиготны по аллелям окраски, их перевезти через границу
- на родине контрабандиста их скрестить друг с другом и  $\frac{1}{4}$  потомков будет с серебристой окраски.

**Задача 47.** «Расстроится ли свадьба принца Уно?»

Единственный наследный принц Уно собирается вступить в брак с прекрасной принцессой Беатрис. Родители Уно узнали, что в роду Беатрис были случаи гемофилии. Братьев и сестёр у Беатрис нет. У тёти Беатрис растут два сына – здоровые крепыши. Дядя Беатрис целыми днями пропадает на охоте и чувствует себя прекрасно. Второй же дядя умер ещё мальчиком от потери крови, причиной которой стала глубокая царапина. Дяди, тётя и мама Беатрис – дети одних родителей. С какой вероятностью болезнь может передаться через Беатрис королевскому роду её жениха?

Ответ:

построив предполагаемое генеалогическое древо, можно доказать, что ген гемофилии был в одной из х- хромосом бабушки Беатрис; мать Беатрис могла получить его с вероятностью 0,5, сама Беатрис – с вероятностью 0, 25.

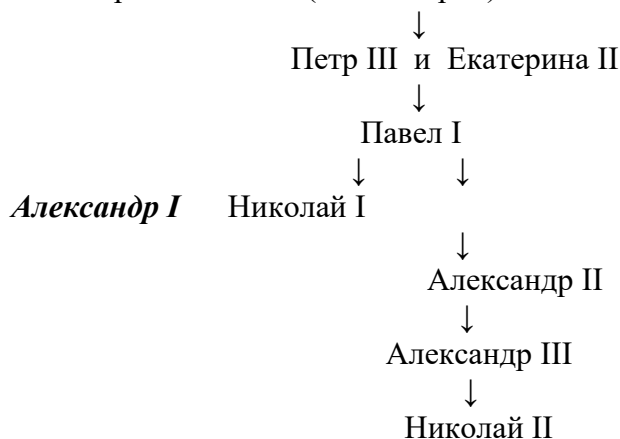
**Задача 48.** «Царские династии»

Предположим, что у императора Александра I в У-хромосоме была редкая мутация. Могла ли эта мутация быть у: а) Ивана Грозного

- б) Петра I
- в) Екатерины II
- г) Николая II?

Решение:

- Ввиду принадлежности к женскому полу, мы сразу вычеркнем Екатерину II.
- Ивана Грозного вычеркнем тоже – он представитель рода Рюриковичей и к династии Романовых не принадлежал.
- Провинциал. немецкий герцог и Анна (дочь Петра I)



Ответ: могла у Николая II

**Задача 49.** «Листая роман «Война и мир»

Предположим, что в X – хромосоме у князя Николая Андреевича Болконского была редкая мутация. Такая же мутация была и у Пьера Безухова. С какой вероятностью эта мутация могла быть у:

- а) Наташи Ростовой
- б) у сына Наташи Ростовой
- в) сына Николая Ростова
- г) автора «Войны и мира» ?

*Ответ:*

- Андрей Болконский не получил от отца X-хромосомы. Его жена не была родственницей ни Болконских ни Безуховых. Следовательно, у сына князя Андрея мутации нет.
- Наташа Ростова вышла замуж за Пьера Безухова. Пьер передал свою хромосому своим дочерям, но не сыновьям. Следовательно, дочери Наташи Ростовой получили мутацию, а сыновья – нет.
- Сын Николая Ростова получил свою X – хромосому от матери – дочери старого князя Болконского (из 2 хромосом княжны Марьи мутация была только в одной => она передала X – хромосому своему сыну с вероятностью 50%)
- Лев Николаевич: действие романа заканчивается за несколько лет до рождения Толстого, на страницах романа сам автор не появляется. Но: отцом писателя был отставной офицер граф Николай Ильич Толстой, а мать – урожденная Волконская => прототипами родителей писателя были Николай Ростов и его жена, урожденная Мария Болконская. Их будущий сын Лев получит мутацию с вероятностью 50%.

**Задача 50.** «Спор Бендера и Паниковского»

Два соседа поспорили: как наследуется окраска у волнистых попугайчиков? Бендер считает, что цвет попугайчиков определяется одним геном, имеющим 3 аллеля:  $C^o$  - рецессивен по отношению к двум другим,  $C^Г$  и  $C^Ж$  кодоминантны. Поэтому у попугайчиков с генотипом  $C^o C^o$  – белый цвет,  $C^Г C^Г$  и  $C^Г C^o$  – голубой,  $C^Ж C^Ж$  и  $C^Ж C^o$  – жёлтый цвет и  $C^Г C^Ж$  – зелёный цвет. А Паниковский считает, что окраска формируется под действием двух взаимодействующих генов А и В. Поэтому попугайчики с генотипом  $A^*B^*$  - зелёные,  $A^*bb$  – голубые,  $aab^*$  - жёлтые,  $aabb$  – белые. Они составили 3 родословные:

1. **P** : 3 х Б      2. **P** : 3 х 3      3. **P** : 3 х Б

**F<sub>1</sub>** : 3, Б      **F<sub>1</sub>** : Б      **F<sub>1</sub>** : Г, Ж, Г, Г, Ж, Ж, Ж, Г, Ж

Какие родословные могли быть составлены Бендером, какие – Паниковским?

*Ответ:* родословные 1 и 2 могли быть составлены Паниковским, а родословная 3 – Бендером