

## I. Пояснительная записка

Программа предназначена для учащихся профильного химико-биологического класса.

С 2010 года ЕГЭ является единственной формой итоговой аттестации выпускников средних общеобразовательных учреждений, на основании которой производится отбор в высшие учебные заведения Российской Федерации. Поэтому проблема эффективной подготовки выпускников школ к сдаче ЕГЭ становится особенно актуальной. Модернизация российского образования открыла для нашей школы новый вид дифференциации обучения, который предполагает коренные изменения, связанные с предпрофильной подготовкой девятиклассников и профильным обучением учащихся 10-х и 11-х классов. Профильное обучение – средство дифференциации и индивидуализации обучения, позволяющее за счет изменений в структуре, содержании и организации образовательного процесса более полно учитывать интересы, склонности и способности учащихся, создавать условия для обучения старшеклассников в соответствии с их профессиональными интересами и намерениями в отношении продолжения образования.

Данный элективный курс углубляет и расширяет рамки действующего профильного курса биологии, имеет профессиональную направленность. Он предназначен для учащихся 10-11 классов химико-биологического профиля, а также для учащихся, проявляющих интерес к генетике. Изучение элективного курса может проверить целесообразность выбора учащимся профиля дальнейшего обучения, направлено на реализацию личностно-ориентированного учебного процесса, при котором максимально учитываются интересы, способности и склонности старшеклассников.

Кроме того данный курс позволит успешно подготовиться к ЕГЭ, а именно решать генетические задачи С6. Генетика изучается в 9 и 10 классах, но достаточного количества часов на отработку умения решать задачи в программе не предусмотрено. А для подготовки школьников к решению задач по цитологии и генетики важно отрабатывать алгоритмы их решения. Сложности связаны с умением применять теоретические знания законов наследственности на практике. Учебники по биологии не имеют единых рекомендаций по решению и оформлению задач по генетике. Предлагаемые алгоритмы содержат подробные рекомендации по решению задач, в них представлены общепринятые схемы оформления, необходимый теоретический материал.

Программа построена с учетом основных принципов педагогики сотрудничества и сотворчества, является образовательно-развивающей и направлена на гуманизацию и индивидуализацию педагогического процесса. По типу программа является авторской.

Программа рассчитана на 34 часа. Курс включает теоретические занятия и практическое решение задач.

**Цель курса** - создание условий для развития творческого мышления, умения самостоятельно применять и пополнять свои знания через содержание курса;

### ***Задачи курса:***

#### ***образовательные:***

- формирование умений и навыков решения генетических задач;
- отработка навыков применения генетических законов;
- обеспечение высокой степени готовности учащихся к ЕГЭ, поступлению в ВУЗы;
- удовлетворение интересов учащихся, увлекающихся генетикой;

#### ***развивающие:***

- развитие логического мышления учащихся;

#### ***воспитательные:***

- воспитание и формирование здорового образа жизни.

Программа рассчитана на 34 часа, целесообразно проведение курса как закрепляющего, после изучения тем на уроках биологии, а также для подготовки к ЕГЭ в 11 классе, отработки умений решать задачи С6.

Форматами отчетности по изучению данного элективного курса могут быть:

- тестирование
- зачет по решению задач;
- составление творческих расчетных задач по различным темам;
- презентации личных достижений

Количество занятий в неделю –1

## **II. Планируемые предметные результаты освоения элективного курса.**

- **В результате изучения программы элективного курса обучающиеся должны**
- **Знать:**
  - общие сведения о молекулярных и клеточных механизмах наследования генов и формирования признаков;
  - специфические термины и символику, используемые при решении генетических задач
  - законы Менделя и их цитологические основы;
  - виды взаимодействия аллельных и неаллельных генов, их характеристику;
  - виды скрещивания;
  - сцепленное наследование признаков, кроссинговер;
  - наследование признаков, сцепленных с полом;
  - генеалогический метод, или метод анализа родословных, как фундаментальный и универсальный метод изучения наследственности и изменчивости человека;
- **Уметь:**
  - объяснять роль генетики в формировании научного мировоззрения; содержание генетической задачи;
  - применять термины по генетике, символику при решении генетических задач;
  - решать генетические задачи; составлять схемы скрещивания;
  - анализировать и прогнозировать распространенность наследственных заболеваний в последующих поколениях
  - описывать виды скрещивания, виды взаимодействия аллельных и неаллельных генов;
  - находить информацию о методах анализа родословных в медицинских целях в различных источниках (учебных текстах, справочниках, научно-популярных изданиях, компьютерных базах данных, ресурсах Интернет) и критически ее оценивать;
- **использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни для:**
  - профилактики наследственных заболеваний;
  - оценки опасного воздействия на организм человека различных загрязнений среды как одного из мутагенных факторов;
  - оценки этических аспектов некоторых исследований в области биотехнологии (клонирование, искусственное оплодотворение)

### III. Содержание элективного курса.

	Тема	Количество часов
1.	Введение в генетику	2
2.	Моногибридное скрещивание	7
3.	Дигибридное скрещивание	5
4.	Полигибридное скрещивание	4
5.	Сцепленное наследование генов	5
6.	Наследование, сцепленное с полом	4
7.	Взаимодействие неаллельных генов	4
8.	Составление родословных	3
9.	Итоговое занятие	2
	Всего	34 часа

#### **1. Введение в генетику-2 часа**

Генетика – наука о наследственности и изменчивости организмов. Предмет, объект и задачи генетики. Методы генетики. Методы генетического анализа: гибридологический, генеалогический, близнецовый, цитогенетические, биохимические, методы математического моделирования, методы биотехнологии. История генетических открытий. Общая теория гена. История развития представлений о гене. Свойства генов. Аллели. Генетическая терминология и символика. Основные понятия генетики: ген, аллельные гены (аллели), генотип, признак, фен, фенотип, гибридизация, гаметы, зигота, гомозигота, гетерозигота, доминантные и рецессивные признаки.

#### **2. Моногибридное скрещивание. 7 часов.**

*Теоретический курс – 3 час.* Закономерности наследования генов при моногибридном скрещивании, установленные Г. Менделем и их цитологические основы. Промежуточное наследование. Анализирующее скрещивание. Множественный аллелизм. Кодоминирование. Летальные аллели.

*Практический курс – 4 часов.* Решение прямых задач на моногибридное скрещивание. Определение вероятности появления потомства с заданными признаками. Определение количества потомков с заданными признаками. Определение количества фенотипов и генотипов потомков. Решение обратных задач на моногибридное скрещивание. Решение задач на промежуточное наследование признаков. Решение задач на определение групп крови потомков и родителей по заданным условиям. Решение задач на анализирующее скрещивание.

#### **3. Дигибридное скрещивание. 5 часа.**

*Теоретический курс – 1 час.* III закон Менделя. Дигибридное скрещивание при моногенном наследовании. Закон независимого наследования признаков и его цитогенетические основы.

*Практический курс – 4 часа.* Решение прямых задач на дигибридное скрещивание. Решение обратных задач на дигибридное скрещивание.

#### **4. Полигибридное скрещивание. 4 часа.**

*Теоретический курс – 1 час.* Математические закономерности наследования, используемые при решении задач на полигибридное скрещивание.

*Практический курс – 3 часа.* Решение задач на нахождение вероятности появления потомков с определенными признаками. Определение количества фенотипов и фенотипы потомков. Решение прямых и обратных задач на полигибридное скрещивание.

#### **5. Сцепленное наследование генов. 5 часов.**

*Теоретический курс – 2 часа.* Закономерности сцепленного наследования. Закон Моргана. Полное и неполное сцепление. Цитологические основы сцепленного наследования. Генетические карты. Хромосомная теория наследственности. Нарушение сцепления, кроссинговер. Механизмы кроссинговера. Биологическое значение кроссинговера.

*Практический курс – 4 часа.* Решение задач на сцепленное наследование. Определение количества кроссоверных особей в потомстве. Определение вероятности возникновения различных генотипов и фенотипов потомков по расстоянию между сцепленными генами.

#### **6. Наследование, сцепленное с полом. 4 часа.**

*Теоретический курс – 1 час.* Цитологические основы наследования, сцепленного с полом. Гомогаметность и гетерогаметность у различных видов живых организмов. Роль половых хромосом в жизни и развитии организмов.

*Практический курс – 3 часа.* Решение прямых и обратных задач на сцепление признака с X-хромосомой. Решение прямых и обратных задач на сцепление с Y-хромосомой.

#### **7. Взаимодействие неаллельных генов. 4 часа.**

*Теоретический курс – 1 час.* Эпистаз: доминантный и рецессивный. Комплементарность. Полимерия.

*Практический курс – 3 часа.* Решение задач на все типы взаимодействия неаллельных генов.

#### **8. Составление родословных- 3 часа**

#### **9. Итоговое занятие. 2 часа**

#### IV. Календарно-тематическое планирование.

№	Название темы	Кол-во часов	Дата	
			По плану	По факту
	<b>Введение</b>	<b>2</b>		
1	Генетика – наука о наследственности и изменчивости организмов. Предмет, объект и задачи генетики.		07.09	
2	Свойства генов. Аллели. Генетическая терминология и символика.		14.09	
	<b>Моногибридное скрещивание.</b>	<b>7</b>		
3	Закономерности наследования генов при моногибридном скрещивании, установленные Г. Менделем и их цитологические основы.		21.09	
4	Решение прямых задач на моногибридное скрещивание.		28.09	
5	Решение обратных задач на моногибридное скрещивание.		05.10	
6	Промежуточное наследование. Анализирующее скрещивание.		12.10	
7	Решение задач на промежуточное наследование признаков.		19.10	
8	Множественный аллелизм. Кодоминирование. Летальные аллели.		26.10	
9	Решение задач на определение группы крови потомков и родителей по заданным условиям.		16.11	
	<b>Дигибридное скрещивание</b>	<b>5</b>		
10	III закон Менделя. Закон независимого наследования признаков и его цитогенетические основы.		23.11	
11	Решение прямых задач на дигибридное скрещивание.		30.11	
12	Решение обратных задач на дигибридное скрещивание		07.12	
	<b>Полигибридное скрещивание</b>	<b>4</b>		
13	Математические закономерности наследования, используемые при решении задач на полигибридное скрещивание		14.12	
14	Решение задач на нахождение вероятности появления потомков		21.12	
15	Определение количества фенотипов и фенотипы потомков.		28.12	

16	Решение прямых и обратных задач на полигибридное скрещивание.		18.01	
	<b>Сцепленное наследование генов</b>	<b>5</b>		
17	Закономерности сцепленного наследования. Закон Моргана.		25.01	
18	Решение задач на сцепленное наследование.		01.02	
19	Полное и неполное сцепление. Нарушение сцепления, кроссинговер. Механизмы кроссинговера.		08.02	
20	Определение количества кроссоверных особей в потомстве.		15.02	
21	Определение вероятности возникновения различных генотипов и фенотипов потомков по расстоянию между сцепленными генами.		22.02	
	<b>Наследование, сцепленное с полом.</b>	<b>4</b>		
22	Цитологические основы наследования, сцепленного с полом.		01.03	
23	Решение прямых и обратных задач на сцепление признака с X-хромосомой.		08.03	
24	Решение прямых и обратных задач на сцепление с Y-хромосомой.		15.03	
25	Решение комбинированных задач на дигибридное скрещивание с аутосомным и сцепленным с полом наследованием		22.03	
	<b>Взаимодействие неаллельных генов.</b>	<b>4</b>		
26	Эпистаз: доминантный и рецессивный. Комплементарность. Полимерия.		05.04	
27	Решение задач на комплементарность		12.04	
28	Решение задач на Эпистаз: доминантный и рецессивный.		19.04	
29	Решение задач на полимерию		26.04	
	<b>Составление родословных</b>	<b>3</b>		
30	Правила составления родословных		03.05	
31	Анализ родословных на аутосомно-доминантное и рецессивное наследование		10.05	
32	Анализ родословных на сцепленное с полом наследование		17.05	
33, 34	<b>Итоговое занятие</b>	<b>2</b>	30.05 24.05	
	<b>Итого:</b>	<b>34</b>		

## **V. Литература :**

### **Литература для учащихся.**

1. Захаров В.Б. Общая биология: Учебник для 10-11 классов общеобразовательных учебных заведений. – М.: Дрофа, 2012. – 624с.
2. Богданова Т.Л., Солодова Е.А. Биология. Справочное пособие для старшеклассников и поступающих в ВУЗы. – М.: АСТ-ПРЕСС ШКОЛА, 2002. – 816с.
3. Киреева Н.М. Биология для поступающих в ВУЗы. Способы решения задач по генетике. – Волгоград: Учитель, 2003. – 50с.
4. Мортон Дженкинс. 101 ключевая идея: генетика. – М.: ФАИР-Пресс, 2002.
5. Петросова Р.А. Основы генетики. Темы школьного курса. – М.: Дрофа, 2004. – 96с.

### **Литература для учителя.**

1. Биология. 10 класс: Поурочные планы по учебнику Д.К. Беляева, П.М. Бородин, Н.Н. Воронцова. II ч. Авт. –сост. А.Ю Гаврилова. –Волгоград: Учитель, 2005.- 126 с.
2. Захаров В.Б. Общая биология: Учебник для 10 классов общеобразовательных учебных заведений. – М.: Дрофа, 2006. – 352 с.
3. Муртазин Г.М. Задачи и упражнения по общей биологии. Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1981. – 192 с.
4. Общая биология. 10-11 классы. Учебник для общеобразовательных учреждений. Профильный уровень. В 2-х ч. Ч.1 / [П.М. Бородин, Л.В. Высоцкая, Г.М. Дымшиц и др.]; под ред. В.К. Шумного и Г.М. Дымшица. – М.: Просвещение, 2016. – 303 с.
5. Ситникова А.Д. Сборник задач по генетике. Учебно- методическое пособие. – Нальчик: Эль-Фа, 1996.
6. Соколовская Б.Х. 120 задач по генетике: Для школьников, лицейстов и гимназистов. – М.: Центр РСПИ, 1991. – 88 с.

### **Интернет ресурсы:**

1. <http://www.licey.net/bio/genetics>
2. <http://www.alleng.ru/d/bio/bio105.htm> -
3. Электронный задачник по решению генетических задач <http://mirbiologii.ru/prezentaciya-na-temu-zadachi-po-genetike-po-biologii-9-i-10-klassa.html>

## Приложения

### Примерный теоретический материал к занятиям

#### 1. История первых открытий.

Мендель Грегор Иоганн (1822-1884) – чешский ученый, основоположник генетики. В 1843 году закончил университет по курсу «Философия». (В то время курс философии был значительно шире, чем сейчас, и включал в себя также естественные науки и математику). Сразу же по окончании университета Мендель постригся в монахи в августинский монастырь в г. Брюнне (ныне Брно); позже он стал настоятелем этого монастыря. В 1856-1863 гг. провел знаменитые опыты по гибридизации гороха, результаты которого были изложены в 1865 году в Обществе испытателей природы в Брюнне, а затем опубликованы в работе «Опыты над растительными гибридами». Успеху работ Менделя способствовало то, что при проведении экспериментов он использовал строгую и хорошо продуманную методику.

Основные ее особенности заключаются в следующем:

- -использование самоопыляющегося растения (горох);
- -использование только чистых линий (на выведение которых он потратил несколько лет);
- -исключение возможности случайного переопыления (проводилось либо перекрестное опыление самим исследователем, либо имело место самоопыление);
- -в начале своих исследований Мендель наблюдал за наследованием одного признака, и лишь после установления закономерностей наследования одного признака он перешел к изучению наследования одновременно нескольких признаков;
- -выбор для работы признаков, встречающихся лишь в двух четко различающихся формах (альтернативные признаки). Всего Менделем было взято 7 таких признаков;
- -индивидуальный анализ потомства каждого скрещивания;
- -использование больших выборок и математических методов обработки результатов своих экспериментов.

Основное значение работ Менделя для всего последующего развития биологии состоит в том, что он впервые сформулировал основные закономерности наследования: дискретность наследственных факторов и независимое их комбинирование при передаче из поколения в поколение. Следует иметь в виду, что во времена Менделя биологи придерживались принципиально иных взглядов на наследование: они были сторонниками теории слитной наследственности. Мендель сформулировал законы наследования задолго до того, как были открыты материальные носители наследственности (хромосомы и гены) и механизмы, обеспечивающие передачу этих носителей следующим поколениям – мейоз и двойное оплодотворение у цветковых растений.

## **2. Методы генетики.**

Для изучения закономерностей наследственности и изменчивости используются различные методы науки.

**1. Гибридологический метод** – это скрещивание различных по своим признакам организмов с целью изучения характера наследования признаков у потомства. Этот метод был использован Г. Менделем при изучении наследования семи контрастных признаков у растений гороха.

Организмы, гомозиготные по одному или нескольким признакам, получаемые от одной самоопыляющейся или самооплодотворяющейся особи и не дающие в потомстве проявления альтернативного признака, называются **чистой линией**.

Организмы, полученные от скрещивания двух генотипически разных организмов, называются **гибридами**.

По результатам гибридизации определяются доминантные признаки, по характеру проявления признаков у гибридов – полное или частичное подавление рецессивных признаков.

**2. Цитологические методы** основаны на анализе кариотипа особей, изучении процесса мейоза, поведения хромосом в мейозе и образования гамет.

При изучении хромосомного набора любого организма учитываются следующие правила:

- 1) число хромосом в соматических клетках каждого вида в норме постоянно;
- 2) у диплоидных организмов в соматических клетках все хромосомы парные, гомологичные; гаплоидный набор хромосом имеют только гаметы, а у растений – гаметофит;
- 3) каждая хромосомная пара индивидуальна и отличается по своим параметрам от других; при окрашивании имеет различную дифференциальную окраску – чередование светлых и темных полос.

Для систематизации и изучения кариотипа хромосомы располагаются попарно по мере убывания их величины.

**3. Молекулярно-генетический метод** основан на изучении структуры генов, их количества и последовательности расположения в ДНК; выявлении нуклеотидной последовательности отдельных генов, генных аномалий, определении генома организма, т.е. всей структуры ДНК, содержащейся в гаплоидном наборе хромосом.

## ОСНОВНЫЕ ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ И ТЕРМИНЫ

**Наследственность** – это способность организма сохранять и передавать следующему поколению свои признаки и особенности развития. Благодаря этой способности каждый вид сохраняет свои свойства из поколения в поколение.

**Изменчивость** – это способность организма изменяться в процессе индивидуального развития под воздействием факторов среды.

**Ген** – участок молекулы ДНК, ответственный за проявление какого-либо признака.

**Локус** - место расположения гена в хромосоме

**Гомологичные хромосомы** – хромосомы, содержащие одинаковый набор генов, сходные по морфологическим признакам, конъюгирующие в профазе I мейоза.

**Диплоидная клетка** – клетка, имеющая два гомологичных набора хромосом.

**Аллельные гены (аллели)** - парные гены, расположенные в одних и тех же локусах гомологичных хромосом и ответственные за появление одного признака (например, цвета волос, глаз, формы уха и т.д.), называются **Аллели** обозначаются буквами латинского алфавита: А, а, В, в, С, с и т.д.

**Альтернативные** признаки - противоположные качества одного признака. Альтернативными являются, например, аллели темной и светлой окраски волос, серого и карего цвета глаз, желтой и зеленой окраски семян.

**Доминантный признак (ген)** – господствующий, преобладающий признак, проявляется всегда как в гомозиготном, так и в гетерозиготном состоянии. Доминантный признак обозначается заглавными буквами латинского алфавита: А, В, С и т.д.

**Рецессивный признак (ген)** – подавляемый признак, проявляющийся только в гомозиготном состоянии. В гетерозиготном состоянии рецессивный признак может полностью или частично подавляться доминантным. Он обозначается соответствующей строчной буквой латинского алфавита: а, в, с и т.д.

**Гомозигота** – это клетка (особь), имеющая одинаковые аллели одного гена в гомологичных хромосомах (АА или аа).

**Гетерозигота** – это клетка (особь), имеющая разные аллели одного гена в гомологичных хромосомах (Аа), т.е. несущая альтернативные признаки.

**Генотип** – совокупность всех наследственных признаков (генов) организма, полученных особью от родителей, а также новых свойств, появившихся в результате мутаций генов, которых не было у родителей.

**Фенотип** – совокупность внутренних и внешних признаков, которые проявляются у организма при взаимодействии со средой в процессе индивидуального развития организма.

**Геном** – совокупность генов в гаплоидном наборе хромосом данного организма.

**Кариотип** – совокупность признаков хромосомного набора (число, размер, форма хромосом), характерных для того или иного вида.

**Генофонд** – совокупность генов популяции вида или другой систематической единицы на данном отрезке времени.

**Мутация** – внезапно возникающие наследственные изменения генотипа.

**Гибридологический метод** – это скрещивание различных по своим признакам организмов с целью изучения характера наследования признаков у потомства.

**Чистая линия** - организмы, гомозиготные по одному или нескольким признакам, получаемые от одной самоопыляющейся или самооплодотворяющейся особи и не дающие в потомстве проявления альтернативного признака.

**Гибриды** - организмы, полученные от скрещивания двух генотипически разных организмов.

## ЗАКОНЫ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

**I закон Менделя:** При скрещивании двух гомозиготных организмов, относящихся к разным чистым линиям и отличающихся друг от друга по одной паре альтернативных признаков, все первое поколение гибридов (F1) окажется единообразным и будет нести признак одного из родителей.

**Закон расщепления, или второй закон Менделя:** при скрещивании двух гетерозиготных потомков первого поколения между собой во втором поколении наблюдается расщепление в определенном числовом отношении: по фенотипу 3:1, по генотипу 1:2:1.

**Закон независимого наследования или третий закон Менделя** — при скрещивании двух гомозиготных особей, отличающихся друг от друга по двум (и более) парам альтернативных признаков, гены и соответствующие им признаки наследуются независимо друг от друга и комбинируются во всех возможных сочетаниях.

**Закон чистоты гамет:** в каждую гамету попадает только один аллель из пары аллелей данного гена родительской особи.

**Закон сцепленного наследования или закон Моргана:** гены, расположенные в одной хромосоме, образуют одну группу сцепления и наследуются вместе

**Основные положения хромосомной теории наследственности:**

- Единицей наследственной информации является ген, локализованный в хромосоме.
- Каждая хромосома содержит множество генов; гены в хромосомах располагаются линейно, каждый ген имеет определенное место (локус) в хромосоме.
- Гены наследственно дискретны, относительно стабильны, но при этом могут мутировать.
- Гены, расположенные в одной хромосоме, наследуются совместно, сцеплено.
- Сцепление генов может нарушаться в процессе мейоза в результате кроссинговера, что увеличивает число комбинаций генов в гаметах.
- Частота кроссинговера прямо пропорциональна расстоянию между генами.
- В процессе мейоза гомологичные хромосомы, а следовательно, аллельные гены попадают в разные гаметы.
- Негомологичные хромосомы расходятся произвольно, независимо друг от друга и образуют различные комбинации в гаметах.

**Цитологические основы моногибридного скрещивания.**

Расщепление признаков во втором поколении объясняется сохранением рецессивного гена в гетерозиготном состоянии. При переходе в гомозиготное состояние рецессивный ген вновь проявляется в виде признака. Эту закономерность Мендель назвал «гипотезой чистоты гамет».

Эта гипотеза или закон гласит, что находящиеся в каждом организме пары наследственных факторов не смешиваются и не сливаются и при образовании гамет по одному из каждой пары переходят в них в чистом виде: одни гаметы несут доминантный ген, другие – рецессивный. Гаметы никогда не бывают гибридными по данному признаку. Для наследования признака не имеет значения, какая именно гамета несет ген признака – отцовская или материнская; у дочернего организма в одинаковой степени проявляются доминантные признаки и не проявляются рецессивные.

Исходные родительские особи гомозиготны (AA и aa) и дают только один тип гамет – A или a соответственно. При слиянии гамет в зиготу попадают гомологичные хромосомы с альтернативными признаками, поэтому все полученные потомки являются гетерозиготными гибридами с генотипом Aa, но проявляется в фенотипе только доминантный признак.

Гибриды первого поколения гетерозиготны (Aa). Так как при мейозе гомологичные хромосомы попадают в разные гаметы, то гибриды дают два типа гамет: А и а. В процессе оплодотворения происходит свободная комбинация двух типов гамет и образуются 4 варианта зигот с генотипами: АА, 2Аа и аа. В фенотипе проявляются только два признака, причем потомков с доминантным признаком в 3 раза больше, чем с рецессивным.

### **Полное и неполное доминирование.**

**Полное доминирование** – один из видов взаимодействия аллельных генов, при котором один из аллелей (доминантный) в гетерозиготе полностью подавляет проявление другого аллеля (рецессивного). Например, у гороха ген желтой окраски семян полностью подавляет проявление гена зеленой окраски семян. При полном доминировании во втором поколении расщепление по фенотипу 3:1.

Доминантный признак не всегда полностью подавляет рецессивный, поэтому возможно появление промежуточных признаков у гибридов. **Неполное доминирование** – один из видов взаимодействия аллельных генов, при котором один из аллелей (доминантный) в гетерозиготе не полностью подавляет проявление другого аллеля (рецессивного), и в F<sub>1</sub> выражение признака носит промежуточный характер. Так, например, при скрещивании двух чистых линий растения ночной красавицы с красными и белыми цветками первое поколение гибридов оказывается розовым. Происходит неполное доминирование признака окраски, и красный цвет лишь частично подавляет белый. Во втором поколении расщепление признаков по фенотипу оказывается равным расщеплению по генотипу – 1:2:1.

У человека неполное доминирование проявляется при наследовании структуры волос. Ген курчавых волос доминирует над геном прямых волос не в полной мере. И у гетерозигот наблюдается промежуточное проявление признака – волнистые волосы. Неполное доминирование широко распространено в природе.

### **Летальные гены.**

Иногда расщепление признаков во втором поколении может отклоняться от ожидаемых (3:1 – при полном доминировании, 1:2:1 – при неполном доминировании) результатов. Это связано с тем, что в некоторых случаях гомозиготы по одному из признаков оказываются нежизнеспособными. В этих случаях говорят о *летальных генах*. **Летальные гены (лат. «леталис» - смертельный) – гены, в гомозиготном состоянии вызывающие гибель организма из-за нарушения нормального хода развития.** Появление летальных генов – следствие мутаций, которые в гетерозиготном организме не проявляют своего действия.

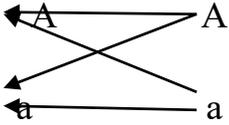
Примеры. 1) Серые каракульские овцы, гомозиготные по доминантному признаку серой окраски, погибают после рождения из-за недоразвития желудка. 2) Примером доминантного летального гена является брахидактилия у человека (укороченные пальцы). Гомозиготы по данному пальцу погибают на ранних стадиях развития зародыша, а признак проявляется только у гетерозигот. 3) Примером рецессивного летального гена является ген серповидно-клеточной анемии у человека. В норме эритроциты имеют форму двояковогнутого диска. При серповидно-клеточной анемии они приобретают вид серпа, а физиологический эффект выражается острой анемией и снижением количества кислорода, переносимого кровью. У гетерозигот заболевание не проявляется, эритроциты все же имеют измененную форму. Гомозиготы по этому признаку в 95% случаев гибнут в раннем возрасте из-за кислородной недостаточности, а гетерозиготы вполне жизнеспособны. 4) У растений есть ген, отвечающий за развитие хлорофилла. Если он подвергся мутации и оказался в гомозиготном состоянии, то вырастающее бесцветное растение погибает на стадии всходов из-за отсутствия фотосинтеза. В изолированных популяциях, где велика вероятность перехода летальных генов в гомозиготное состояние, смертность потомства достигает 8%.





скрещивания F <sub>1</sub> или F <sub>2</sub> определяем доминантный и рецессивный признаки и вводим обозначение.	в потомстве оказались мухи с редуцированными крыльями. Следовательно, нормальные крылья – доминантный признак (A), а редуцированные крылья – рецессивный признак (a).
3. Составляем схему скрещивания и записываем генотип особи с рецессивными признаками или особи с известным по условию задачи гнотипом.	<p>P фенотип ♀ норм. крылья x ♂ норм. крылья</p> <p>P генотип ♀ A_ x ♂ A_</p> <p>F<sub>1</sub> фенотип 88 норм. крылья 32 редуц. крылья</p> <p>генотип A_ aa</p>
4. Определяем типы гамет, которые может образовать каждая родительская особь.	<p>Родительские особи обязательно образуют гаметы с доминантным геном. Так как в потомстве появляются особи с рецессивным признаком, значит у каждого из родителей есть один ген с рецессивным признаком. Отсюда:</p> <p>P фенотип норм. крылья x норм. крылья</p> <p>P генотип ♀ Aa x ♂ Aa</p> <p style="text-align: center;">↓   ↓   ↓   ↓</p> <p>G            A    a    A    a</p>
5. Определяем генотип и фенотип потомства, полученного в результате оплодотворения, записываем схему.	<p>F<sub>1</sub>            A ←————— A</p> <p style="text-align: center;">                  ↘            ↙</p> <p style="text-align: center;">                  a ←————— a</p> <p>генотип    AA      Aa      Aa      aa</p> <p>фенотип    88 (норм. норм. норм.) 32 редуц.</p> <p>расщепление            3            :            1</p>
6. Записываем ответ задачи.	<p>Ответ:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. доминантный признак – нормальные крылья, рецессивный – редуцированные крылья;</li> <li>2. генотипы ♀ Aa и ♂ Aa;</li> <li>3. генотипы F<sub>1</sub> : 1AA, 2Aa, 1aa.</li> </ol>



гаметы, которые дает каждая особь.	<p>G                    A    a    A    a</p> <p>(Гетерозиготные особи дают два типа гамет).</p>												
<p>8. Составляем решетку Пеннета (возможна и другая схема оформления задачи) и определяем генотипы и фенотипы потомков.</p>	<p><b>F<sub>2</sub></b>                    <b>Генотип</b></p> <table border="1" data-bbox="852 331 1209 519"> <tr> <td style="text-align: center;">♂</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">a</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">♀</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">a</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">AA</td> <td style="text-align: center;">Aa</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Aa</td> <td style="text-align: center;">Aa</td> </tr> </table> <p>или</p>  <p>Генотипы:        Aa    Aa    Aa    aa</p> <p>Фенотипы:        крас. роз.    роз.    бел.</p> <p>Расщепление:    1            2            1</p> <p>Вычисляем проценты:</p> <p>4 - 100%         x = (2x100):4 = 50%</p> <p>2 - x             соответственно 1 часть – 25%</p>	♂	A	a	♀	A	a		AA	Aa		Aa	Aa
♂	A	a											
♀	A	a											
	AA	Aa											
	Aa	Aa											
<p>9. Отвечаем на вопросы задачи.</p>	<p><b>Ответ:</b> от расщепления розовоплодных растений между собой в F<sub>2</sub> получится</p> <p>25% красноплодных(AA),</p> <p>25% белоплодных(aa),</p> <p>50% розовоплодных (Aa).</p>												

## Дигибридное скрещивание

Задачи на дигибридное скрещивание решаются так же, как и на моногибридное. Но имеется ряд особенностей, связанных с тем, что при дигибридном скрещивании анализируется наследование не одной, а двух пар альтернативных признаков.

1. Согласно третьему закону Менделя, наследование признаков при дигибридном скрещивании независимо друг от друга.

2. При написании генотипов одноименные символы, обозначающие гены, пишутся всегда рядом и только в алфавитном порядке (ААВВ).

3. Гены, определяющие развитие признаков, находятся в разных парах гомологичных хромосом, поэтому каждая гамета содержит по одному гену из каждой аллельной пары (АВ, аv).

4. Гомозиготные по обоим признакам организмы всегда образуют один тип гамет. Сочетание генов в хромосомах случайно и равновероятно. Поэтому организм, гетерозиготный по одному признаку, образует два типа гамет (АаВВ → АВ, аВ), а дигетерозиготный организм — четыре типа (АаВв → АВ, Ав, аВ, ав). Количество типов гамет, образуемых организмом, вычисляется по формуле  $2^n$ , где  $n$  — число генов, находящихся в гетерозиготном состоянии.

5. При скрещивании гомозигот соблюдается первый закон Менделя — закон единообразия гибридов первого поколения.

6. При скрещивании дигетерозигот в потомстве наблюдается расщепление по фенотипу в соотношении 9:3:3:1, по генотипу — 1:2:1:2:4:2:1:2:1, то есть образуется 4 фенотипических и 9 генотипических классов организмов. Поэтому организмы, относящиеся к разным генотипическим классам, могут иметь одинаковый фенотип (например, у гороха желтая окраска семян доминирует над зеленой, гладкая форма семян — над морщинистой). При скрещивании гомозиготных растений, одно из которых имеет желтые гладкие семена, а другое — зеленые морщинистые, особи с генотипами ААВВ, ААВv, АаВВ, АаВv будут иметь желтые гладкие семена, ААbv, Аавv — желтые морщинистые, аавВ, аавv — зеленые гладкие, аавb — зеленые морщинистые. Для определения генотипов и фенотипов P пользуйтесь решеткой Пеннета.

7. При анализирующем скрещивании дигетерозиготы образуется четыре генотипических и фенотипических класса в соотношении 1:1:1:1

8. Расщепление потомства F по каждому отдельно взятому признаку независимо друг от друга и подчиняется второму закону Менделя (по каждому признаку отдельно возникают два фенотипических класса в соотношении 3:1). Поэтому можно анализировать наследование одного признака, не обращая внимание на другой, то есть дважды решается задача на моногибридное скрещивание.





## ГЕНЕТИКА ПОЛА. НАСЛЕДОВАНИЕ, СЦЕПЛЕННОЕ С ПОЛОМ

Пол можно рассматривать как один из признаков организма. Наследование признаков организма, как правило, определяется генами, пол же определяется сочетанием в зиготе половых хромосом. Чаще всего пол определяется в момент оплодотворения. Если соматические клетки организма содержат две одинаковые половые хромосомы, его называют **гомогаметным XX** (образует один тип гамет), если разные – **гетерогаметным XY** (образует два типа гамет).

Наследование признаков, гены которых локализованы в X- или Y-хромосомах, называют **наследованием, сцепленным с полом**. У большинства организмов генетически активна только X-хромосома, в то время как Y-хромосома практически инертна, так как не содержит генов, определяющих признаки организма. Полное сцепление с полом наблюдается лишь в том случае, если Y-хромосома генетически инертна. Гены, локализованные в Y-хромосоме, наследуются только от отца к сыну. Если же в Y-хромосоме имеются гены, аллельные генам X-хромосомы, то такой тип наследования называют **частично сцепленным с полом**. Соотношение полов, близкое к расщеплению 1:1, соответствует расщеплению при анализирующем скрещивании.

Задачи на наследование, сцепленное с полом, решаются так же, как и на дигибридное, но при этом следует учитывать, что форма записи генотипов иная – обязательно указывается, в какой из половых хромосом локализован ген, контролирующей развитие рассматриваемого признака. Запись генотипа будет иметь такой, например, вид:  $X^A Y$ .

При решении задач на наследование, сцепленное с полом, помните, что:

- один пол является гомогаметным, а другой – гетерогаметным;
- часто признаки, сцепленные с полом, контролируются генами, локализованными только в X-хромосоме;
- особое внимание следует обращать на то, какой пол является гомогаметным, а какой – гетерогаметным;
- гомогаметный пол образует один тип гамет, а гетерогаметный – два;
- если гомогаметным полом является женский, то сыновья всегда получают X-хромосому от матери, а Y-хромосому от отца, дочери получают по одной X-хромосоме от матери и от отца;
- гены, локализованные в Y-хромосоме, всегда передаются только от отца к сыну;
- если гены локализованы в гомологичных участках X и Y-хромосом, их наследование подчиняется законам Менделя;
- при записи генотипов скрещиваемых организмов при решении задач комбинированного типа (то есть когда рассматривается наследование признаков, гены которых локализованы в аутосомах и половых хромосомах) сначала пишутся аутосомные гены, а затем гены, локализованные в половых хромосомах (верная запись –  $AaXX$ , неверная запись –  $XXAa$ ).



## СЦЕПЛЕННОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ ГЕНОВ

**Закон Моргана:** явление совместного наследования признаков называют сцеплением. Гены, локализованные в одной хромосоме, наследуются совместно и образуют одну группу сцепления. Количество групп сцепления равно гаплоидному набору хромосом.

Различают два варианта локализации доминантных и рецессивных аллельных генов, относящихся к одной группе сцепления: **цис-** положение, при котором доминантные аллели находятся в одной из пары гомологичных хромосом, рецессивные в другой (АВ, аb); **транс-** положение, при котором доминантные и рецессивные аллели гена находятся в разных гомологичных хромосомах (Аb, аВ).

Гены в хромосомах имеют различную силу сцепления. Сцепление может быть: **полным**, если гены, относящиеся к одной группе сцепления, всегда наследуются вместе; **неполным**, если между генами, относящиеся к одной группе сцепления, возможна рекомбинация (при кроссинговере). Вероятность возникновения перекреста между генами зависит от их расположения в хромосоме. Величина кроссинговера не превышает 50%, если же она выше, значит, наблюдается свободное комбинирование между парами аллелей, не отличимое от независимого наследования.

Задачи на сцепленное наследование решаются аналогично задачам на моно- и дигибридное скрещивание. Однако при сцепленном наследовании гены, контролирующие развитие анализируемых признаков, локализованы в одной хромосоме. Поэтому наследование этих признаков не подчиняется законам Менделя.

1. Генотипы скрещиваемых особей и гибридов следует писать в хромосомной форме.

2. При записи генотипов следует учитывать расположение генов в хромосомах гомологичной пары (цис- или транс- положение). При цис-положении доминантные аллели генов находятся в одной хромосоме, а рецессивные – в другой. При транс-положении в хромосоме располагаются доминантная аллель одного гена и рецессивная – другого. Если в условии задачи не оговаривается расположение генов, значит, они находятся в цис-положении.

3. При полном сцеплении особь, гетерозиготная по всем рассматриваемым признакам, образует два типа гамет.

4. При неполном сцеплении происходит образование кроссоверных и некрossoверных гамет: количество некрossoверных гамет всегда больше, чем кроссоверных; организм всегда образует равное количество разных типов как кроссоверных, так и некрossoверных гамет; процентное соотношение кроссоверных и некрossoверных гамет зависит от расстояния между генами.

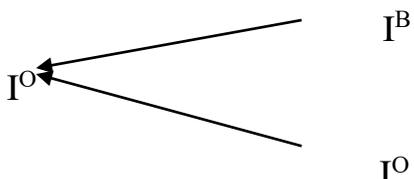
Алгоритм действий	Пример решения задачи.
1. Чтение условия задачи.	<p><b>Задача.</b> Дигетерозиготное растение гороха с гладкими семенами и усиками скрестили с растением с морщинистыми семенами без усиков. Известно, что оба доминантных гена (гладкие семена и наличие усиков) локализованы в одной хромосоме, кроссинговера не происходит.</p> <p>Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родителей, фенотипы и генотипы потомства, соотношение особей с разными генотипами и фенотипами. Какой закон при этом проявляется?</p>
2. Введение буквенного обозначения доминантного и рецессивного признаков.	<p>A – гладкие семена  a – морщинистые семена  B – наличие усиков  b – без усиков</p>
3. Составление схемы скрещивания, запись фенотипов, а затем генотипов родительских особей.	<p>P фенотип ♀ гладкие с усиками x ♂ морщинистые без усиков  P генотип ♀ AaBb x ♂ aabb</p>
4. Запись типов гамет, которые могут образовываться во время мейоза.	<p>(гетерозигота дает только 2 сорта гамет, так как гены локализованы в одной хромосоме и кроссинговера не происходит)</p> <p>G : <math>\begin{array}{ccc} \underline{AB} &amp; \longleftarrow &amp; \\ &amp; \longleftarrow &amp; \\ \underline{ab} &amp; &amp; \underline{ab} \end{array}</math></p>
5. Определение генотипов и фенотипов потомков, образующихся в результате слияния гамет.	<p>F<sub>1</sub> генотип <math>\underline{AB}</math> ; <math>\underline{ab}</math>  ав ав  фенотип глад. морщ.  с усиками без усиков  расщепление 1 : 1</p>
9. Отвечаем на вопросы задачи полными предложениями,	<p><b>Ответ:</b>  1. Проявляется закон сцепленного наследования генов или закон Моргана.  2. Генотипы родителей AaBb (гаметы AB;ab) и aabb (гаметы ab).</p>

	3. Генотипы и фенотипы потомства: гладкие с усиками(AaBb), морщинистые без усиков(aabb) в соотношении 1:1.
--	--

### ГЕНЕТИКА КРОВИ

По системе АВО у человека 4 группы крови. Группа крови определяется геном I. У человека группу крови обеспечивают три гена: I<sup>A</sup>, I<sup>B</sup>, I<sup>O</sup>. Два первых гена кодоминантны по отношению друг к другу и оба доминантны по отношению к третьему. В результате у человека по генетике 6 групп крови, а по физиологии – 4.

Группа крови	генотип	гомозигота/гетерозигота
I группа (O)	I <sup>O</sup> I <sup>O</sup>	гомозигота
II группа (A)	I <sup>A</sup> I <sup>A</sup>	гомозигота
	I <sup>A</sup> I <sup>O</sup>	гетерозигота
III группа (B)	I <sup>B</sup> I <sup>B</sup>	гомозигота
	I <sup>B</sup> I <sup>O</sup>	гетерозигота
IV группа (AB)	I <sup>A</sup> I <sup>B</sup>	гетерозигота

Алгоритм действий	Пример решения задачи.									
1. Чтение условия задачи.	У матери I группа крови, отец гетерозиготен, имеет III группу крови. Какие группы крови возможны у их детей?									
2. Введение буквенного обозначения доминантного и рецессивного признаков.	♀ - I группа - I <sup>O</sup> I <sup>O</sup> ♂ - III группа(гетерозигота) - I <sup>B</sup> I <sup>O</sup>									
3. Составление схемы скрещивания, запись фенотипов, а затем генотипов родителей.	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">P фенотип ♀ I группа</td> <td style="text-align: center;">x</td> <td style="text-align: center;">♂ III группа</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">P генотип ♀ I<sup>O</sup>I<sup>O</sup></td> <td style="text-align: center;">x</td> <td style="text-align: center;">♂ I<sup>B</sup>I<sup>O</sup></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">↓</td> <td></td> <td style="text-align: center;">↓</td> </tr> </table>	P фенотип ♀ I группа	x	♂ III группа	P генотип ♀ I <sup>O</sup> I <sup>O</sup>	x	♂ I <sup>B</sup> I <sup>O</sup>	↓		↓
P фенотип ♀ I группа	x	♂ III группа								
P генотип ♀ I <sup>O</sup> I <sup>O</sup>	x	♂ I <sup>B</sup> I <sup>O</sup>								
↓		↓								
4. Запись типов гамет, которые могут образовываться во время мейоза.	<p>( гомозигота дает один тип гамет, гетерозигота два)</p> <p>G:</p> 									
5. Определение генотипов										

и фенотипов потомков, образующихся в результате слияния гамет.	F <sub>1</sub> : генотип I <sup>B</sup> I <sup>O</sup> ; I <sup>O</sup> I <sup>O</sup> фенотип III группа I группа
9. Отвечаем на вопросы задачи полными предложениями,	<b>Ответ:</b> дети унаследуют группы крови родителей I и III группы.

### Анализ родословных

При анализе родословных следует учитывать ряд особенностей разных типов наследования признаков.

#### 1. Аутосомно-доминантное наследование:

1) признак встречается в родословной часто, практически во всех поколениях, одинаково часто и у мальчиков, и у девочек; 2) если один из родителей является носителем признака, то этот признак проявится либо у всего потомства, либо у половины.

#### 2. Аутосомно-рецессивное наследование:

1) признак встречается редко, не во всех поколениях, одинаково часто и у мальчиков, и у девочек;  
2) признак может проявиться у детей, даже если родители не обладают этим признаком;  
3) если один из родителей является носителем признака, то он не проявится у детей или проявится у половины потомства.

#### 3. Наследование, сцепленное с полом:

##### 1) X-доминантное наследование:

- ◆ чаще признак встречается у лиц женского пола;
- ◆ если мать больна, а отец здоров, то признак передается потомству независимо от пола, он может проявляться и у девочек, и у мальчиков;
- ◆ если мать здорова, а отец болен, то у всех дочерей признак будет проявляться, а у сыновей нет.

##### 2) X-рецессивное наследование:

- ◆ чаще признак встречается у лиц мужского пола;
- ◆ чаще признак проявляется через поколение;
- ◆ если оба родителя здоровы, но мать гетерозиготна, то признак часто проявляется у 50% сыновей;
- ◆ если отец болен, а мать гетерозиготна, то обладателями признака могут быть и лица женского пола.

##### 4) Y-сцепленное наследование:

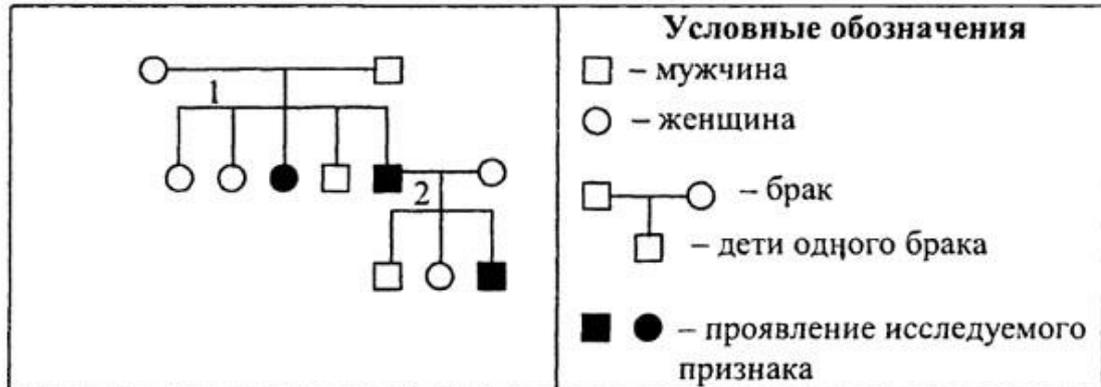
- ◆ признак встречается только у лиц мужского пола;
- ◆ если отец несет признак, то, как правило, этим признаком обладают и все сыновья.

#### 4. Цитоплазматическое наследование:

1) признак одинаково часто встречается у представителей обоих полов;

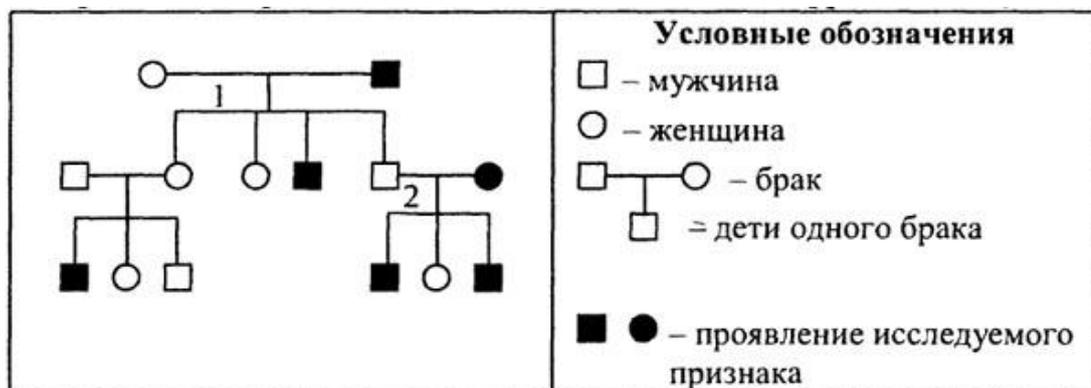
- 2) признак передается потомкам только от матери;
- 3) мать, несущая признак, передает его либо всему потомству, либо только его части.

1. По родословной, представленной на рисунке, установите характер наследования признака, выделенного черным цветом (доминантный или рецессивный, сцеплен или не сцеплен с полом), генотипы детей в первом и втором поколении (обозначены цифрами 1 и 2).



#### ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА

- 1) признак рецессивный (а), не сцеплен с X-хромосомой, генотип родителей: мать – Аа, отец – Аа
  - 2) генотипы детей в первом поколении (слева направо): дочь – Аа или АА; дочь – Аа или АА; дочь – аа; сын – Аа или АА; сын – аа
  - 3) генотипы детей во втором поколении: сын – Аа, дочь – Аа, сын – аа
2. По родословной, представленной на рисунке, установите характер наследования признака, выделенного черным цветом (доминантный или рецессивный, сцеплен или не сцеплен с полом), генотипы детей в первом и втором поколении (обозначены цифрами 1 и 2).

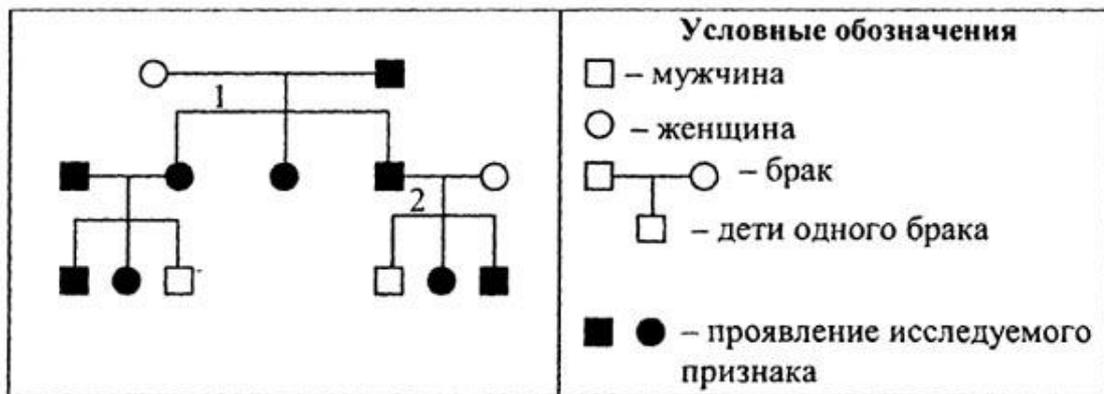


#### ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА (из сборника Манамшияна)

- 1) признак рецессивный (a), сцепленный с X-хромосомой, генотип родителей: мать -  $X^AX^a$ , отец -  $X^aY$
- 2) генотипы детей в первом поколении, дочери –  $X^AX^a$ , сыновья –  $X^aY$  (обладают признаком),  $X^AY$
- 3) генотипы детей во втором поколении: дочь -  $X^AX^a$ , сыновья –  $X^aY$  (обладают признаком)

**Комментарий.** Задача допускает и другое решение – признак рецессивный аутосомный. – МВ.

3. По родословной, представленной на рисунке, установите характер наследования признака, выделенного черным цветом (доминантный или рецессивный, сцеплен или не сцеплен с полом), генотипы детей в первом и втором поколении (обозначены цифрами 1 и 2).



#### ЭЛЕМЕНТЫ ОТВЕТА

- 1) признак доминантный, аутосомный
- 2) генотипы детей в первом поколении: Aa
- 3) генотипы детей во втором поколении: сын – aa (нет признака), дочь и другой сын – Aa

**Комментарий.** Из данной родословной генотип отца нельзя установить точно. Он может быть либо AA, либо Aa. Но генотипы его детей, приведенных в родословной (первое поколение), в любом случае Aa, так как все дети обладают признаком. – МВ.

## ЗАДАЧИ НА ЗАКРЕПЛЕНИЕ

### МОНОГИБРИДНОЕ СКРЕЩИВАНИЕ

#### А) Полное доминирование

##### Задача 1.

Розовидный гребень доминантный признак у кур, простой - рецессивный. Каким будет потомство, если скрестить гетерозиготных кур с розовидными гребнями и гомозиготных петухов с простым гребнем?

*Ответ:* 50% Аа – с розовидным гребнем, 50% - с простым гребнем.

##### Задача 2.

Гетерозиготную чёрную крольчиху скрестили с таким же кроликом. Определить потомство по генотипу и фенотипу, если чёрный мех доминирует над серым.

*Ответ:* по генотипу 1(АА): 2(Аа) : 1(аа); по фенотипу 3(АА,Аа,Аа) : 1(аа)

##### Задача 3.

Ген черной масти крупного рогатого скота доминирует над геном красной масти. Какое потомство получится от скрещивания чистопородного черного быка с красными коровами? Какие телята родятся от красного быка и гибридных коров из F<sub>1</sub> ?

*Ответ:* F<sub>1</sub>: 100%(Аа) – черные; F<sub>2</sub>: 50%(Аа) черные, 50%(аа) – красные.

##### Задача 4.

Серый цвет тела мухи дрозофилы доминирует над черным. При скрещивании серых мух в потомстве оказались 953 особи серого цвета и 311 особей черного цвета. Определите генотипы родительских форм.

*Ответ:* генотипы родителей: Аа х Аа.

##### Задача 5.

Плоды томатов бывают грушевидными и круглыми. Ген круглой формы плодов доминирует. Какими должны быть генотипы родительских растений, чтобы в потомстве получилось по данному признаку расщепление в соотношении 1:1?

*Ответ:* генотипы родителей Аа х аа

#### Б) Неполное доминирование.

##### Задача 6.

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:* 50% Аа пестрые, 50% аа белые.

### **Задача 7.**

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 получаются розовые ягоды. Какое возникнет потомство при скрещивании гибридов с розовыми ягодами с красноплодной земляникой?

*Ответ:* 50% Аа розовоплодные, 50% красноплодные.

### **Задача 8.**

У львиного зева растения с широкими листьями при скрещивании между собой дают потомство тоже с широкими листьями, а растения с узкими листьями - только потомство с узкими листьями. В результате скрещивания широколистной и узколистной особей возникают растения с листьями промежуточной ширины. Каким будет потомство от скрещивания двух особей с листьями промежуточной ширины?

*Ответ:* 25%(АА) – широкие, 25%(аа) – узкие, 50% - промежуточные.

## **ДИГИБРИДНОЕ СКРЕЩИВАНИЕ**

### **Задача 9.**

Голубоглазый праворукий юноша (отец его был левшой), женился на кареглазой левше (все её родственники - кареглазые). Какие возможно будут дети от этого брака, если карие глаза и праворукость - доминантные признаки?

*Ответ:* ♀ ААвв, ♂ ааВв; дети: 50%- АаВв кареглазые правши, 50% - Аавв кареглазые левши.

### **Задача 10.**

Скрещивали кроликов: гомозиготную самку с обычной шерстью и висячими ушами и гомозиготного самца с удлинённой шерстью и стоячими ушами. Какими будут гибриды первого поколения, если обычная шерсть и стоячие уши – доминантные признаки?

*Ответ:* родители - ♀ ААвв ♂ ааВВ; F<sub>1</sub>: 100%(АаВв) – с обычной шерстью и стоячими ушами.

### **Задача 11.**

При скрещивании томата с пурпурным стеблем (доминантный признак) и красными плодами (доминантный признак) и томата с зеленым стеблем (рецессивный признак) и красными плодами получили 806 растений с пурпурным стеблем и красными плодами и 267 растений с пурпурным стеблем и желтыми плодами. Определите генотипы родителей, соотношение фенотипов и генотипов потомства.

*Ответ:* генотипы родителей - ♀ ААВв, ♂ ааВв; потомство – соотношение по фенотипу 3:1, генотипы 1 АаВВ, 2(АаВв), 1 Аавв.

### **Задача 12.**

У фигурной тыквы белая окраска плодов доминирует над жёлтой, дисковидная форма – над шаровидной. Как будут выглядеть гибриды от скрещивания гомозиготной жёлтой шаровидной тыквы и белой дисковидной (дигетерозиготной).

*Ответ:* генотипы родителей – аавв х АаВв; гибриды 25% - АаВв белые дисковидные, 25% - Аавв белые шаровидные, 25% - ааВв желтые дисковидные, 25% - аавв желтые шаровидные.

### **Задача 13.**

У родителей со свободной мочкой уха и треугольной ямкой на подбородке родился ребенок со сросшейся мочкой уха и гладким подбородком. Определите генотипы родителей, ребенка, фенотипы и генотипы других возможных потомков.

*Ответ:*

1. генотипы родителей - ♀ АаВв, ♂ АаВв;
2. генотип ребенка - аавв (со сросшейся мочкой уха и гладким подбородком)
3. генотипы и фенотипы возможных детей:  
(А\_В\_) свободная мочка и треугольная ямка  
(А\_вв) свободная мочка и гладкий подбородок  
(ааВ\_) со сросшейся мочкой уха и треугольная ямка

## **НАСЛЕДОВАНИЕ, СЦЕПЛЕННОЕ С ПОЛОМ**

### **Задача 14.**

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

*Ответ:* генотипы родителей - ♀ X<sup>A</sup> X<sup>a</sup>, ♂ X<sup>a</sup>Y; F<sub>1</sub>: 50% красноглазые (X<sup>A</sup> X<sup>a</sup>, X<sup>A</sup>Y), 50% с белыми глазами (X<sup>a</sup>Y, X<sup>a</sup> X<sup>a</sup>)

### **Задача 15.**

Отсутствие потовых желёз у людей передаётся по наследству как рецессивный признак, сцеплённых с X-хромосомой. Не страдающий этим заболеванием юноша женился на девушке без потовых желёз. Каков прогноз в отношении детей этой пары?

*Ответ:* 50% больны(все мальчики  $X^aY$ ), 50% здоровы, но носительницы болезни( все девочки  $X^A X^a$ )

### **Задача 16.**

Ген окраски кошек сцеплен с X-хромосомой. Черная окраска доминантная, рыжая рецессивная, гетерозиготы имеют черепаховую окраску. Какие могут быть котята от рыжей кошки и черного кота?

*Ответ:*  $F_1$ : 50% черепаховая окраска( $X^A X^a$ ), 50% с рыжей окраской ( $X^aY$ )

### **Задача 17.**

Женщина, носительница рецессивного гена гемофилии, вышла замуж за здорового мужчину. Определите генотипы родителей, вероятность рождения больных детей.

*Ответ:* генотипы родителей - ♀  $X^H X^h$  , ♂  $X^HY$ ; 25% - вероятность рождения больных детей  $X^hY$ (все мальчики)

### **Задача 18.**

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:* генотипы родителей ♀  $X^aY$ , ♂  $X^A X^a$ ;  $F_1$ : 50% зеленые( $X^A X^a$ ,  $X^AY$ ), 50% коричневые ( $X^a X^a$ ,  $X^aY$ ).

## **СЦЕПЛЕННОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ ГЕНОВ**

### **Задача 19.**

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:* кроссоверных гамет -  $Aa$  и  $aB$  - по 10%,  
некроссоверные –  $AB$  и  $ab$  – по 40%

### **Задача 20.**

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 21.**

Дигетерозиготная самка дрозофилы скрещена с рецессивным самцом. В потомстве получено AaBb – 49%, Aabb – 1%, aaBb – 1%, aabb – 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 22.**

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 23.**

Дигетерозиготное растение гороха с желтыми и гладкими семенами скрестили с таким же растением. Гены локализованы в одной хромосоме, кроссинговера не происходит. Определите генотипы родителей, фенотипы и генотипы потомства.

*Ответ:*

1. генотипы родителей - ♀ AaBb, ♂ AaBb;
2. генотипы потомства 1 AABb, 2 AaBb, 1 aabb;
3. фенотипы потомства 75% растений с желтыми и гладкими семенами, 25% растений с зелеными и морщинистыми семенами.

## **НАСЛЕДОВАНИЕ ГРУПП КРОВИ**

### **Задача 24.**

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 25.**

Родители имеют 2(гетерозигота) и 3(гомозигота) группы крови. Укажите возможные группы крови детей.

*Ответ:* возможные группы крови – 1,2,3,4.

**Задача 26.**

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

*Ответ:* 2 и 3.

**КОМБИНИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ****Задача 27.**

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 28**

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 29**

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  $I^0I^0$ , вероятность рождения такого ребенка  $3/16$ , т.е. 18,75%.

**Задача 30.**

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 31**

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: ♀  $X^3Y Aa$ ; ♂  $X^3X^K Aa$ .

### **Задача 32.**

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%.

Генетический код иРНК

Первое основа -ние	Второе основание				Третье основа -ние
	У (А)	Ц (Г)	А (Т)	Г (Ц)	
У (А)	<b>Фен</b> <b>Фен</b> <b>Лей</b> <b>Лей</b>	<i>Сер</i> <b>Сер</b> <b>Сер</b> <b>Сер</b>	<b>Тир</b> <b>Тир</b> - -	<b>Цис</b> <b>Цис</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>Гли</b> <b>Гли</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>Асп</b> <b>Асп</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)

## Наследование признаков у человека

Признаки	Доминантные	Рецессивные	Сцепленные с полом
Размер глаз	Большие	Маленькие	
Форма волос	Курчавые	Прямые	
Оволосение	Раннее облысение	Норма	
Цвет волос	Не рыжие	Рыжие	
Цвет глаз	Карие	Голубые или серые	
Пигментирование кожи лица	Веснушки	Отсутствие веснушек	
Рост	Карликовость	Нормальный рост	
Количество пальцев	Полидактилия (лишние пальцы)	Нормальное число пальцев	
Зубы	Отсутствие зубов	Норма	
Свертываемость крови	Нормальная свертываемость	Гемофилия	X-хромосома
Ногти на пальцах	Отсутствие ногтей	Норма	
Острота зрения	Близорукость	Норма	
Длина ресниц	Длинные	Короткие	
Сумеречное зрение	Куриная слепота	Нормальное зрение	
Цветовое зрение	Нормальное цветовое зрение	Цветовая слепота	X-хромосома
Длина подбородка	Длинный	Короткий	
Геморрагический диагноз	Кровоточивость	Норма	X-хромосома Y-хромосома
Судорожные расстройства	Судороги	Норма	X-хромосома Y-хромосома
Тембр голоса	Бас(у мужчин) Сопрано(у женщин)	Тенор (у мужчин) Контральто (у женщин)	

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

**СВЕДЕНИЯ О СЕРТИФИКАТЕ ЭП**

Сертификат 603332450510203670830559428146817986133868575785

Владелец Шауцукова Галина Алексеевна

Действителен с 11.04.2022 по 11.04.2023