

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Комитет общего и профессионального образования Ленинградской области  
Комитет образования администрации муниципального образования Госненский район  
МБОУ СОШ «Красноборский ЦО»

РАССМОТРЕНА И ПРИНЯТА  
на заседании педагогического  
совета школы

Протокол № 1 от 30.08.2024

УТВЕРЖДЕНО  
Директор МБОУ «СОШ  
Красноборский ЦО»  
Богданова Ю.Н.  
Приказ № 172-од от 30.08.2024

**Программа**  
**Внеурочной деятельности**  
**«РЕШЕНИЕ ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАЧ по БИОЛОГИИ»**  
**11 класс**

**Красный Бор**  
**2024-2025 уч.г.**

## Пояснительная записка

Программа внеурочной деятельности «Решение задач по биологии» предназначен для учащихся 11 классов средней школы.  
34 часа (1 час в неделю в 11 классе).

Актуальность умения решать биологические задачи возрастает в связи с введением ЕГЭ по биологии, а также с необходимостью применять знания, полученные на уроках и внеурочных занятиях, на практике. Программа «Решение задач по биологии» не только расширяет и систематизирует знания учащихся, но и рассматривает основные общебиологические понятия и закономерности, а также носит практико-ориентированный характер. Важная роль отводится практической направленности программы как возможности качественной подготовки к заданиям ЕГЭ.

Решение задач по биологии дает возможность лучше познать фундаментальные общебиологические понятия, отражающие строение и функционирование биологических систем на всех уровнях организации жизни. Решение задач позволяет также углубить и закрепить знания по разделам общей биологии. Особый акцент в программе данного курса сделан на выполнение разнообразных заданий по молекулярной биологии, а также задач по генетике, клеточному уровню организации живой природы. Курс тесно связан с уроками общей биологии и рекомендован учащимся, которые увлекаются биологией и готовятся к поступлению, соответствует требованиям Федерального Государственного Образовательного Стандарта. Генетические, молекулярные задачи включены в кодификаторы ЕГЭ по биологии, причем в структуре экзаменационной работы считаются заданиями повышенного уровня сложности.

Программа демонстрирует связь биологии, в первую очередь, с медициной, селекцией.

**Цель:** углубить знания учащихся о молекулярных основах жизни и научить решать задачи по молекулярной биологии и генетике разного уровня сложности.

### **Задачи:**

- расширить и углубить знания по молекулярной биологии и генетике;
- развивать общеучебные и интеллектуальные умения сравнивать и сопоставлять биологические объекты, анализировать полученные результаты, выявлять причинно-следственные связи, обобщать факты, делать выводы
- совершенствовать умение решать текстовые и тестовые задачи;
- воспитывать на примере новейших открытий в биотехнологии убежденность в познаваемости природы. Содержание курса тесным образом связано с программным материалом разделов биологии, изучаемых в основной и старшей школах: основ цитологии, молекулярной биологии, биохимии, генетики

### **Планируемые результаты освоения курса «Решение генетических задач».**

**Личностные результаты** отражаются в индивидуальных качественных свойствах учащихся, которые они должны приобрести в процессе изучения программы внеурочной деятельности «Решение задач по биологии»

- уметь реализовывать теоретические познания на практике;
- видеть значение обучения для повседневной жизни и осознанного выбора профессии;
- проводить работу над ошибками для внесения корректив в усваиваемые знания;
- испытывать любовь к природе, чувства уважения к ученым-биологам, генетикам
- признавать право каждого на собственное мнение;
- формировать эмоционально-положительное отношение сверстников к себе через глубокое знание биологической науки;
- проявлять готовность к самостоятельным поступкам и действиям на благо природы;
- уметь отстаивать свою точку зрения;
- критично относиться к своим поступкам, нести ответственность за их последствия;
- уметь слушать и слышать другое мнение, вести дискуссию, уметь оперировать фактами как для доказательства, так и для опровержения существующего мнения.

**Метапредметные результаты** характеризуют уровень сформированности универсальных способностей учащихся, проявляющихся в познавательной и практической творческой деятельности

### **Познавательные УУД:**

- умение работать с текстом, выделять в нем главное;
- умение выбирать смысловые единицы текста и устанавливать отношения между ними;
- умение работать с различными источниками информации, преобразовывать ее из одной формы в другую, выделять главное в тексте, структурировать учебный материал;
- умение структурировать учебный материал, выделять в нем главное;
- умение давать характеристику основным типам биологических задач.

### **Регулятивные УУД:**

- владеть языком предмета; - знают вклад выдающихся ученых в развитие биологии;
- генетическую терминологию и символику;
- знают влияние негативных факторов на генетические изменения;
- несут знания окружающим о биологических закономерностях

### **Коммуникативные УУД:**

- учатся самостоятельно организовывать учебное взаимодействие в группе;
- обсуждают результаты работы, вступают в диалог, участвуют в коллективном обсуждении;
- работая по плану, сверяют свои действия с целью и, при необходимости, исправляют ошибки самостоятельно;

- проявляют готовность к обсуждению разных точек зрения и выработке общей (групповой) позиции;
- умеют представлять конкретное содержание и сообщать его в устной форме;
- обмениваются знаниями для принятия эффективных совместных решений;
- умение работать в группах, обмениваться информацией с одноклассниками;
- заполняют таблицу по результатам изучения различных классов веществ;
- умеют представлять конкретное содержание и сообщать его;
- интересуются чужим мнением и высказывают свое;
- умеют слушать и слышать друг друга;
- умеют представлять конкретное содержание и сообщать его в письменной и устной форме

**Предметные результаты** характеризуют опыт учащихся в предметной деятельности, который приобретается и закрепляется в процессе освоения учебного предмета

-знают символику, которая используется при решении задач;

- **Предметные результаты** характеризуют опыт учащихся в предметной деятельности, который приобретается и закрепляется в процессе освоения учебного предмета

-знают символику, которая используется при решении задач;

### **Общие учебные умения, навыки и способы деятельности**

#### ***Познавательная деятельность***

Определение структуры объекта познания, поиск и выделение значимых функциональных связей и отношений между частями целого. Умение разделять процессы на этапы, звенья; выделение характерных причинно-следственных связей. Определение адекватных способов решения учебной задачи на основе заданных алгоритмов. Комбинирование известных алгоритмов деятельности в ситуациях, не предполагающих стандартное применение одного из них. Творческое решение учебных и практических задач: умение мотивированно отказываться от образца, искать оригинальные решения.

#### ***Информационно-коммуникативная деятельность***

Использование для решения познавательных и коммуникативных задач различных источников информации, включая энциклопедии, словари, интернет-ресурсы и другие базы данных.

#### ***Рефлексивная деятельность***

Самостоятельная организация учебной деятельности (постановка цели, планирование, определение оптимального соотношения цели и средств и др.). Владение навыками контроля и оценки своей деятельности, умением предвидеть возможные последствия своих действий. Поиск и устранение причин возникших трудностей. Оценивание своих учебных достижений, поведения, черт своей личности, своего физического и эмоционального состояния. Осознанное определение сферы своих интересов и возможностей. Оценивание своей деятельности с точки зрения нравственных, правовых норм, эстетических ценностей. Использование своих прав и выполнение своих обязанностей как гражданина, члена общества и учебного коллектива.

### **Содержание программы .**

#### **Тема 1. Решение задач по молекулярной биологии (10ч.)**

Ведение. Белки. Белки-полимеры, структуры белковой молекулы, функции белков в клетке. Решение задач по теме белки. Биосинтез белка: код ДНК, транскрипция, трансляция – динамика биосинтеза белка, решение задач. Нуклеиновые кислоты: сравнительная характеристика ДНК и РНК, решение задач. Энергетический обмен: метаболизм, анаболизм, катаболизм, ассимиляция, диссимиляция; этапы энергетического обмена: подготовительный, гликолиз, клеточное дыхание, решение задач. Способы деления клеток: митоз, мейоз. Основные этапы, фазы, их особенности. Решение задач.

#### **Тема 2. Решение задач по генетике (23 ч.)**

Генетические символы и термины. Законы Г. Менделя: (закономерности, установленные Менделем при моно - и дигибридном скрещивании), задачи на законы Менделя, решение задач на моно – и дигибридное скрещивание повышенной сложности. Неполное доминирование: решение задач повышенной сложности. Наследование групп крови. Генетика пола; наследование, сцепленное с полом: (хромосомное и нехромосомное определение пола в природе), решение задач на сцепленное с полом наследование. Решение комбинированных задач. Взаимодействие генов: (взаимодействие аллельных и неаллельных генов), решение задач повышенной сложности на все виды взаимодействия: комплементарность, эпистаз, полимерию. Закон Т. Морганарешение задач на кроссинговер, составление хромосомных карт. Закон Харди – Вайнберга: лекция «Вслед за Харди и Вайнбергом, решение задач по генетике популяций. Генетика человека: термины и символы, решение

### **Распределение учебных часов по разделам (**

№	<i>Разделы учебной программы</i>	<i>Количество часов (всего)</i>	<i>Контроль знаний</i>
1	Решение задач по молекулярной биологии	4	
2	Решение задач по генетике	10	
3	Наука о клетке	9	1

4	Размножение и развитие организмов	4	1
5	Основы эволюции	3	
6	Основы экологии	4	1

### Тематическое планирование

№ урока	Тема урока	Элементы содержания	Дата	
			план	факт
<b>Тема 1. Решение задач по молекулярной биологии (4 ч.)</b>				
1	Ведение. Белки. Решение задач по теме белки	Белки: актуализация знаний по теме (белки-полимеры, структуры белковой молекулы, функции белков в клетке), решение задач		
2 3	Биосинтез белка - актуализация знаний Решение задач по теме биосинтез белка	Биосинтез белка: актуализация знаний по теме (код ДНК, транскрипция, трансляция – динамика биосинтеза белка), решение задач		
4	Нуклеиновые кислоты - актуализация знаний Решение задач по теме нуклеиновые кислоты	Нуклеиновые кислоты: актуализация знаний по теме по теме (сравнительная характеристика ДНК и РНК), решение задач		
<b>Тема 2. Решение задач по генетике (10 ч.)</b>				
5	Генетические символы и термины Законы Г.Менделя 1 Законы Г.Менделя 2	Генетические символы и термины. Законы Г. Менделя: актуализация знаний по теме (закономерности, установленные Менделем при моно - и дигибридном скрещивании), тестовый контроль умения решать задачи на законы Менделя, предусмотренные программой, решение задач на моно – и дигибридное скрещивание повышенной сложности		
6.	Неполное доминирование - актуализация знаний и решение задач	Неполное доминирование: актуализация знаний по теме, решение задач по теме повышенной сложности		
7	Наследование групп крови - актуализация знаний и решение задач	Наследование групп крови: актуализация знаний по теме, решение задач.		
8	Генетика пола - актуализация знаний и решение задач	Генетика пола; наследование, сцепленное с полом: актуализация знаний по теме (хромосомное и нехромосомное определение пола в природе), решение задач на сцепленное с полом наследование повышенной сложности		
9	Решение комбинированных задач с резус-фактором и решение задач	Решение комбинированных задач.		

10	Решение комбинированных задач с генетикой пола			
11	Взаимодействие генов - актуализация знаний и решение задач	Взаимодействие генов: актуализация знаний по теме (взаимодействие аллельных и неаллельных генов), решение задач повышенной сложности на все виды взаимодействия: комплементарность, эпистаз, полимерию		
12	Закон Т.Моргана - актуализация знаний и решение задач	Закон Т. Моргана: актуализация знаний (почему Т. Морган, ставя цель опровергнуть законы Г. Менделя, не смог этого сделать, хотя получил совершенно другие результаты?), решение задач на кроссинговер, составление хромосомных карт.		
13	Закон Харди – Вайнберга и решение задач	Закон Харди – Вайнберга: лекция «Вслед за Харди и Вайнбергом, решение задач по генетике популяций.		
14	Генетика человека - актуализация знаний . Понятие родословной человека.Генетика человека - решение задач	Генетика человека: актуализация знаний по теме, термины и символы, решение задач.		

<b>Тема 3. Наука о клетке (9 ч.)</b>			
15	Основные положения клеточной теории. Химический состав клетки.	Шлейден, Шванн, биологически важные х. элементы, неорганические вещества, органические вещества	
16	Структура и функции клетки.	Двумембранные, одномембранные, немембранные органоиды клетки, взаимосвязь строения и функции	
17	Естественная классификация органического мира	Клеточная и неклеточная формы жизни, вирусы, безъядерные, ядерные, основные царства организмов.	
18	Прокариоты. Бактерии, археи.	Особенности структуры и функционирования доядерных организмов. Дробянки.	

19	Эукариоты. Сравнительная характеристика клеток растений, животных, грибов.	Пластиды: хлоропласты, хромопласты, лейкопласты, целлюлоза, хитин, муреин.		
20	Вирусы - облигатные внутриклеточные паразиты.	Фаги, бактериофаги, вирион, ДНК-содержащие, РНКсодержащие вирусы, ретровирусы		
21	Решение биологических задач по цитологии.	Решение заданий из сб. ЕГЭ, на сравнение клеток организмов различных царств.		
22	Метаболизм в клетке. Понятие о пластическом обмене. Фотосинтез, его значение для жизни на земле.	Ассимиляция, диссимиляция, метаболизм, катаболизм, взаимосвязь между двумя видами обмена. Хлорофилл, световая, темновая фазы фотосинтеза, фотолиз воды, биоаккумуляторы.		
23	Обеспечение клетки энергией. Основные этапы энергетического обмена.	Подготовительный этап, бескислородный этап - гликолиз, кислородный этап, анаэробы, аэробы		
<b>Тема 4. Размножение и развитие организмов (4 ч.)</b>				
24	Основные свойства живой материи. Размножение и развитие организмов. Бесполое размножение	. Основные способы размножения организмов: бесполое и половое. Способы бесполого размножения: деление надвое, спорообразование, вегетативное, почкование		
25	Половое размножение.	Гаметогенез, мужские и женские гаметы, сперматогенез, овогенез, оплодотворение, зигота.		
26	Индивидуальное развитие организмов	. Онтогенез, эмбриональное и постэмбриональное развитие, морула, бластула, гаструла, нейрула.		
27	Митоз и мейоз в сравнении.	Диплоидные и гаплоидные наборы хромосом, биваленты, конъюгация, кроссинговер.		
<b>Тема 5. Основы эволюции (3 часа)</b>				
28	Механизмы эволюционного процесса. Факторы эволюции по Ч.Дарвину.	Движущие силы эволюции согласно СТЭ. Отбор случайных ненаследственных изменений.		
29	Основные направления эволюции.	Ароморфозы, идиоадаптации, общая дегенерация.		
30	Этапы эволюции человека. Роль социального фактора в эволюции человека.	Дриопитек, австралопитек, древнейшие люди, древние люди, люди современного типа.		
<b>Тема 5. Основы экологии (4 часов)</b>				
31	Экологические факторы среды. Влияние антропогенного фактора на экосистемы.	Абиотические, биотические факторы, основные типы экологических взаимодействий		

32	Биоценоз, экосистемы, свойства экосистем, смена экосистем.	Саморегуляция, самовоспроизводство, устойчивость, экологические сукцессии.		
33	Сравнительная характеристика естественных экосистем и агроценозов. Решение экологических задач	Короткие пищевые цепи, видовое разнообразие, дополнительная энергия. Составление пищевых цепей, экологические пирамиды, правило 10-ти		
34	Структура и функции биосферы. Итоговое тестирование	Косное, биокосное, биогенное, живое вещество, глобальные экологические проблемы.		

**Требования к усвоению учебного материала.  
В результате изучения программы курса учащиеся 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
- популяционно-статистический метод – основу популяционной генетики (в медицине применяется при изучении наследственных болезней)

**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)

**Темы рефератов и проектных работ:**

- Генетика: история и современность.
- Методы изучения наследственности человека.
- Генетическая медицина: шаги в будущее.
- Чем опасны близкородственные браки?
- Изучение и прогнозирование наследования конкретного признака в своей семье.
- Изучение проявления признаков у домашних питомцев.

**Приложение**

Для успешного решения задач по генетике следует уметь выполнять некоторые несложные операции и использовать методические приемы.

1. Прежде всего необходимо внимательно изучить **условие задачи**. Даже те учащиеся, которые хорошо знают закономерности наследования и успешно решают генетические задачи, часто допускают грубые ошибки, причинами которых является невнимательное или неправильное прочтение условия.
2. Следующим этапом является определение **типа задачи**. Для этого необходимо выяснить, сколько пар признаков рассматривается в задаче, сколько пар генов кодирует эти признаки, а также число классов

фенотипов, присутствующих в потомстве от скрещивания гетерозигот или при анализирующем скрещивании, и количественное соотношение этих классов. Кроме того, необходимо учитывать, связано ли наследование признака с половыми хромосомами, а также сцеплено или независимо наследуется пара признаков. Относительно последнего могут быть прямые указания в условии. Также, свидетельством о сцепленном наследовании может являться соотношение классов с разными фенотипами в потомстве.

3. **Выяснение генотипов** особей, неизвестных по условию, является **основной методической операцией**, необходимой для решения генетических задач. При этом решение всегда надо начинать с особей, несущих рецессивный признак, поскольку они гомозиготны и их генотип по этому признаку однозначен – **aa**. Выяснение генотипа организма, несущего доминантный признак, является более сложной проблемой, потому что он может быть гомозиготным (**AA**) или гетерозиготным (**Aa**).
4. Конечным этапом решения является **запись схемы скрещивания (брака)** в соответствии с требованиями по оформлению, а также максимально подробное изложение всего хода рассуждений по решению задачи с обязательным логическим обоснованием каждого вывода. Отсутствие объяснения даже очевидных, на первый взгляд, моментов может быть основанием для снижения оценки на экзамене. Однако опыт показывает, что большинство учащихся испытывает значительные трудности при решении генетических задач.

## ПРИЛОЖЕНИЕ.

### 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.

### Основные генетические понятия и термины.

#### Хромосомная теория наследственности.

##### 1. Генетические понятия и термины.

Для изучения любой науки необходимо знание ее специальных терминов и понятий.

Познакомимся с основными терминами и понятиями науки генетики.

Наследственность и изменчивость – два противоположных свойства организма, которые составляют единое целое. Именно эти свойства являются основой для эволюции органического мира. **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.

Единица материальной основы наследственности – **ген** – участок молекулы ДНК, ответственный за проявление какого-либо признака. Гены располагаются в определенных участках хромосом – **локусах**. **Наследственный фактор** – введенное Г. Менделем понятие, которым он обозначил признак, передающийся по наследству. Впоследствии для определения этого понятия В. Иогансенем был введен термин «ген».



Реализация признака у организма осуществляется по схеме: ген → белок → признак. **Гомологические хромосомы** – хромосомы, содержащие одинаковый набор генов, сходных по морфологическим признакам, конъюгирующие в профазе I мейоза.

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

У диплоидных клеток в гомологических хромосомах находятся гены, регулирующие развитие одних и тех же признаков. Парные гены, расположенные в одних и тех же локусах гомологических хромосом и ответственные за появление одного признака (например, цвета волос, глаз, формы уха и т.д.), называются **аллельными генами (аллелями)**.

**Аллели** обозначаются буквами латинского алфавита: А, а, В, в, С, с и т.д.

Аллельные гены могут нести одинаковые или противоположные качества одного признака. Последние называются **альтернативными**. Альтернативными являются, например, аллели темной и светлой окраски волос, серого и карего цвета глаз, желтой и зеленой окраски семян.

Аллельные гены могут быть доминантными и рецессивными.

**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 гомологических хромосомах (АА или аа).

**Гетерозигота** – это клетка (особь), имеющая разные аллели одного гена в гомологических 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. Передача наследственных признаков происходит при делении клетки и размножении организма: при половом размножении – через половые клетки – **гаметы**; при бесполом размножении через соматические клетки.

**Соматические клетки** – клетки тела.

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

### Обозначения и символы, используемые в генетике.

Родительские особи (лат. «парентс») – Р.

Женская особь – ♀.

Мужская особь – ♂.

Особи первого поколения, гибридные особи (лат. «филии») – F<sub>1</sub>. Второе поколение гибридов – F<sub>2</sub>.

Гаметы – G.

Доминантные аллели – А, В, С ... Рецессивные аллели – а, в, с... Гетерозигота – Аа.

Доминантная гомозигота – АА.

Рецессивная гомозигота – аа.

Дигетерозигота (гетерозигота при дигибридном скрещивании) – АаВв.

Доминантная гомозигота при дигибридном скрещивании – ААВВ. Рецессивная гомозигота при дигибридном скрещивании – аавв.

### 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.

### 3. Хромосомная теория наследственности.

Основные положения хромосомной теории наследственности были сформулированы американским ученым Томасом Морганом в 1911 году. В основе теории лежит поведение хромосом в мейозе, от которого зависит качество образующихся гамет.

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.

#### **Значение хромосомной теории наследственности.**

\*Дала объяснение законам Менделя.

\*Вскрыла цитологические основы наследования признаков.

\*Объяснила генетические основы теории естественного отбора.

### Моногибридное скрещивание.

#### **Задачи:**

- повторить сущность первого и второго законов генетики;
- продолжать формировать умения применять знания о митозе, мейозе и оплодотворении для объяснения генетических закономерностей;
- познакомить учащихся с различными генетическими явлениями и закономерностями; - продолжать формировать умения пользоваться генетической символикой.

#### **Примерный теоретический материал к занятию.**

**Моногибридное скрещивание – скрещивание форм, отличающихся друг от друга по одной паре альтернативных (контрастных) признаков, предающихся по наследству.** Впервые закономерности наследования были установлены Г.Менделем с помощью гибридологического метода. Для своих опытов Мендель использовал особи, относящиеся к чистым линиям (гомозиготные), отличающиеся по одной паре альтернативных признаков.

#### **Схема 1-го скрещивания (представителей двух чистых линий).**

P фенотип желтые семена x зеленые семена

P генотип AA x aa

↓ ↓

G Aa

F<sub>1</sub> генотип Aa

F<sub>1</sub> фенотип желтые семена

В результате все гибриды первого поколения имеют одинаковый генотип и фенотип. Эту **закономерность называют законом единообразия первого поколения или первым законом Менделя.**

**При моногибридном скрещивании у гибридов первого поколения проявляются только доминантные признаки: фенотип их и генотип их единообразны.** Для второго скрещивания используются гибриды первого поколения F<sub>1</sub>.

#### **Схема 2-го скрещивания**

#### **(гибридов первого поколения).**

P фенотип желтые семена x желтые семена

P генотип Aa x Aa

↓ ↓ ↓ ↓

G AaAa

F<sub>2</sub> генотип AA AaAaaa

F<sub>2</sub> фенотип жел. жел. жел. зелен.

Для удобства расчета результатов скрещивания принято использовать схему, предложенную ученым Пеннетом (решетка Пеннета). В ней по вертикали указывают гаметы женской особи, а по горизонтали –

мужской. В местах пересечений записывают генотипы зигот, полученных в результате случайного оплодотворения.

#### ***Решетка Пеннета для приведенной выше схемы скрещивания.***

Таким образом, при скрещивании гибридов первого поколения во втором поколении происходит расщепление признаков: у основной части потомков (3/4) присутствует ген А и фенотипически проявляется доминантный признак, а у части потомков с генотипом аа проявляется рецессивный признак. **Эту закономерность называют законом расщепления признаков (второй закон Менделя).**

**При скрещивании двух гетерозиготных особей (гибридов первого поколения) во втором поколении наблюдается расщепление признаков по фенотипу в соотношении 3:1, а по генотипу – 1: 2:1.**

#### ***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 (АА и аа) и дают только один тип гамет – А или а соответственно. При слиянии гамет в зиготу попадают гомологичные хромосомы с альтернативными признаками, поэтому все полученные потомки являются гетерозиготными гибридами с генотипом Аа, но проявляется в фенотипе только доминантный признак. Гибриды первого поколения гетерозиготны (Аа). 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 серповидноклеточной 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%.

#### ***Анализирующее скрещивание.***

**Анализирующее скрещивание – скрещивание, проводящееся для определения генотипа организма. Анализирующее скрещивание – это скрещивание особи с доминантным признаком, но неизвестным генотипом с особью, гомозиготной по рецессивному признаку, генотип которой всегда аа. По результату скрещивания определяется генотип особи с доминантным признаком.**

**I вариант.** Если при скрещивании особи с доминантным признаком с рецессивной гомозиготной особью полученное потомство единообразно, то анализируемая особь с доминантным признаком гомозиготна.

P фенотип доминантный признак x рецессивный признак

P генотип A\_ x aa

↓ ↓ ↓

G A\_ a

F<sub>1</sub> фенотип доминантный признак

генотип Aa

**Вывод:** если потомство единообразно, то неизвестный ген A, т.е. генотип анализируемой особи AA.

**II вариант.** Если при скрещивании особи с доминантным признаком с рецессивной гомозиготной особью полученное потомство дает расщепление 1:1, то исследуемая особь с доминантным признаком гетерозиготна.

P фенотип доминантный признак x рецессивный признак

P генотип A\_ aa ↓ ↓ ↓

G A\_ a

F<sub>1</sub> фенотип доминантный признак рецессивный признак

генотип Aaaa

1:1

**Вывод:** если у потомства происходит расщепление признаков, то неизвестный ген рецессивный и генотип анализируемой особи Aa.

Анализирующее скрещивание часто используется в селекции растений и животных для определения генотипа особи с доминантным признаком и выведения чистой линии.

**Решение задач на моногибридное скрещивание.**

**Алгоритм решения прямых задач.**

*Под прямой задачей подразумевается такая, в которой известны генотипы родителей, необходимо определить возможные генотипы и фенотипы потомства в первом и втором поколениях.*

Для решения задачи следует составить схему, аналогичную той, что использовалась для записи результатов моногибридного скрещивания.

Пример решения задачи.

1. Чтение условия задачи.

Задача. При скрещивании двух сортов томатов с гладкой и опушенной кожицей в первом поколении все плоды оказались с гладкой кожицей. Определите генотипы исходных родительских форм и гибридов первого поколения. Какова вероятность получения в потомстве плодов с гладкой кожицей? Плодов с опушенной кожицей?

2. Введение буквенного обозначения доминантного и рецессивного признаков.

Решение. Если в результате скрещивания все потомство имело гладкую кожицу, то этот признак - доминантный (A), а опушенная кожица - рецессивный признак (a).

3. Составление схемы 1-го скрещивания, запись фенотипов, а затем генотипов родительских особей.

Так как скрещивались чистые линии томатов, родительские особи были гомозиготными.

P фенотип ♀ гладкая x ♂ опушенная кожица

P генотип ♂ AA x ♀ aa

4. Запись типов гамет, которые могут образовываться во время мейоза.

↓ ↓

G Aa

(Гомозиготные особи дают только один тип гамет.)

5. Определение генотипов и фенотипов потомков, образующихся в результате оплодотворения.

F<sub>1</sub> генотип Aa

фенотип гладкая кожица

6. Составляем схему второго скрещивания.

P фенотип ♀ гладкая x ♂ гладкая кожица P генотип ♂ Aa x ♀ Aa

7. Определяем гаметы, которые дает каждая особь.

7. ↓ ↓ ↓ ↓ G AaAa

(Гетерозиготные особи дают два типа гамет).

8. Составляем решетку Пеннета и определяем генотипы и фенотипы потомков.

F<sub>2</sub> Генотип

AaAaAaaa гл. гл. гл. опуш.

9. Отвечаем на вопросы задачи полными предложениями, записывая все вычисления.

Вероятность появления в F<sub>2</sub> плодов с гладкой кожицей:

4 - 100%

3 - x x = (3x100):4 = 75%

Вероятность появления в F<sub>2</sub> плодов с опушенной кожицей:

100% - 75% = 25%.

10. Записываем ответ по образцу:

Ответ: AA, aa, Aa / 75%, 25%.

#### Алгоритм решения обратных задач.

*Под обратной задачей имеется в виду такая задача, в которой даны результаты скрещивания, фенотипы родителей и полученного потомства; необходимо определить генотипы родителей и потомства.*

1. Задача. При скрещивании двух дрозофил с нормальными крыльями у 32 потомков были укороченные крылья, а у 88 потомков – нормальные крылья. Определите доминантный и рецессивный признаки. Каковы генотипы родителей и потомства?

2. По результатам скрещивания F<sub>1</sub> или F<sub>2</sub> определяем доминантный и рецессивный признаки и вводим обозначение.

2. Решение. Скрещивались мухи с нормальными крыльями, а 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 признаком или особи с известным по условию задачи генотипом.

3.

P фенотип ♀ норм. х ♂ норм. крылья крылья

P генотип ♂ A\_ x ♀ A\_

F<sub>1</sub> фенотип 88 норм. крылья 32 редуц. крылья

генотип A\_ aa

4. Определяем типы гамет, которые может образовать каждая родительская особь.

4. 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 фенотип норм. крылья х норм. крылья

P генотип Aa x Aa

↓ ↓ ↓ ↓

G AaAa

5. Определяем генотип и

фенотип потомства, полученного в результате оплодотворения, записываем схему.

F<sub>1</sub> генотип AA AaAaaa

фенотип 88 (норм. норм. норм. редуц.)

6. Записываем ответ задачи.

Ответ: доминантный признак – нормальные крылья/ Aa и Aa/ AA, 2Aa, aa.

#### Фрагмент занятия «Решение генетических задач».

##### Цели занятия.

- Проверка усвоения основных законов наследственности, терминологии, символики;
- проверка усвоения основных алгоритмов решения генетических задач;
- проверка сформированности навыков решения генетических задач повышенной сложности на моногибридном скрещивании, дигибридном скрещивании, сцепленном наследовании генов, наследование, сцепленное с полом, комплементарность, эпистаз и др.
- развитие логического мышления;
- развитие познавательной самостоятельности, интереса к изучаемому предмету;
- воспитание внимательности, сосредоточенности

**Продолжительность занятия – 1 урок.**

##### Оборудование.

- Распечатанные задачи (усложненные задачи помечены \*);
- ответы к задачам;
- готовые решения задач;

##### Ход занятия.

1. Вступительное слово учителя: постановка цели перед учащимися.  
Цель: решить все предложенные задачи для проверки усвоения навыков решения генетических задач.
2. Учащиеся самостоятельно выбирают задачи, решают их на доске, объясняют решение. Для самопроверки пользуются готовыми ответами. В случае затруднения могут помогать друг другу, в случае расхождения с ответами - коллективно находить ошибки.
3. В конце занятия учитель анализирует а) степень самостоятельности;  
б) степень усвоения материала.

##### Задача 1.

У разводимых в неволе лисиц доминантный ген вызывает появление платиновой окраски, а в гомозиготном состоянии обладает летальным действием (гибнут эмбрионы). Рецессивный аллель определяет серебристо-серую окраску. Скрещивали платиновых лисиц между собой и получили 72 потомка.

- 1.
1. Сколько типов гамет образуется у платиновой лисицы?
2. Сколько животных погибло в эмбриональном состоянии?
3. Сколько разных жизнеспособных генотипов образуется при таком скрещивании?
4. Сколько родилось серебристо-серых лисят?
5. Сколько родилось платиновых лисят?

#### **Задача 2.**

У человека серповидноклеточная анемия наследуется как признак неполностью доминантный. У доминантных гомозигот развивается сильная анемия, приводящая к смерти, а у гетерозигот анемия проявляется в легкой форме. Малярийный плазмодий не может усваивать аномальный гемоглобин, поэтому люди, имеющие ген серповидноклеточной анемии, не болеют малярией.

В семье у обоих супругов легкая форма анемии.

- 1.
1. Сколько типов гамет образуется у каждого супруга?
2. Сколько разных фенотипов может быть среди детей этой пары?
3. Какова вероятность рождения ребенка с тяжелой формой анемии?
4. Какова вероятность рождения ребенка, устойчивого к малярии?
5. Какова вероятность рождения ребенка, чувствительного к малярии? **Задача 3.**

Владелец нескольких тигров нормальной (поперечной) «окраски» приобрел тигра с продольными полосками на шкуре (рецессивный признак). Скрестив его с одним из своих тигров, он получил тигрят «в клеточку». При скрещивании клетчатых тигров между собой в потомстве преобладали клетчатые животные, но встречались и тигрята с поперечными и продольными полосками.

- 1.
1. Опишите одним словом генотип «клетчатого» тигра.
2. **Сколько гамет** может образовать полосатый тигр?
3. Какова вероятность появления во втором поколении тигрят в клеточку?
4. Является ли клетчатый рисунок рецессивным признаком?
5. Можно ли говорить о полном доминировании поперечной окраски?

#### **Задача 4.**

В родильном доме перепутали двух детей. Родители одного из них имеют I и II группы крови, родители другого – II и IV. Исследование показало, что дети имеют I и II группы крови. Определите, кто чей ребенок.

#### **Задача 5.**

У морских свинок черная окраска шерсти (А) доминирует над белой, курчавая шерсть (В) – над гладкой, а короткая шерсть (Д) – над длинной. Скрещивали свинок с белой гладкой длинной шерстью с тригетерозиготными свинками, у которых шерсть черная курчавая короткая.

- 1.
1. Сколько типов гамет образуется в организме родительской свинки с черной курчавой короткой шерстью?
2. Сколько разных фенотипов получится у потомков при описанном скрещивании?
3. Сколько разных генотипов получится при описанном скрещивании?
4. Какова вероятность появления потомства с белой длинной шерстью?

#### **Задача 6.**

У человека темные волосы, карие глаза, веснушки на лице – доминантные признаки, а светлые волосы, голубые глаза, отсутствие веснушек – рецессивные.

Темноволосая женщина, имеющая синие глаза и веснушки на лице вышла замуж за светловолосого мужчину с карими глазами, без веснушек. У них родился светловолосый голубоглазый сын без веснушек на носу. С какой вероятностью может родиться темноволосый кареглазый ребенок без веснушек?

#### **Задача 7.\***

Здоровая женщина вступает в брак со здоровым мужчиной. У них рождается 5 сыновей. Один страдает дальтонизмом, но имеет нормальную кровь, один – страдает гемофилией, но имеет нормальное зрение, а один страдает дальтонизмом и гемофилией. Определите генотипы родителей, объясните причину появления у детей таких фенотипов, укажите название процесса.

#### **Задача 8.\***

Скрещены две чистые линии мышей: в одной из них животные имеют черную шерсть нормальной длины, а другой – длинную серую. Гены нормальной длины шерсти (А) и серой окраски (В) - доминантные. Гибриды F<sub>1</sub> имеют шерсть нормальную серую. При анализирующем скрещивании получилось следующее расщепление: мышат с нормальной серой шерстью – 89, с нормальной черной – 36, с длинной серой – 35 и длинной черной – 88. Какой процент составят кроссоверные мышата?