

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Кафедра экологии и общей биологии

**Соболев А.Н.**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ  
ПО ГЕНЕТИКЕ  
ДЛЯ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ**

Орел - 2008

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРОГРАММА ПО ГЕНЕТИКЕ.....	3
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЙ.....	9
ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ .....	12
Задачи на моногибридное скрещивание. ....	12
Задачи на дигибридное скрещивание. ....	15
Задачи на множественный аллелизм.....	17
Задачи на наследование признаков, сцепленных с полом .....	20
Задачи на взаимодействие генов. ....	21
ЛИТЕРАТУРА .....	45

УДК 575

Печатается  
по разрешению  
Редакционно-издательского  
Совета ОГУ, протокол № 2  
От «24.12.2007 г.»

**Соболев А.Н.** Методические указания по выполнению контрольных работ по генетике для студентов заочного отделения Учебно-методическое пособие. /А.Н. Соболев.– Орел: ОГУ. –2008– 45с.

Источник файла: <http://textarchive.ru/c-2282575.html>

Рецензенты: Г.Г. Ладнова, профессор кафедры экологии и общей биологии Орловского государственного университета, доктор биологических наук;

Е.Н.Демьянков, профессор кафедры ботаники Орловского государственного университета, кандидат педагогических наук.

В учебно-методическом пособии приведена программа по генетике, которую должны освоить студенты. Проанализированы решения основных типов генетических задач. Представлен алгоритм решения задач по генетике, правила их оформления, подробно рассмотрены примеры решения задач по всем основным разделам курса генетики. Кроме того, в пособии даны варианты контрольных заданий для закрепления знаний генетики студентами-заочниками. Данное учебно-методическое пособие рекомендовано к применению на учебных занятиях по генетике со студентами-заочниками факультета естественных наук решением заседания кафедры экологии и общей биологии (протокол № 3 от 23 ноября 2007 года).

© 2008

**Соболев А.Н.**

## **ПРОГРАММА ПО ГЕНЕТИКЕ**

Предмет генетики и его место в системе биологических наук. Понятие о наследственности и изменчивости. Методы генетики: гибридологический, цитологический, физико-химический, онтогенетический, математический и др. Краткая история развития генетики. Генетика как теоретическая основа селекции и семеноводства. Значение генетики для решения задач медицины, биотехнологии, предотвращения мутагенного загрязнения окружающей среды.

### **Материальные основы наследственности.**

Механизмы размножения прокариот. Клеточный цикл. Митоз как механизм бесполого размножения у эукариот. Фазы митоза. Кариотип, хромосомы, хроматиды. Особенности воспроизведения и распределения хромосом и цитоплазматических органоидов в процессе деления клетки. Эндомитоз, политения. Видовая специфичность числа и морфологии хромосом. Особенности организации хромосом. Генетическое значение митоза.

Цитологические основы полового размножения. Фазы и стадии мейоза, характерные черты профазы I мейоза. Конъюгация, кроссинговер, расхождение гомологичных и негомологичных хромосом в мейозе. Генетическое значение мейоза. Основные различия в протекании митоза и мейоза.

Половое и бесполое размножение. Основные типы полового размножения: амфимиксис, апомиксис, партеногенез, гиногенез, андрогенез. Половые клетки. Гаметогенез у животных. Спорогенез и гаметогенез у растений. Сходство и различие в развитии половых клеток у растений и животных. Оплодотворение. Общие и специфические черты процесса оплодотворения у растений и животных. Двойное оплодотворение у растений.

### **Закономерности наследования признаков и принципы наследственности.**

Основные принципы гибридологического анализа, разработанного Г. Менделем: анализ наследования отдельных альтернативных пар признаков, использование гомозиготных родительских форм, индивидуальный анализ потомства каждого

гибридного организма, количественный учет всех классов расщепления.

Генетическая символика. Правила скрещивания. Основные понятия генетики: ген, генотип, фенотип, гомозигота, гетерозигота.

Наследование при моногибридном скрещивании. Понятие о реципрокных, возвратных и анализирующих скрещиваниях. Правило единообразия гибридов первого поколения. Гипотеза чистоты гамет. Понятие о полном и неполном доминировании. Закон расщепления гибридов второго поколения. Расщепление по генотипу и фенотипу во втором и третьем поколениях.

Наследование при дигибридном и полигибридном скрещиваниях. Расщепление по генотипу и фенотипу при дигибридном скрещивании. Закон независимого комбинирования отдельных пар признаков. Цитологические основы расщепления и независимого комбинирования генов. Общая формула расщепления при полигибридном скрещивании. Условия, обеспечивающие и ограничивающие выполнения законов Г. Менделя.

Понятие о генах и аллелях. Множественный аллелизм. Наследование при взаимодействии генов. Аллельное взаимодействие генов (доминирование, неполное доминирование, сверхдоминирование, кодоминирование).

Типы неаллельного взаимодействия генов: комплементарность, эпистаз, полимерия, действие генов-модификаторов. Особенности расщепления по фенотипу, в зависимости от типа взаимодействия генов. Особенности наследования количественных признаков, трансгрессия. Плейотропное действие гена. Понятие о целостности и дискретности генотипа.

Биология пола у растений и животных. Первичные и вторичные половые признаки. Генетика пола. Хромосомная теория определения пола. Гомо- и гетерогаметный пол. Генетические и цитологические особенности половых хромосом. Гинандроморфизм. Балансовая теория определения пола. Половой индекс. Генетическая бисексуальность организмов. Дифференциация и переопределение пола в онтогенезе. Соотношение полов в природе и проблема его искусственной регуляции. Практическое значение регуляции соотношения полов в природе.

Признаки, сцепленные с полом, зависимые от пола и ограниченные полом. Наследование признаков, сцепленных с полом при гетерогаметности мужского и женского пола в реципрокных скрещиваниях. Наследование при нерасхождении половых хромосом,

как доказательство роли половых хромосом в передаче генетической информации.

Сцепление генов. Расщепление в потомстве гибрида при сцепленном наследовании и отличие его от наследования при плейотропном действии гена. Основные положения хромосомной теории наследственности Т. Моргана. Генетическое и цитологическое доказательство кроссинговера. Величина кроссинговера и расстояние между генами. Группы сцепления. Соответствие числа групп сцепления гаплоидному числу хромосом. Локализация гена. Понятие о генетических и цитологических картах хромосом.

Нехромосомное (цитоплазматическое) наследование. Роль цитоплазмы и ядра в наследственности. Содержащие ДНК органоиды клетки. Цитоплазматическая мужская стерильность, пластидная наследственность. Понятие о геноме и плазмоне. Генотип, как целостная система. Особенности генетического анализа у микроорганизмов. Плазмиды, тетрадный анализ.

### **Изменчивость, ее причины и методы изучения.**

Классификация изменчивости. Понятие о наследственной (комбинативной, коррелятивной и мутационной) и ненаследственной (модификационной и онтогенетической) изменчивости. Наследственная изменчивость организмов, как основа эволюции. Роль модификационной изменчивости в адаптации организмов к условиям окружающей среды.

Мутационная изменчивость. Принципы классификации мутаций. Генеративные и соматические, доминантные и рецессивные, прямые и обратные мутации. Классификация мутаций по характеру изменения генотипа: генные, хромосомные, геномные, цитоплазматические. Генетические коллекции мутантных форм и их использование в изучении частной генетики растений, животных и микроорганизмов.

Хромосомные aberrации. Внутрихромосомные перестройки (делеции, дупликации, инверсии), межхромосомные перестройки (транслокации). Цитологические методы обнаружения хромосомных перестроек. Значение хромосомных перестроек в эволюции и генетике.

Геномные мутации. Полиплоидия. Фенотипические эффекты полиплоидии. Искусственное получение полиплоидов. Автополиплоидия. Расщепление по генотипу и фенотипу при скрещивании автополиплоидов. Аллополиплоидия, ресинтез новых видов. Амфидиплоидия, как механизм получения плодовых аллополиплоидов. Полиплоидные ряды. Значение полиплоидии в эволюции и генетике.

Анеуплоидия (гетероплоидия): нулисомики, моносомики, трисомики, полисомики. Особенности мейоза и образования гамет у анеуплоидов.

Спонтанный мутационный процесс и его причины. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости Н.И.Вавилова. Генетические последствия загрязнения окружающей среды. Индуцированный мутационный процесс. Мутагенные факторы. Основные характеристики радиационного и химического мутагенеза. Методы количественного учета мутаций на разных объектах. Специфичность действия мутагенов и проблема направленного мутагенеза.

Модификационная изменчивость. Понятие о норме реакции. Однородность материала, как необходимое условие изучения модификационной изменчивости. Модификационная изменчивость, как изменение проявления действия генов при реализации генотипа в различных условиях среды. Математико-статистические методы изучения модификационной изменчивости. Вариационный ряд, вариационная кривая, коэффициент вариации, нормальное распределение.

## **Природа гена.**

Эволюция представлений о гене. Классическое представление о гене, как о единице функции, рекомбинации и мутации. Критерии аллелизма. Ген, как участок молекулы ДНК или РНК у некоторых вирусов. Молекулярные механизмы реализации наследственной информации. Матричные процессы и действие гена. Транскрипция. Типы РНК в клетке. Трансляция. Основные свойства генетического кода: триплетность, однонаправленное чтение кода без запятых, вырожденность, однозначность, неперекрываемость, универсальность. Таблица генетического кода. Генетические основы онтогенеза, механизмы дифференцировки, действия и взаимодействия генов, стадии и критические периоды онтогенеза.

## **Генетика популяций и генетические основы эволюции.**

Популяция и ее генетическая структура. Популяции организмов с перекрестным размножением и самооплодотворением. Учение В.Иогансена о популяциях и чистых линиях. Популяция – единица эволюционного процесса. Наследование в популяциях. Генетическое равновесие в панмиктической популяции. Закон Харди-Вайнберга.

Условие выполнения закона Харди-Вайнберга. Факторы генетической динамики популяций: мутационный процесс, изоляция, миграция, популяционные волны, отбор, дрейф генов. Возрастание генетического груза популяций в связи с загрязнением окружающей среды.

Оценка генетической гетерогенности природных популяций. Понятие об адаптивной ценности генотипов и о коэффициенте отбора.

### **Генетика человека.**

Человек, как объект генетических исследований. Методы изучения генетики человека: генеалогический, цитогенетический, близнецовый, популяционный. Анализ родословных, правила составления родословных. Кариотип человека. Хромосомные болезни человека и методы их диагностики. Использование близнецового метода для изучения роли генотипа и среды в формировании морфологических и психолого-поведенческих признаков.

Проблемы медицинской генетики. Наследственные болезни и их распространение в популяциях человека. Популяционный метод, как метод определения частот встречаемости отдельных генов среди населения. Причины возникновения наследственных заболеваний. Генетическая опасность радиации, химических мутагенов и канцерогенов. Возможность терапии наследственных аномалий человека, путем активного вмешательства в индивидуальное развитие. Задачи медико-генетических консультаций. Значение ранней диагностики генетических заболеваний.

### **Генетические основы селекции.**

Генетика – теоретическая основа селекции. Значение частной генетики растений, животных и микроорганизмов в селекции. История селекции. Селекция как наука и технология. Учение об исходном материале в селекции. Центры происхождения культурных растений по Н.И.Вавилову и П.М.Жуковскому. Понятие о природе, сорте, штамме. Источники изменчивости для отбора. Комбинативная изменчивость. Принципы подбора пар для скрещивания. Использование индуцированного мутагенеза и полиплоидии в селекции.

Системы скрещивания в селекции растений и животных. Инбридинг, линейная селекция. Аутбридинг. Отдаленная гибридизация. Явление гетерозиса. Генетические механизмы и гипотезы гетерозиса. Использование простых и двойных межлинейных гибридов в растениеводстве и животноводстве. Производство гибридных семян на основе ЦМС (цитоплазматической мужской

стерильности). Наследуемость. Коэффициент наследуемости и его использование в выборе методов селекции.

Методы отбора. Индивидуальный и массовый отбор и их значение. Особенности индивидуального отбора у самоопылителей и перекрестников (метод половинок, индивидуально-семейный отбор, семейно-групповой отбор, сибселекция). Влияние условий внешней среды на эффективность отбора. Роль наследственности, изменчивости и отбора в создании пород животных и сортов растений. Основные достижения и направления селекции растений, животных и микроорганизмов. Перспектива развития селекции в связи с успехами молекулярной генетики и цитогенетики. Генная инженерия, клеточная и тканевая селекция, соматическая гибридизация. Преодоление эволюционных барьеров несовместимости при переносе генетической информации путем геномной инженерии.



## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЙ

Для оценки самоподготовки студентов в пособии даны контрольные задания, включающие основные вопросы общей генетики. Каждое задание состоит из 10 заданий, из которых 5 – теоретические вопросы и 5 задач по разным темам. В ответе на теоретические вопросы необходимо указать суть данного вопроса, ответ можно сопровождать рисунками, схемами и т.п., обязательно необходимо приводить примеры для иллюстрации объясняемого явления.

При решении задач желательно давать полное решение. Основные типы задач, приведенных в заданиях, разобраны в данном пособии. Для более полного знакомства с разными задачами можно использовать и другие пособия.

Основные литературные источники приведены в конце пособия.

До начала решений задач необходимо вспомнить и хорошо усвоить основные понятия и генетические термины:

\* **Ген** - участок молекулы ДНК, контролирующей синтез определенного белка и как следствие этого, проявление определенного признака. Необходимо помнить, что наследуются гены, а не признаки.

\* **Аллель** (аллельный ген) - конкретное состояние (форма) гена. Аллели располагаются в идентичных локусах гомологичных хромосом и определяют альтернативные формы проявления одного признака. Обычно их бывает два - доминантный и рецессивный. Понятие ген более широкое, чем аллель. Например, ген окраски семян у гороха имеет два аллеля: доминантный аллель желтой окраски и рецессивный аллель зеленой окраски.

\* **Множественный аллелизм** - наличие трех или большего числа аллелей одного гена. Сколько бы аллелей не содержал данный ген, каждый конкретный генотип может иметь их только два.

\* **Генотип** - совокупность генов данного организма.

\* **Фенотип** - совокупность всех признаков и свойств организма, доступных изучению. Это реализация генотипа в конкретных условиях окружающей среды. Расщепление по генотипу и фенотипу совпадает при полном доминировании по тем признакам, которые практически не зависят от условий окружающей среды.

\* **Гомозигота** - организм, имеющий два одинаковых аллеля одного гена (AA или aa), дающий один сорт гамет и не дающий расщепления при разведении "в себе".

\* **Гетерозигота** - организм, имеющий разные аллели одного гена (Aa), образующий несколько сортов гамет и дающий расщепление при разведении “в себе”.

\* **Гемизигота** - организм, содержащий только один аллель данного гена (X<sup>Y</sup>). Встречается у гетерогаметного пола по генам, не имеющим гомолога в Y-хромосоме, или по генам, расположенным только в Y-хромосоме.

\* **Доминантный признак** – признак, фенотипически проявляющийся в F<sub>1</sub>. Для обозначения часто применяют фенотипический радикал (A<sub>—</sub>).

\* **Рецессивный признак** - признак, не проявляющийся в F<sub>1</sub> при скрещивании гомозиготных родителей. Рецессивный признак фенотипически проявляется только в гомозиготном состоянии.

\* **Половые хромосомы** - пара хромосом, по которым особи мужского и женского пола отличаются друг от друга.

\* **Аутосомы** - все остальные хромосомы, по которым особи мужского и женского пола не различаются друг от друга.

\* **Аутосомные признаки** - признаки, контролируемые генами, расположенными в аутосомах. Такие признаки встречаются с равной вероятностью у особей мужского и женского пола.

\* **Признаки, сцепленные с полом** - признаки, контролируемые генами, расположенными в половых хромосомах. Такие признаки чаще проявляются у особей одного пола.

\* **Гомогаметный пол** - пол, имеющий одинаковые половые хромосомы и продуцирующий один сорт гамет по половым хромосомам. Может быть как мужским (птицы, бабочки, моль), так и женским (млекопитающие, рыбы, мухи, клопы, кузнечики).

\* **Гетерогаметный пол** - пол, имеющий разные половые хромосомы и продуцирующий разные типы гамет по половым хромосомам. Может быть как мужским, так и женским.

Каждый из учащихся должен научиться правильно вести запись скрещивания, указывая при этом генотипы родителей, номера гибридных поколений, типы гамет, что делает решение задач более наглядным. Обычно используется общепринятая номенклатура. Родители в генетике обозначаются латинской буквой Р (от лат. Parenta - родители). Скрещивание (брак, применительно к человеку) обозначают знаком умножения (х). Женский пол - значком ♀ (зеркальце Венеры), мужской пол - значком ♂ (копье и щит Марса). Доминантные аллели обозначаются прописными (заглавными) буквами латинского алфавита, а рецессивные - строчными буквами. Потомков в генетике обозначают латинской буквой F

(от латинского *filii* - дети) с символами. Потомки, получаемые от скрещивания родителей - гибриды первого поколения ( $F_1$ ), от скрещивания гибридов первого поколения между собой - гибриды второго поколения ( $F_2$ ) и так далее.

Сцепленные гены обозначаются: АВ//ав или Ав//аВ

Решение задач рекомендуем проводить по следующему алгоритму:

Внимательно прочитать текст задачи, провести анализ того, что известно, что необходимо определить.

Обозначить аллели генов, контролируемых анализируемые признаки, кратко записать условие задачи (дано).

Записать схему скрещивания, изобразив на ней генотипы и типы гамет родительских форм, а также типы зигот, возникающих в результате оплодотворения.

Проанализировать результаты скрещивания, определить количество классов расщепления в потомстве по генотипу и фенотипу.

Провести необходимые рассуждения и ответить на все поставленные в задаче вопросы. При необходимости, сформулировать обобщающие или практические выводы.

## ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

### Задачи на моногибридное скрещивание

**Задача.** “В семье Ивановых двое детей: кареглазая дочь и голубоглазый сын. Мама этих детей голубоглазая, но ее родители имели карие глаза. Как наследуется окраска глаз у человека? Каковы генотипы всех членов семьи? Окраска глаз - моногенный аутосомный признак”.

Признак окраски глаз контролируется одним геном (по условию). Мама этих детей голубоглазая, а ее родители имели карие глаза. Это возможно только в том случае, если оба родителя были гетерозиготны, следовательно, карие глаза доминируют над голубыми. Таким образом, бабушка, дедушка, папа и дочь имели генотип (Aa), а мама и сын - aa.

**Задача.** “Петух с розовидным гребнем скрещен с двумя курицами, тоже имеющими розовидный гребень. Первая дала 14 цыплят, все с розовидным гребнем, а вторая - 9 цыплят, из них 7 с розовидным и 2 с листовидным гребнем. Форма гребня - моногенный аутосомный признак. Каковы генотипы всех трех родителей?”

До определения генотипов родителей необходимо выяснить характер наследования формы гребня у кур. При скрещивании петуха со второй курицей появились 2 цыпленка с листовидным гребнем. Это возможно при гетерозиготности родителей, следовательно, можно предположить, что розовидный гребень у кур (A) доминирует над листовидным (a). Запишем схемы скрещиваний:

Дано: А – розовидный гребень а – листовидный гребень <hr style="width: 100%;"/> Найти : P, F <sub>1</sub>	1. P ♀ AA x ♂ Aa F <sub>1</sub> 14 A <sub>-</sub>	Решение: 2. P ♀ Aa x ♂ Aa F <sub>1</sub> 7 A <sub>-</sub> , 2 aa
--	--	--

Запись A<sub>-</sub> -называется фенотипический радикал и свидетельствует о том, что у кур с розовидным гребнем может быть как гомозиготный (AA), так и гетерозиготный генотип (Aa). Таким образом, генотипы петуха и второй курицы - Aa. При скрещивании этого же петуха с первой курицей расщепления не наблюдалось, следовательно, первая курица была гомозиготной - AA.

Ответ: генотип петуха и первой курицы –Aa, второй курицы –AA.

**Задача.** “Две серые самки норки скрещивались с коричневым самцом. Одна самка в несколько пометов дала 17 коричневых и 15 серых

потомков, а другая в общей сложности 29 серых. Определите генотипы родителей и потомков”.

Вначале определяем характер наследования окраски шерсти у норок. Вторая самка дала только серых потомков, что позволяет предположить, что серая окраска (А) доминирует над коричневой (а). Так как правило единообразия гибридов первого поколения выполняется только при гомозиготности родителей, то генотип второй норки - АА. В потомстве первой норки произошло расщепление примерно в соотношении 1:1, что указывает на гетерозиготность первой норки - Аа. Генотип самца - аа. Запишем схемы скрещиваний:

Дано:	Решение:
А – серая окраска шерсти	1. P ♀ Аа x ♂ аа    2. P ♀ АА x ♂ аа
а – коричневая окраска шерсти	F <sub>1</sub> 17 аа, 15 Аа    F <sub>1</sub> 29 Аа
Найти : P, F <sub>1</sub>	

Ответ: генотип первой норки –АА, второй норки –Аа, самца –аа.

**Задача.** “ Из-за сильного укорочения ног одна из пород кур названа ползающими. Коротконогий петух был скрещен с двумя курицами: одна имела нормальные ноги, другая - короткие. Первая курица принесла 22 цыпленка с короткими и 24 - с нормальными ногами. От второй курицы получено 23 коротконогих и 11 нормальных цыплят. Причем, примерно из 25% яиц цыпята не вывелись. Как наследуется длина ног у кур? Каковы генотипы родителей?”

Появление у коротконогих родителей (вторая курица) цыплят с нормальными ногами позволяет предположить, что короткие ноги (А) доминируют над длинными (а). При этом родители имели гетерозиготный генотип (Аа). Запишем схемы скрещиваний:

Дано:	Решение:
АА – летальный исход	1. P ♀    аа x ♂ Аа    2. P ♀    Аа x ♂ Аа
Аа – короткие ноги	F <sub>1</sub> 22 Аа, 24 аа        F <sub>1</sub> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">АА</span> , 23 Аа, 11 аа
аа – нормальные ноги	
Найти : P, F <sub>1</sub>	

Очевидно, 25% погибших цыплят имели генотип (АА). Генотип погибших цыплят обведен рамочкой. Таким образом, петух и вторая курица имеют генотип Аа, курица с нормальными ногами - аа.

Ответ: длина ног у кур наследуется по принципу неполного доминирования, с летальностью доминантной гомозиготы. Гетерозиготы имеют короткую длину ног.

**Задача.** “ В семье кареглазых родителей родились разнояйцовые близнецы, один из которых имеет карие, а другой – голубые глаза. Какова вероятность рождения следующего ребенка с карими глазами? С голубыми? Двух следующих кареглазых? Двух следующих голубоглазых? Одного ребенка кареглазого, другого - голубоглазого? Окраска глаз - моногенный аутосомный признак”.

Определяем характер наследования окраски глаз у человека. Появление у кареглазых родителей голубоглазого ребенка возможно только при гетерозиготности родителей. Следовательно, карие глаза (А) доминируют над голубыми (а). Запишем схему брака:

Дано: А – карие глаза а – голубые глаза	Решение: $P \text{♀ } Aa \times \text{♂ } Aa$ $F_1 \quad AA, 2Aa, aa$
Найти : $P_K, P_G,$ $P_3=(P_K \times P_K), P_4=(P_G \times P_G)$ $P_5=(P_K \times P_G) + (P_G \times P_K)$	$P_K = 3/4, P_G = 1/4, P_3 = 3/4 \times 3/4 = 9/16,$ $P_4 = 1/4 \times 1/4 = 1/16,$ $P_5 = (3/4 \times 1/4) + (1/4 \times 3/4) = 6/16 = 3/8$

В соответствии с законом расщепления, у гетерозиготных родителей с вероятностью 3/4 родится кареглазый ребенок, а с вероятностью 1/4 - голубоглазый. Следовательно,  $P_K = 3/4$ , а  $P_G = 1/4$ . В соответствии с теоремой умножения вероятностей, для определения вероятности одновременного наступления нескольких событий, вероятности которых нам известны, их вероятности перемножаются. Поэтому, оба следующих ребенка будут кареглазыми с вероятностью  $P_3 = (P_K \times P_K) = (3/4 \times 3/4) = 9/16$ , а оба будут голубоглазыми с вероятностью  $P_4 = (P_G \times P_G) = (1/4 \times 1/4) = 1/16$ . Вероятность рождения одного кареглазого, а другого голубоглазого ребенка можно вычислить двумя способами.

1). Возможны три варианта семей кареглазых гетерозиготных родителей, имеющих двух детей: оба ребенка кареглазые, оба голубоглазые или один кареглазый и один голубоглазый. Вероятности первых двух событий мы уже вычислили, они равны 9/16 и 1/16 соответственно, следовательно, вероятность третьего события можно определить путем вычитания вероятности первых двух событий из 1. Откуда, искомая вероятность равна  $1 - 9/16 - 1/16 = 6/16 = 3/8$ .

2). Определим вероятность рождения первого ребенка кареглазым, а второго голубоглазым ( $3/4 \times 1/4 = 3/16$ ) и вероятность рождения первого ребенка голубоглазым, а второго кареглазым ( $1/4 \times 3/4 = 3/16$ ). В соответствии с теоремой сложения вероятностей, если имеются несколько событий, вероятности которых нам известны, то для определения вероятности наступления какого-нибудь (любого из них) их вероятности складывают. Нас устраивают оба события, поэтому складываем их

вероятности  $3/16 + 3/16 = 6/16 = 3/8$ . Как видим ответы, полученные первым и вторым способом, совпадают.

### Задачи на дигибридное скрещивание

**Задача.** “В семье кареглазых праворуких родителей родились разнояйцевые близнецы, один из которых кареглазый левша, а другой голубоглазый правша. Какова вероятность рождения следующего ребенка, фенотипически похожим на своих родителей?”

Рождение у кареглазых родителей голубоглазого ребенка свидетельствует о рецессивности голубой окраски глаз, а рождение у праворуких родителей леворукого ребенка указывает на рецессивность лучшего владения левой рукой по сравнению с правой. Запишем схему брака:

Дано:	Решение:
А – карие глаза	P ♀ AaBb x ♂ AaBb
а – голубые глаза	F <sub>1</sub> A_ bb, aaB_
В – правша	A_ bb – фенотипический радикал, который
в – левша	показывает, что данный ребенок левша с карими
Найти : P (A_ B_)	глазами. Генотип этого ребенка может быть – AaBb,
	AAbb.

Дальнейшее решение этой задачи может быть осуществлено несколькими способами:

Первый способ - традиционный, путем построения решетки Пеннета.

	♂	AB	Ab	aB	ab
♀	AB	<u>AA</u> <u>BB</u>	<u>AA</u> <u>Bb</u>	<u>Aa</u> <u>BB</u>	<u>Aa</u> <u>Bb</u>
Ab	<u>AA</u> <u>Bb</u>	AA <b>bb</b>	<u>Aa</u> <u>Bb</u>	Aa <b>bb</b>	
aB	<u>Aa</u> <u>BB</u>	<u>Aa</u> <u>Bb</u>	aa <b>BB</b>	aa <b>Bb</b>	
ab	<u>Aa</u> <u>Bb</u>	Aa <b>bb</b>	aa <b>Bb</b>	aa <b>bb</b>	

Подчеркнуты 9 вариантов потомков, которые нас интересуют. Всего возможных вариантов 16, поэтому вероятность рождения ребенка, похожего на своих родителей равна  $9/16$ .

Второй способ решения путем анализа дигибридного брака, как двух моногибридных. Этот способ основан на законе независимого комбинирования признаков, согласно которому, каждый признак наследуется независимо от других признаков. А поэтому дигибридный

брак можно анализировать как два моногибридных, при условии, что изучаемые признаки контролируются генами, локализованными в разных парах гомологичных хромосом.

а)  $P \text{ ♀ } Aa \times \text{ ♂ } Aa$                       в)  $P \text{ ♀ } Bb \times \text{ ♂ } Bb$   
 $F_1 \underline{AA}, 2\underline{Aa}, aa$                        $F_1 \underline{BB}, 2\underline{Bb}, bb$                        $P_1=3/4$                        $P_2=3/4$

В соответствии с теоремой умножения вероятностей, для определения вероятности одновременного наступления нескольких событий, вероятности которых нам известны, их вероятности перемножаются. Поэтому, искомая вероятность  $P = P_1 \times P_2 = 3/4 \times 3/4 = 9/16$ .

Третий способ был предложен Г.Менделем. В соответствии с законом расщепления, расщепление по каждому признаку будет идти в соотношении 3:1. Поэтому в  $F_1$  будет получено:  $(3A_ + 1aa) \times (3B_ + 1bb)$ , перемножив эти двучлены, получим искомое расщепление в  $F_1$  в соотношении  $9A_B_ , 3A_{bb} , 3aaB_ , 1aabb$ . Таким образом, вероятность рождения кареглазых праворуких детей ( $A_B_$ ) равна  $9/16$ .

Четвертый способ может быть использован только при изучении брака родителей, гетерозиготных по всем изучаемым генам. Частоту встречаемости разных фенотипов можно определить по формуле  $3^n$ , где  $n$  - число доминантных признаков (генов). Вначале определяем возможные фенотипы потомков:  $A_B_$  (кареглазые, праворукие),  $A_{bb}$  (кареглазые, леворукие),  $aaB_$  (голубоглазые, праворукие),  $aabb$  (голубоглазые, леворукие), а затем расставим с помощью формулы  $3^n$  их частоту встречаемости:  $9A_B_ , 3A_{bb} , 3aaB_ , 1aabb$ . Как видно, вероятность рождения ребенка с интересующими нас признаками, вычисленная различными способами равна  $9/16$ .

**Задача.** Растение томата с красными двугнездными плодами скрещено с растением, имеющим красные многогнездные плоды. Получено 459 растений красноплодных и 153 растения желтоплодных, все растения были двугнездными. Каковы генотипы родителей и потомков?

Определим характер наследования изучаемых признаков. Анализ проведем отдельно по каждой паре признаков. При скрещивании красноплодных растений между собой, часть потомков оказалась желтоплодными, следовательно, красная окраска плодов доминантна по отношению к желтой, а родители были гетерозиготны. При скрещивании двугнездных и многогнездных растений все потомки оказались двугнездными, следовательно, двугнездность доминирует над многогнездностью, а оба родителя гомозиготны по этому признаку. Изобразим схему скрещивания:



Дано:  
 А – красная окраска  
 а – желтая окраска  
 В – двугнездность  
 в – многогнездность

---

Найти : P, F<sub>1</sub>

Решение:  
 P ♀ AaBB x ♂ AaBb  
 F<sub>1</sub> 459 A\_Bb, 153 aaBb

Ответ: Генотипы родителей: материнская особь - AaBB, отцовская – AaBb.

**Задача.** Глаукома взрослых наследуется несколькими путями. Одна форма глаукомы определяется доминантным аллелем аутосомного гена, другая – рецессивным, несцепленным с предыдущим. Какова вероятность рождения ребенка без аномалий в случае, если оба родителя гетерозиготны по двум генам? В соответствии с условием задачи, введем обозначения аллелей: А – доминантная форма глаукомы, а – норма, В – норма, в – рецессивная форма глаукомы. Изобразим схему брака:

Дано:  
 А – доминантная форма глаукомы  
 а – норма  
 В – норма  
 в – рецессивная форма глаукомы

---

Найти : P (aaB\_)

Решение:  
 P ♀ AaBb x ♂ AaBb .  
 Проведем анализ дигибридного брака, как двух моногибридных:  
 1) P ♀ Aa x ♂ Aa      2) P ♀ Bb x ♂ Bb  
 F<sub>1</sub> AA, 2 Aa, aa; P<sub>1</sub>=1/4; F<sub>1</sub> BB, 2 Bb, bb; P<sub>2</sub> = 3/4.  
 В соответствии с теоремой умножения вероятностей, вероятность рождения ребенка без аномалий равна P = P<sub>1</sub> x P<sub>2</sub> = 1/4 x 3/4 .

Ответ : вероятность рождения ребенка без аномалий 3/16.

### Задачи на множественный аллелизм

**Задача.** Родители имеют вторую и третью группы крови. Какие группы крови могут быть у их детей?

Родители со второй и третьей группами крови могут быть как гомозиготными, так и гетерозиготными. У гетерозиготных родителей возможно появление большего разнообразия потомков по группам крови, поэтому предположим, что оба родителя гетерозиготны. Обозначения аллелей традиционные для задач на группы крови. Известно, что группа крови человека определяется геном I, имеющим три аллеля: i, I<sup>A</sup>, I<sup>B</sup>.

Группа крови определяется наличием на поверхности эритроцитов агглютиногенов. При этом:

$i$  - определяет отсутствие агглютиногенов (1 группа);

$I^A$  - определяет наличие агглютиногена А (2 группа);

$I^B$  - определяет наличие агглютиногена В (3 группа);

$I^{AB}$  - определяет наличие как агглютиногена А, так и агглютиногена В (4 группа).

Изобразим схему брака:

Дано: $i$ - 1 - O $I^A$ - 2 - A $I^B$ - 3 - B $I^{AB}$ - 4 - AB	Найти : $F_1$	Решение: $P \quad \text{♀ } I^A i \times \text{♂ } I^B i$ $F_1 \quad I^A I^B, I^A i, I^B i, ii$ Таким образом, у родителей со второй и третьей группами крови могут родиться дети с любой группой крови, причем с равной вероятностью.
---	---------------	---

Ответ: у родителей со второй и третьей группами крови могут родиться дети с любой группой крови, причем с равной вероятностью.

**Задача.** В родильном доме в одну ночь родилось четыре младенца, обладавших, как было установлено впоследствии, первой, второй, третьей и четвертой группами крови. Отцу одного из них показалось, что его ребенка подменили. Группы крови четырех родительских пар были следующие : первая и первая; четвертая и первая; вторая и третья; третья и третья. Помогите родителям найти своих детей.

Определим, дети, с какими группами крови могли родиться у каждой пары родителей:

Дано: $i$ - 1 - O $I^A$ - 2 - A $I^B$ - 3 - B $I^{AB}$ - 4 - AB	Найти : $F_1$	Решение: 1. $P \quad \text{♀ } ii \times \text{♂ } ii$ $F_1 \quad ii$ 3. $P \quad \text{♀ } I^A i \times \text{♂ } I^B i$ $F_1 \quad I^A I^B, I^A i, I^B i, ii$ 2. $P \quad \text{♀ } I^A I^B \times \text{♂ } ii$ $F_1 \quad I^A i, I^B i$ 4. $P \quad \text{♀ } I^B i \times \text{♂ } I^B i$ $F_1 \quad I^B I^B, 2 I^B i, ii$
---	---------------	--

Подчеркнуты генотипы, которые являются детьми данной пары родителей. У первой пары родителей мог быть только ребенок с 1 группой крови. Ребенок с 4 группой крови мог быть только у третьей пары родителей. У четвертой пары родителей мог быть ребенок с 1 или 3 группой крови, но ребенок с 1 группой крови родился у первой пары родителей, следовательно, у четвертой пары родителей родился ребенок с третьей группой крови. У второй пары родителей мог быть ребенок со 2 или 3 группой крови, но ребенок с третьей группой крови родился у

четвертой пары родителей, следовательно, у второй пары родителей родился ребенок со 2 группой крови.

Ответ: У первой пары родителей родился ребенок с 1 группой крови, у второй пары родителей – со 2 группой, у третьей пары родителей – с 4 группой, у четвертой пары – с 3 группой.

**Задача.** Мать имеет резус-положительную кровь первой группы, а ребенок – резус-отрицательную кровь второй группы. Определите возможные генотипы отца. Резус-положительная кровь доминирует над резус-отрицательной.

Введем обозначение аллелей. D - резус-положительная группа крови, d - резус-отрицательная группа крови. Обозначение гена I традиционное для задач на группы крови. Запишем схему брака:

Дано:

D – резус-положительная группа крови

d – резус-отрицательная группа крови

i - 1 – O

I<sup>A</sup> - 2 – A

I<sup>B</sup> - 3 – B

I<sup>A</sup>I<sup>B</sup> - 4 – AB

Решение:

P ♀ D<sub>ii</sub> x ♂ \_\_\_\_\_

F<sub>1</sub> ddI<sup>A</sup>\_

Следовательно, генотип матери Ddii, а фенотипический радикал отца -  $\_dI^A\_$ .

Определим возможные генотипы отца: DdI<sup>A</sup>I<sup>A</sup>, DdI<sup>A</sup>i, DdI<sup>A</sup>I<sup>B</sup>, ddI<sup>A</sup>I<sup>A</sup>, ddI<sup>A</sup>i, ddI<sup>A</sup>I<sup>B</sup>.

Найти: генотип отца

**Задача.** У кареглазых родителей со второй группой крови родился голубоглазый сын с первой группой крови. Определите вероятность рождения в этой семье следующего ребенка фенотипически похожего на своих родителей.

Появление у кареглазых родителей голубоглазого ребенка свидетельствует о том, что карие глаза доминантны по отношению к голубым, а родители были гетерозиготны. Обозначим аллели: А – карие глаза, а - голубые глаза. Обозначение гена I традиционное для задач на группу крови. Появление у родителей со второй группой крови ребенка с первой группой свидетельствует о гетерозиготности родителей и по гену I. Изобразим схему брака:

Дано:

i - 1 – O

I<sup>A</sup> - 2 – A

I<sup>B</sup> - 3 – B

I<sup>A</sup>I<sup>B</sup> - 4 – AB

Решение:

P ♀ AaI<sup>A</sup>i x ♂ AaI<sup>A</sup>i

F<sub>1</sub> 9 A<sub>I<sup>A</sup></sub>, 3A<sub>ii</sub>, 3aaI<sup>A</sup>, 1aaii

Нас интересует вероятность появления в потомстве детей с фенотипическим радикалом A<sub>I<sup>A</sup></sub>,

Найти: P  
(A<sub>-</sub>I<sup>A</sup><sub>-</sub>)

которая составляет 9/16.

Ответ: вероятность рождения кареглазого ребенка со второй группой крови составляет 9/16.

### Задачи на наследование признаков, сцепленных с полом

**Задача.** В семье здоровых родителей, где отец имел вторую, а мать – четвертую группу крови родился сын – гемофилик с третьей группой крови. Какова вероятность рождения следующего ребенка здоровым со второй группой крови? Двух следующих здоровых со второй группой крови? Гемофилия – рецессивный, сцепленный с полом признак.

Введем обозначение аллелей: X<sup>H</sup> – нормальная свертываемость крови, x<sup>h</sup> – гемофилия. Обозначение групп крови традиционное: ii - 1 группа, I<sup>A</sup><sub>-</sub> - 2 группа, I<sup>B</sup><sub>-</sub> - 3 группа, I<sup>A</sup>I<sup>B</sup> - 4 группа. Тот факт, что у здоровых родителей родился больной сын, свидетельствует о том, что его мать была носительницей аллеля гемофилии. Запишем схему брака:

Дано:  
X<sup>H</sup> – нормальная свертываемость крови,  
X<sup>h</sup> – гемофилия.  
i - 1 – O  
I<sup>A</sup> - 2 – A  
I<sup>B</sup> - 3 – B  
I<sup>A</sup>I<sup>B</sup> - 4 – AB

Решение:  
P ♀ I<sup>A</sup>I<sup>B</sup> X<sup>H</sup>x<sup>h</sup> x ♂ I<sup>A</sup>i X<sup>H</sup>Y  
F<sub>1</sub> I<sup>B</sup>i x<sup>h</sup>Y

Решим эту задачу, проанализировав два моногибридных брака:

а) P ♀ I<sup>A</sup>I<sup>B</sup> x ♂ I<sup>A</sup>i  
F<sub>1</sub> I<sup>A</sup>I<sup>A</sup>, I<sup>A</sup>i, I<sup>A</sup>I<sup>B</sup>, I<sup>B</sup>i P<sub>1</sub> = 1/2

б) P ♀ X<sup>H</sup>x<sup>h</sup> x ♂ X<sup>H</sup>Y  
F<sub>1</sub> X<sup>H</sup>X<sup>H</sup>, X<sup>H</sup>x<sup>h</sup>, X<sup>H</sup>Y, x<sup>h</sup>Y P<sub>2</sub> = 3/4

Найти : P<sub>1</sub> (I<sup>A</sup><sub>-</sub>X<sup>H</sup><sub>-</sub>)  
P<sub>2</sub> = P<sub>1</sub> x P<sub>1</sub>

P<sub>3</sub> = P<sub>1</sub> x P<sub>2</sub> = 1/2 x 3/4 = 3/8 (вероятность рождения здорового ребенка со 2 группой крови), P<sub>4</sub> = P<sub>3</sub> x P<sub>3</sub> = 3/8 x 3/8 = 9/64 (вероятность рождения двух следующих детей здоровыми со второй группой крови).

Ответ: 3/8, 9/64

**Задача.** От брака родителей с нормальным зрением родился ребенок, страдающий дальтонизмом. Определите генотипы родителей и пол ребенка, если известно, что дальтонизм – рецессивный признак, сцепленный с полом.

Дальтонизм – рецессивный, сцепленный с полом признак. Обозначим аллели: X<sup>D</sup> – нормальное зрение, x<sup>d</sup> – дальтонизм. У здорового отца только одна X –хромосома, поэтому его генотип – X<sup>D</sup>Y. Всем

дочерям отец передаст единственную X –хромосому, поэтому дочери будут здоровы. Таким образом, больной ребенок – мальчик, а его мать должна быть носительницей дальтонизма, ее генотип  $X^D x^d$ . Запишем схему брака:

Дано: $X^D$ – нормальное зрение, $x^d$ – дальтонизм	Решение: P ♀ $X^D x^d$ x    ♂ $X^D y$ F <sub>1</sub> $x^d y$
Найти: P	

**Задача.** У канареек окраска оперения сцеплена с полом, при этом зеленая окраска доминирует над коричневой. Наличие хохолка доминирует над его отсутствием и определяется аутосомным геном. Зеленого самца без хохолка скрестили с коричневой хохлатой самкой. Получено следующее потомство: 1 самец коричневый хохлатый, 1 коричневый без хохла и 2 зеленые хохлатые самки. Определите генотипы родителей и потомков.

Введем обозначения аллелей: А – наличие хохолка, а – отсутствие хохолка, Х – зеленое оперение, х – коричневое оперение. Помним, что у кур гомогаметным полом является мужской. Появление птенцов без хохолка свидетельствует о гетерозиготности самки по гену А, а появление коричневых петушков указывает на гетерозиготность самца по гену Х. Запишем схему скрещивания:

Дано: А – наличие хохолка, а – отсутствие хохолка, Х – зеленое оперение, х – коричневое оперение	Решение: P ♀ $A\_xY$ x    ♂ $aaX\_$ F <sub>1</sub> $Aaxx$ , $aaxx$ , 2 $AaXY$
Найти: P, F <sub>1</sub>	Таким образом, генотип самки – $AaXy$ , а самца – $aaXx$ .

Ответ генотип самки –  $AaXy$ , а самца –  $aaXx$ .

### Задачи на взаимодействие генов

**Задача.** Скрещиваются две линии норок бежевой и серой окрасок. У гибридов F<sub>1</sub> коричневая окраска меха. В F<sub>2</sub> наблюдается следующее расщепление: 14 серых, 46 коричневых, 5 кремовых и 16 бежевых норок. Как наследуются эти окраски? Какое может быть потомство от скрещивания гибридных коричневых норок с

кремовыми? Можно ли такие же гибриды первого и второго поколения получить от норок с иной окраской шерсти?

Анализ условия задачи указывает на комплементарное взаимодействие двух генов, так как во втором поколении наблюдается расщепление в соотношении 9:3:3:1, а гибриды первого поколения фенотипически отличаются от обеих родительских форм. Единообразие гибридов первого поколения указывает на гомозиготность родительских форм и гетерозиготность гибридов первого поколения по обоим генам (AaBb). Следовательно, при наличии в генотипе двух доминантных аллелей А и В формируется коричневая окраска меха.

Очевидно, родительские особи в своем генотипе имели по одному доминантному аллелю, при этом А – контролирует проявление бежевой, а В – серой окраски меха. Рецессивные аллели этих генов (а, в) определяют проявление кремовой окраски. Таким образом, при скрещивании гибридных коричневых и кремовых норок будет получено примерно равное соотношение коричневых, бежевых, серых и кремовых норок. Такое же первое и второе поколение, как в исходном скрещивании можно получить, скрестив гомозиготных коричневых (AABB) и кремовых (aabb) норок.

Запишем схему скрещивания:

Дано:	Решение
А – бежевая окраска	$P \text{♀ } AA_{bb} \times \text{♂ } aaBB$
а – кремовая окраска	бежевые      серые
В – серая окраска	$F_1 \text{ } AaBb$ коричневые
в – кремовая окраска	$F_2 \text{ } 9 A\_B\_, \quad 3 A\_bb, \quad 3 aaB\_, \quad 1 aabb$
$A\_B\_ \text{ -коричневая}$	Коричневые   бежевые   серые   кремовые
$окраска$	При скрещивании гибридных коричневых (AaBb) норок с кремовыми (aabb) будет получено следующее потомство:
Найти $F_1, F_2$	$P \text{♀ } AaBb \quad \times \quad \text{♂ } aabb$
	Коричневые      кремовые
	$F_1 \text{ } AaBb, \quad Aabb, \quad aaBb, \quad aabb$
	коричневые   бежевые,   серые,   кремовые

**Задача.** При скрещивании сортов овса, имеющих серую и черную окраску зерна, у гибридов первого поколения проявилась черная окраска зерна. Во втором поколении произошло расщепление в соотношении: 122 черных зерна, 29 – серых зерен и 10 белых зерен.

Как наследуется окраска зерна у овса? Можно ли такие же гибриды первого и второго поколений получить от родителей с иной окраской зерна?

Анализ гибридов второго поколения показывает, что после упрощения наблюдается расщепление в соотношении 12:3:1, что свидетельствует о доминантном эпистазе. Единообразии гибридов первого поколения указывает на гомозиготность родителей и дигетерозиготность гибридов первого поколения. Можно предположить, что белая окраска зерна является рецессивной как по отношению к серой, так и по отношению к черной окраске. Тот факт, что у гибридов первого поколения в дигетерозиготе (AaBb), где присутствуют аллели обуславливающие и серую и черную окраску зерна, фенотипически проявилась черная окраска, указывает на то, что аллель черной окраски эпистатичен по отношению к аллелю серой окраски. Введем обозначения аллелей: А – черная окраска, а – белая окраска, В – серая окраска, в – белая окраска, А>В. Запишем схему скрещивания:

Дано:	Решение			
А – черная окраска	P ♀ AA <b>bb</b>		X ♂ <b>aa</b> BB	
а – белая окраска	черная		серая	
В – серая окраска	F <sub>1</sub> AaBb			
в – белая окраска	черная			
A>B	F <sub>2</sub> 9 A_B_, 3 A_bb, 3 aaB_, 1 aabb			
Найти F <sub>1</sub> , F <sub>2</sub>	черная	черная	серая	белая
	Такие же, как в исходном скрещивании, гибриды первого и второго поколения можно получить от скрещивания сортов овса имеющих черную (AABB) и белую (aabb) окраску зерна.			

**Задача.** Рост человека контролируется несколькими парами не сцепленных генов, которые взаимодействуют по принципу кумулятивной полимерии. Если пренебречь факторами среды и условно ограничиться лишь тремя генами, то можно допустить, что самые низкорослые люди имеют все рецессивные аллели и рост 150 см, а самые высокие – все доминантные аллели и рост 210 см. Низкорослая женщина вышла замуж за мужчину среднего роста. У них было двое детей, которые имели рост 150 см и 180 см. Определите генотипы всех членов этой семьи.

В соответствии с условиями задачи введем обозначения аллелей:  $A_1$  – высокий рост,  $a_1$  – низкий рост,  $A_2$  – высокий рост,  $a_2$  – низкий рост,  $A_3$  – высокий рост,  $a_3$  – низкий рост. Таким образом, самый низкий человек в популяции имеет генотип  $a_1a_1a_2a_2a_3a_3$  и рост 150 см, а самый высокий –  $A_1A_1A_2A_2A_3A_3$  и рост 210 см. Разница между ними составляет 60 см и определяется 6 доминантными аллелями. Можно предположить, что каждый доминантный аллель увеличивает рост человека на 10 см (60:6). Генотип матери в этой семье однозначен –  $a_1a_1a_2a_2a_3a_3$ . Появление ребенка с таким же ростом, как у матери указывает на то, что отец в этой семье тоже имел в своем генотипе три рецессивных аллеля, а ребенок с ростом 180 см получил от отца три доминантных аллеля. Таким образом, генотип отца в этой семье –  $A_1a_1A_2a_2A_3a_3$ . Запишем схему брака:

Дано:	Решение
$A_1$ – высокий рост $a_1$ – низкий рост $A_2$ – высокий рост $a_2$ – низкий рост <hr/> Найти $F_1, F_2$	$P \quad \text{♀ } a_1a_1a_2a_2a_3a_3 \times \text{♂ } A_1a_1A_2a_2A_3a_3$ $F_1 \quad A_1a_1A_2a_2A_3a_3, \quad a_1a_1a_2a_2a_3a_3$ Мы определили генотипы всех членов семьи и можем предположить, что в этой семье могли еще родиться дети, имеющие рост 160 см ( $A_1a_1a_2a_2a_3a_3$ ) и 170 см ( $A_1a_1A_2a_2a_3a_3$ ).



## КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

### Задание 1

1. Что такое митотический цикл?
2. Чем отличается апомиксис от амфимиксиса?
3. Полимерия, трансгрессии при полимерии.
4. Структура ДНК, модель Д. Уотсона и Ф. Крика.
5. Понятие трансляции.
6. Голубоглазый мужчина, родители которого имели карие глаза, женился на кареглазой женщине, у отца которой глаза были голубые, а у матери - карие. Каких детей можно ожидать от этого брака?
7. У голубоглазой близорукой (доминантный признак) женщины и кареглазого (доминантный признак) мужчины с нормальным зрением родился голубоглазый ребенок с нормальным зрением. Какова вероятность того, что следующий ребенок будет похож на маму?
8. У кареглазых родителей родилось двое детей: кареглазый сын с первой группой крови и голубоглазая дочь с четвертой группой крови. Какова вероятность рождения следующего ребенка в этой семье кареглазым со второй группой крови? Окраска глаз – моногенный аутосомный признак.
9. У здоровых родителей рождается сын альбинос и дальтоник. Какова вероятность того, что следующий ребенок будет здоров? Оба следующих ребенка будут здоровы? Альбинизм – аутосомный, а дальтонизм – сцепленный с полом признак.
10. При скрещивании сортов перца, имеющих желтые и коричневые плоды, в первом поколении плоды на растениях красные. А во втором поколении произошло расщепление на 182 растения с красными плодами, 59 – с коричневыми, 20 – с зелеными и 61 – с желтыми плодами. Определите генотипы родителей и потомков. Можно ли получить такие же гибриды первого и второго поколения от родителей с иной окраской плодов?

## Задание 2

1. Что такое кроссинговер? Какова его роль? Когда он происходит?
2. Правило единообразия гибридов первого поколения.
3. Наследование признаков, сцепленных с полом у человека.
4. Роль ЦМС в использовании гетерозиса.
5. Закон Харди-Вайнберга. Условия выполнения этого закона.
6. Две черные самки мыши скрещивались с черным самцом. Одна самка в несколько пометов дала 22 черных и 7 коричневых потомков, а вторая в общей сложности 33 черных. Определите генотипы родителей и потомков.
7. У голубоглазой близорукой (доминантный признак) женщины и кареглазого (доминантный признак) мужчины с нормальным зрением родился голубоглазый ребенок с нормальным зрением. Какова вероятность того, что следующий ребенок будет похож на папу?
8. У кареглазых родителей родилось двое детей: кареглазый сын с первой группой крови и голубоглазая дочь с четвертой группой крови. Какова вероятность рождения следующего ребенка в этой семье голубоглазым с четвертой группой крови? Окраска глаз – моногенный аутосомный признак.
9. У здоровых родителей рождается сын альбинос и дальтоник. Какова вероятность того, что следующий ребенок будет здоров? Оба следующих ребенка будут здоровы? Альбинизм – аутосомный, а дальтонизм – сцепленный с полом признак.
10. При скрещивании сортов перца, имеющих желтые и коричневые плоды, в первом поколении плоды на растениях красные. А во втором поколении произошло расщепление на 182 растения с красными плодами, 59 – с коричневыми, 20 – с зелеными и 61 – с желтыми плодами. Определите генотипы родителей и потомков. Можно ли получить такие же гибриды первого и второго поколения от родителей с иной окраской плодов?

### Задание 3

1. Какие процессы происходят в стадиях  $G_1$ , S и  $G_2$  интерфазы.
2. Особенности человека, как объекта для изучения генетики.
3. Комплементарность, формулы расщепления при комплементарности.
4. Понятие о пенетрантности и экспрессивности гена.
5. Свойства генетического кода.
6. Петух с листовидным гребнем скрещен с двумя курами, имеющими розовидный гребень. Первая курица дала 12 цыплят с розовидным гребнем, а вторая - 5 с розовидным и 6 с листовидным гребнем. Каковы генотипы родителей?
7. Катаракта может наследоваться несколькими путями. Одна форма катаракты определяется доминантным аллелем аутосомного гена, другая – рецессивным, не сцепленным с предыдущим. Какова вероятность рождения ребенка без аномалий в случае, если оба родителя гетерозиготны по обоим генам?
8. У здоровых родителей с третьей группой крови родился ребенок альбинос с первой группой крови. Какова вероятность рождения следующего ребенка здоровым с первой группой крови? Альбинизм – аутосомный признак.
9. Мужчина альбинос с нормальной свертываемостью крови женился на здоровой женщине, чей отец был гемофилик, а мать альбинос. Какие дети могут быть от этого брака, и в какой пропорции? Гемофилия – рецессивный сцепленный с полом признак, альбинизм – рецессивный аутосомный признак.
10. Два сорта ячменя со светло-пурпурными семенами при скрещивании дают темно-пурпурные семена. Во втором поколении получено 126 семян светло-пурпурных, 183 – темно-пурпурных и 22 – белых. Скрещивание гибридов первого поколения с белозерным сортом дало 101 светло-пурпурное, 49 – темно-пурпурных и 53 белых семян. Определите генотипы родителей и потомков.

### Задание 4

1. Что такое конъюгация хромосом, в какой стадии мейоза она происходит?
2. Моногибридное скрещивание. Символика, запись скрещивания с хромосомами и без них.
3. Основные положения хромосомной теории наследственности.
4. Классификация мутаций по характеру действия гена (Г.Меллер).
5. Нехромосомная наследственность.
6. Петух с голыми ногами скрещен с двумя курами, имеющими оперенные ноги. Первая курица дала 17 цыплят с оперенными ногами, а вторая - 8 с голыми и 7 с оперенными ногами. Каковы генотипы родителей?
7. Растение гороха, имеющее красные цветы и нормальный тип листа, скрещено с растением, у которого белые цветы и нормальный тип листа. Получено 93 растения с красными цветами и нормальным типом листа и 30 растений с красными цветами и усатым типом листа. Определите генотипы родителей
8. У здоровых родителей с третьей группой крови родился ребенок альбинос с первой группой крови. Какова вероятность рождения следующего ребенка здоровым с третьей группой крови? Альбинизм – аутосомный признак.
9. Мужчина альбинос с нормальной свертываемостью крови женился на здоровой женщине, чей отец был гемофилик, а мать альбинос. Какие дети могут быть от этого брака, и в какой пропорции? Гемофилия – рецессивный сцепленный с полом признак, альбинизм – рецессивный аутосомный признак.
10. Два сорта ячменя со светло-пурпурными семенами при скрещивании дают темно-пурпурные семена. Во втором поколении получено 126 семян светло-пурпурных, 183 – темно-пурпурных и 22 – белых. Скрещивание гибридов первого поколения с белозерным сортом дало 101 светло-пурпурное, 49 – темно-пурпурных и 53 белых семян. Определите генотипы родителей и потомков.

## Задание 5

1. Дайте краткую характеристику фаз митоза.
2. В чем заключается процесс двойного оплодотворения?
3. Представление о сцепленном наследовании признаков и группах сцепления.
4. Понятие транскрипции. Особенности транскрипции у эукариот.
5. Изменения генетического состава популяций, вызываемые нарушением панмиксии, дрейфом генов и миграциями, давлением мутаций и отбора.
6. Хохлатый петух скрещен с двумя хохлатыми курицами. Первая курица дала 22 хохлатых цыпленка, а вторая - 16 хохлатых и 5 без хохла. Как наследуется этот признак? Каковы генотипы родительских особей?
7. Растение гороха, имеющее красные цветы и нормальный тип листа скрещено с растением, у которого красные цветы и усатый тип листа. Получено 62 растения с красными цветами и нормальным типом листа и 21 растение с белыми цветами и нормальным типом листа. Определите генотипы родителей и потомков.
8. Мать имеет третью группу крови и больна полидактилией, а отец здоров и имеет четвертую группу крови. Какова вероятность рождения здорового ребенка со второй группой крови? Полидактилия – доминантный аутосомный признак. Известно, что бабушка по линии матери была здоровой и имела первую группу крови.
9. Здоровая кареглазая (доминантный признак) женщина, отец которой имел голубые глаза и был дальтоником, выходит замуж за голубоглазого мужчину, имеющего нормальное зрение. Каких детей можно ожидать от этого брака, если известно, что дальтонизм – рецессивный сцепленный с полом признак?
10. При скрещивании сортов люцерны, имеющих пурпурные и желтые цветки, у гибридов первого поколения цветки оказались зелеными. Во втором поколении произошло расщепление на 169 растений с зелеными цветками, 64 – с пурпурными, 65 – с желтыми и 19 – с белыми. Объясните результаты скрещивания и определите генотипы родителей и потомков.

## Задание 6

1. Что такое мейоз и как он происходит?
2. Особенности гибридологического анализа Г. Менделя.
3. Факторы, влияющие на частоту кроссинговера.
4. Основные положения мутационной теории Г. Де Фриза.
5. Современные представления о гене.
6. Петух без хохла скрещен с двумя хохлатыми курицами. Первая курица дала 24 хохлатых цыпленка, а вторая - 12 хохлатых и 13 без хохла. Как наследуется этот признак? Каковы генотипы родительских особей?
7. Растение гороха, имеющее красные цветы и нормальный тип листа скрещено с растением, у которого белые цветы и нормальный тип листа. Получено 52 растения с красными цветами и нормальным типом листа и 17 растение с красными цветами и усатым типом листа. Определите генотипы родителей и потомков.
8. Мать имеет третью группу крови и больна полидактилией, а отец здоров и имеет четвертую группу крови. Какова вероятность рождения здорового ребенка с третьей группой крови? Полидактилия – доминантный аутосомный признак. Известно, что дедушка по линии матери бал здоров и имел первую группу крови.
9. Здоровая кареглазая (доминантный признак) женщина, отец которой имел голубые глаза и был дальтоником, выходит замуж за голубоглазого мужчину, имеющего нормальное зрение. Каких детей можно ожидать от этого брака, если известно, что дальтонизм – рецессивный сцепленный с полом признак?
10. При скрещивании сортов люцерны, имеющих пурпурные и желтые цветки, у гибридов первого поколения цветки оказались зелеными. Во втором поколении произошло расщепление на 169 растений с зелеными цветками, 64 – с пурпурными, 65 – с желтыми и 19 – с белыми. Объясните результаты скрещивания и определите генотипы родителей и потомков.

### Задание 7

1. Типы хромосом в зависимости от расположения центромера.
2. Что такое микроспорогенез и микрогаметогенез?
3. Плейотропное действие гена.
4. Понятие об инбридинге и аутбридинге.
5. Ядерная и цитоплазматическая мужская стерильность (ЦМС).
6. Две черные самки мыши скрещивались с коричневым самцом. Одна самка в несколько помётов дала 20 черных и 17 коричневых потомков, а вторая в общей сложности 33 черных. Определите генотипы родителей и потомков.
7. При скрещивании растения флокса с кремовыми нормальными цветками с растением, у которого кремовые пилорические цветки, получено 77 растений с кремовыми нормальными цветками и 25 растений с белыми нормальными цветками. Каковы генотипы родителей и потомков?
8. У родителей, имеющих резус-положительную кровь третьей группы, родился резус-отрицательный ребенок с первой группой крови. Какова вероятность рождения следующего ребенка с резус-положительной кровью первой группы? Резус-фактор – моногенный признак.
9. Мужчина, страдающий глухонемой и дальтонизмом, женился на женщине, нормальной по зрению и слуху. У них родился глухонемой сын и дочь дальтоник с нормальным слухом. Какова вероятность рождения здорового ребенка от этого брака? Дальтонизм – рецессивный сцепленный с полом признак, а глухонемой – рецессивный аутосомный признак.
10. При скрещивании двух линий дрозофилы, одна из которых имела коричневые, а другая ярко-красные глаза у гибридов первого поколения проявились темно-красные глаза. Во втором поколении получено: 110 мух с темно-красными глазами, 42 – с коричневыми, 38 – с ярко-красными и 12 – с белыми глазами. Определите генотипы родителей и потомков. Можно ли получить такие же гибриды первого и второго поколения от мух с иной окраской глаз?

## Задание 8

1. В чем отличие эндомиоза от политемии?
2. Опыты по переопределению пола в онтогенезе.
3. Доказательства роли нуклеиновых кислот в хранении и передаче генетической информации.
4. Виды полиплоидов.
5. Работы Моргана по изучению наследования сцепленных признаков (наследование окраски тела и формы крыльев у дрозофилы).
6. Две серые самки мыши скрещивались с серым самцом. Одна самка в несколько пометов дала 18 серых и 7 коричневых потомков, а вторая в общей сложности 25 серых. Определите генотипы родителей и потомков.
7. При скрещивании растения флокса с кремовыми нормальными цветками с растением, у которого белые нормальные цветки, получено 61 растение с кремовыми нормальными цветками и 19 растений с кремовыми пилорическими цветками. Каковы генотипы родителей и потомков?
8. У родителей, имеющих резус-положительную кровь второй группы, родился резус-отрицательный ребенок с первой группой крови. Какова вероятность рождения следующего ребенка с резус-отрицательной кровью второй группы? Резус-фактор – моногенный признак.
9. Мужчина, страдающий глухонемой и дальтонизмом, женился на женщине, нормальной по зрению и слуху. У них родился глухонемой сын и дочь дальтоник с нормальным слухом. Какова вероятность рождения здорового ребенка от этого брака? Дальтонизм – рецессивный сцепленный с полом признак, а глухонемой – рецессивный аутосомный признак.
10. При скрещивании двух линий дрозофилы, одна из которых имела коричневые, а другая ярко-красные глаза у гибридов первого поколения проявились темно-красные глаза. Во втором поколении получено: 110 мух с темно-красными глазами, 42 – с коричневыми, 38 – с ярко-красными и 12 – с белыми глазами. Определите генотипы родителей и потомков. Можно ли получить такие же гибриды первого и второго поколения от мух с иной окраской глаз?



## Задание 9

1. Биологическая роль митоза.
2. Балансовая теория определения пола.
3. Дигибридное скрещивание. Закон независимого комбинирования неаллельных генов.
4. Основные этапы биосинтеза белка.
5. Наследование признаков, сцепленных с полом, у дрозофилы.
6. Две серые самки норки скрещивались с коричневым самцом. Одна самка в несколько помётов дала 17 коричневых и 15 серых потомков, а другая в общей сложности 29 серых. Определите генотипы родителей и потомков.
7. Растение львиного зева с красными цветами и широкими листьями скрещено с растением, имеющим красные цветы и узкие листья. Получено 179 растений с красными цветами и широкими листьями и 63 растения с белыми цветами и широкими листьями. Каковы генотипы родителей и потомков?
8. У кареглазых родителей с третьей и первой группами крови родился голубоглазый ребенок с первой группой крови. Какие еще дети могут родиться от этого брака? Окраска глаз – моногенный аутосомный признак.
9. Черный темнокожий петух с розовидным гребнем скрещен с полосатой темнокожей курицей, имевшей листовидный гребень. Среди цыплят 6 полосатых темнокожих петушков, 2 полосатых белокожих петушка, 5 черных темнокожих курочек и 2 черные белокожие курочки. Все цыплята с розовидным гребнем. Каковы генотипы родителей, если известно, что окраска оперения – сцепленный с полом признак, а окраска кожи и форма гребня –
10. Цветы душистого горошка могут быть белыми и красными. При скрещивании двух белоцветковых сортов все потомство оказалось с красными цветами. А во втором поколении произошло расщепление на 178 красноцветковых и 143 белоцветковых растения. Как наследуется окраска цветков? Определите генотипы родителей и гибридов первого и второго поколения.

### Задание 10

1. Особенности профазы первого деления мейоза.
2. Виды скрещиваний, применяемые в генетике.
3. Наследование при нерасхождении половых хромосом у дрозофилы.
4. Пластидная наследственность.
5. Модификационная изменчивость, понятие нормы реакции, использование ее в сельскохозяйственном производстве.
6. Две короткошерстные кошки скрещивались с короткошерстным котом. Одна самка в несколько пометов дала 16 короткошерстных и 6 гладкошерстных потомков, а другая в общей сложности 20 короткошерстных. Определите генотипы родителей и потомков.
7. Растение львиного зева с красными цветами и широкими листьями скрещено с растением, имеющим белые цветы и широкие листья. Получено 149 растений с красными цветами и широкими листьями и 51 растение с красными цветами и узкими листьями. Каковы генотипы родителей и потомков?
8. У кареглазых родителей со второй и первой группами крови родился голубоглазый ребенок с первой группой крови. Какие еще дети могут родиться от этого брака? Окраска глаз – моногенный аутосомный признак.
9. Черный темнокожий петух с розовидным гребнем скрещен с полосатой темнокожей курицей, имевшей листовидный гребень. Среди цыплят 6 полосатых темнокожих петушков, 2 полосатых белокожих петушка, 5 черных темнокожих курочки и 2 черные белокожие курочки. Все цыплята с розовидным гребнем. Каковы генотипы родителей, если известно, что окраска оперения – сцепленный с полом признак, а окраска кожи и форма гребня –
10. Цветы душистого горошка могут быть белыми и красными. При скрещивании двух белоцветковых сортов все потомство оказалось с красными цветами. А во втором поколении произошло расщепление на 178 красноцветковых и 143 белоцветковых растения. Как наследуется окраска цветков? Определите генотипы родителей и гибридов первого и второго поколения.

## Задание 11

1. Основные различия между мейозом и митозом?
2. Полигибридное скрещивание.
3. Объясните понятие полимерии и плейотропии.
4. Перечислите основные принципы классификации мутаций.
5. Индуцированный мутагенез. Мутагенные факторы.
6. Две самки морской свинки с курчавой шерстью скрещены с гладкошерстным самцом. Одна самка в несколько пометов дала 12 потомков с курчавой шерстью, а другая - 6 с курчавой и 7 с гладкой шерстью. Определите генотипы родителей и потомков.
7. Растение гороха, имеющее красные цветы и нормальный тип листа, скрещено с растением, у которого белые цветы и нормальный тип листа. Получено 93 растения с красными цветами и нормальным типом листа и 30 растений с красными цветами и усатым типом листа. Определите генотипы родителей и потомков.
8. Мужчина с резус-отрицательной кровью четвертой группы женился на женщине с резус-положительной кровью второй группы. В семье два ребенка: первый – с резус-положительной кровью первой группы, второй – с резус-отрицательной кровью третьей группы. Судебно-медицинская экспертиза установила, что один из детей внебрачный. Какой ребенок внебрачный? Резус-положительная кровь у человека доминантна.
9. У канареек окраска оперения сцеплена с полом. При этом зеленая окраска доминирует над коричневой. Наличие хохолка доминирует над его отсутствием и определяется аутосомным геном. Оба родителя зеленые хохлатые. От них получено два птенца: зеленый хохлатый самец и коричневая без хохолка самочка. Какого потомства можно ожидать во втором поколении?
10. При скрещивании двух сортов тыквы, имеющих округлую форму плода, все гибриды первого поколения имели дисковидную форму плода. Во втором поколении произошло расщепление на 46 растений с дисковидными плодами, 29 – с округлыми и 5 – с удлинёнными. Как наследуется форма плода у тыквы?

### Задание 12

1. Какова биологическая роль мейоза?
2. Половые хромосомы и аутосомы. Типы хромосомного определения пола.
3. Современные представления о редупликации ДНК.
4. Цитологические доказательства кроссинговера, расчет частоты кроссинговера.
5. Методы отбора, применяемые в селекции.
6. Две самки морской свинки с курчавой шерстью скрещены с таким же самцом. Одна самка в несколько пометов дала 12 потомков с курчавой шерстью, а другая - 9 с курчавой и 3 с гладкой шерстью. Определите генотипы родителей и потомков.
7. Растение гороха, имеющее красные цветы и нормальный тип листа, скрещено с растением, у которого красные цветы и усатый тип листа. Получено 93 растения с красными цветами и нормальным типом листа и 30 растений с белыми цветами и нормальным типом листа. Определите генотипы родителей и потомков.
8. В семье здоровых родителей, где отец имел третью, а мать – четвертую группу крови родился глухонемой ребенок со второй группой крови. Какова вероятность рождения следующего ребенка фенотипически похожим на своего отца? На мать?
9. У канареек окраска оперения сцеплена с полом. При этом зеленая окраска доминирует над коричневой. Наличие хохолка доминирует над его отсутствием и определяется аутосомным геном. Оба родителя зеленые хохлатые. От них получено два птенца: зеленый хохлатый самец и коричневая без хохолка самочка. Какого потомства можно ожидать во втором поколении?
10. При скрещивании двух сортов тыквы, имеющих округлую форму плода, все гибриды первого поколения имели дисковидную форму плода. Во втором поколении произошло расщепление на 46 растений с дисковидными плодами, 29 – с округлыми и 5 – с удлинёнными. Как наследуется форма плода у тыквы?

### Задание 13

1. Перечислите основные фазы мейоза и дайте им краткую характеристику.
2. Способы полового размножения
3. Формулы расщепления гибридов  $F_2$  по фенотипу и генотипу при полигибридном скрещивании.
4. Типы определения пола в природе (эпигамное, прогамное, сингамное).
5. Открытие цитоплазматической наследственности и ее отличие от ядерной.
6. Белый кролик был скрещен с двумя черными крольчихами. Одна самка в несколько пометов дала 12 черных и 14 белых крольчат, а другая в общей сложности 25 черных. Каковы генотипы родителей и потомков?
7. От скрещивания хохлатого петуха с листовидным гребнем с курицей без хохла, но с розовидным гребнем, все цыплята имели хохол и розовидный гребень. Во втором поколении получено: 121 хохлатый цыпленок с розовидным гребнем, 42 –хохлатых с листовидным гребнем, 38 – без хохла с розовидным гребнем и 13 – без хохла с листовидным гребнем. Как наследуются изучаемые признаки?
8. У кур окраска оперения сцеплена с полом. При этом полосатая окраска доминирует над черной. Гороховидный гребень доминирует над листовидным и определяется аутосомным геном. Полосатый петух с гороховидным гребнем скрещен с черной курицей, имевшей гороховидный гребень. Какие цыплята могут быть от такого скрещивания?
9. В семье здоровых родителей, где отец имел вторую, а мать – четвертую группу крови родился глухонемой ребенок с третьей группой крови. Известно, что у обоих родителей были больные двоюродные братья и сестры. Какова вероятность рождения следующего ребенка фенотипически похожим на своего отца? На мать?
10. При скрещивании двух пород тутового шелкопряда, имеющих белые коконы, все гибриды первого поколения имели желтые коконы. А во втором поколении произошло расщепление в соотношении 71 – с желтым коконом и 55 – с белым коконом. Как наследуется окраска кокона у тутового шелкопряда? Определите генотипы родителей и потомков.

### Задание 14

1. Что такое геном и кариотип?
2. Гипотеза чистоты гамет.
3. Эпистаз. Виды эпистаза.
4. Признаки, ограниченные полом и зависимые от пола.
5. Что такое трансформация?
6. Серый кролик был скрещен с двумя серыми крольчихами. Одна самка в несколько пометов дала 12 серых и 4 белых крольчат, а другая в общей сложности 15 серых. Каковы генотипы родителей и потомков?
7. От скрещивания хохлатого петуха с листовидным гребнем с курицей без хохла, но с розовидным гребнем, все цыплята имели хохол и розовидный гребень. Во втором поколении получено: 121 хохлатый цыпленок с розовидным гребнем, 42 –хохлатых с листовидным гребнем, 38 – без хохла с розовидным гребнем и 13 – без хохла с листовидным гребнем. Как наследуются изучаемые признаки?
8. В семье здоровых родителей, где отец имеет вторую, а мать – третью группу крови, родился ребенок, имеющий первую группу крови и страдающий болезнью Шпильмейера-Фогта (юношеская форма амавротической идиотии). Какова вероятность того, что следующий ребенок в этой семье будет фенотипически похож на отца?
9. У кур окраска оперения сцеплена с полом. При этом полосатая окраска доминирует над черной. Гороховидный гребень доминирует над листовидным и определяется аутосомным геном. Полосатый петух с гороховидным гребнем скрещен с черной курицей, имевшей гороховидный гребень. Какие цыплята могут быть от такого скрещивания?
10. При скрещивании двух пород тутового шелкопряда, имеющих белые коконы, все гибриды первого поколения имели желтые коконы. А во втором поколении произошло расщепление в соотношении 71 – с желтым коконом и 55 – с белым коконом. Как наследуется окраска кокона у тутового шелкопряда? Определите генотипы родителей и потомков.

### Задание 15

1. Этапы гаметогенеза у животных.
2. Понятие множественного аллелизма.
3. Типы аллельного взаимодействия генов.
4. Строение и функции РНК в клетке. Типы РНК.
5. Гетерозис, определение, открытие и основные его закономерности.
6. Сорт гороха Смарагд, имеющий обычные семена, скрещен с сортом Неосыпающийся 1, имеющим признак неосыпаемости (прочное срастание семяножки с горошиной). У гибридов  $F_1$  признак неосыпаемости отсутствовал. В  $F_2$  было получено 1892 горошины с прочно сросшейся семяножкой и 5502 - обычных. Какое потомство будет получено в беккроссах?
7. У родителей правшей, имеющих белый локон надо лбом, родился левша без белого локона. Оба признака моногенные, аутосомные. Какова вероятность того, что следующий ребенок будет правша без белого локона?
8. В семье здоровых родителей, где отец имеет вторую, а мать – третью группу крови, родился ребенок, имеющий первую группу крови и страдающий болезнью Шпильмейера-Фогта (юношеская форма амавротической идиотии). Известно, что у обоих супругов были больные двоюродные братья и сестры. Какова вероятность того, что следующий ребенок в этой семье будет фенотипически похож на отца? На мать?
9. У кур окраска оперения сцеплена с полом. При этом полосатая окраска доминирует над черной. Аутосомный ген А в гетерозиготном состоянии обуславливает коротконогость, а в гомозиготе – имеет летальный эффект, рецессивный аллель обуславливает нормальную длину ног. Какие цыплята могут быть у полосатого коротконогого петуха и полосатой курицы с нормальной длиной ног?
10. При скрещивании двух пород свиней, имеющих песочную окраску щетины, все гибриды первого поколения имели красную щетину. У гибридов второго поколения произошло расщепление на 18 животных с красной щетиной, 11 – с песочной и 2 – с белой. Как наследуется окраска щетины у свиней? Что получится при скрещивании гибридов первого поколения с белыми свиньями?

### Задание 16

1. Условия выполнения законов Г.Менделя
2. Для чего используют анализирующие скрещивания?
3. Половые хромосомы и аутосомы. Сцепленное с полом наследование.
4. Формы естественного отбора по Ч.Дарвину.
5. В чем смысл учения В.Иогансена о популяциях и чистых линиях?
6. Брахидактилия (короткопалость) - доминантный аутосомный признак. Какого потомства можно ожидать в семьях, где: а) оба родителя гетерозиготны; б) один гомозиготен по признаку короткопалости, а другой гетерозиготен; в) оба гомозиготны но по разным аллелям?
7. У родителей правшей, имеющих белый локон надо лбом, родился левша без белого локона. Оба признака моногенные, аутосомные. Какова вероятность того, что следующий ребенок будет левша с белым локоном?
8. В семье здоровых родителей, где отец имел третью, а мать – четвертую группу крови родился глухонемой ребенок со второй группой крови. Какова вероятность рождения следующего ребенка фенотипически похожим на своего отца? На мать?
9. У кур окраска оперения сцеплена с полом. При этом полосатая окраска доминирует над черной. Аутосомный ген А в гетерозиготном состоянии обуславливает коротконоготь, а в гомозиготе – имеет летальный эффект, рецессивный аллель обуславливает нормальную длину ног. Какие цыплята могут быть у полосатого коротконоготого петуха и полосатой курицы с нормальной длиной ног?
10. При скрещивании двух пород свиней, имеющих песочную окраску щетины, все гибриды первого поколения имели красную щетину. У гибридов второго поколения произошло расщепление на 18 животных с красной щетиной, 11 – с песочной и 2 – с белой. Как наследуется окраска щетины у свиней? Что получится при скрещивании гибридов первого поколения с белыми свиньями?



### Задание 17

1. Двойное оплодотворение у цветковых растений.
2. Хромосомный механизм определения пола.
3. Методы получения автополиплоидов.
4. Генетическая сущность инбридинга.
5. Закон гомологичных рядов Н.И.Вавилова.
6. При скрещивании тонкорунных овец с нормально развитой ушной раковиной (длинноухие) с корноухими (безухими) рождаются особи со стреловидными (укороченными) ушами. При разведении гибридов  $F_1$  “в себе” было получено 15 длинноухих, 29 стреловидных и 14 корноухих овец. Как наследуется этот признак?
7. В браке двух карликов, один из которых был шестипалый, родился пятипалый ребенок нормального роста. Какова вероятность того, что и следующий ребенок будет нормальным? Шестипалость – доминантный аутосомный признак.
8. У здоровых родителей с третьей группой крови родился глухонемой ребенок с первой группой крови. Какова вероятность рождения следующего ребенка здоровым с первой группой крови? Глухонемота – аутосомный признак.
9. У кур окраска оперения сцеплена с полом. При этом полосатая окраска доминирует над черной. Аутосомный ген  $A$  в гетерозиготном состоянии обуславливает коротконогость, а в гомозиготе – имеет летальный эффект, рецессивный аллель обуславливает нормальную длину ног. Полосатый коротконогий петух скрещен с коротконогой черной курицей. Известно, что у отца петуха была черная окраска оперения. Какова вероятность рождения у этих родителей полосатых коротконогих цыплят?
10. При скрещивании белых морских свинок с черными потомство получается серое, а в  $F_2$  расщепление по окраске: 35 серых : 17 белых и 12 черных морских свинок. Как наследуется окраска шерсти у морских свинок?

### Задание 18

1. Доминирование и его формы.
2. Для чего применяют рецiproкные скрещивания?
3. Проблемы и достижения генной инженерии.
4. Теории, объясняющие эффект гетерозиса.
5. Использование отдаленной гибридизации в селекции.
6. У родителей, имеющих резус - положительную группу крови родился ребенок с резус - отрицательной группой крови (резус фактор - моногенный признак). Какова вероятность рождения следующего ребенка, фенотипически похожим на своих родителей?
7. В браке двух праворуких родителей, один из которых был шестипалый, родился пятипалый ребенок левша. Какова вероятность того, что следующий ребенок будет нормальным? Шестипалость – доминантный аутосомный признак.
8. У здоровых родителей со второй группой крови родился глухонемой ребенок с первой группой крови. Какова вероятность рождения следующего ребенка здоровым со второй группой крови? Глухонемота – аутосомный признак.
9. У кур окраска оперения сцеплена с полом. При этом полосатая окраска доминирует над черной. Аутосомный ген А в гетерозиготном состоянии обуславливает коротконогость, а в гомозиготе – имеет летальный эффект, рецессивный аллель обуславливает нормальную длину ног. Полосатый коротконогий петух скрещен с коротконогой черной курицей. Известно, что у отца петуха была черная окраска оперения. Какова вероятность рождения у этих родителей полосатых коротконогих цыплят?
10. При скрещивании белых морских свинок с черными потомство получается серое, а в  $F_2$  расщепление по окраске: 35 серых : 17 белых и 12 черных морских свинок. Как наследуется окраска шерсти у морских свинок?

### Задание 19

1. Спорогенез и гаметогенез у цветковых растений.
2. Понятие о генах и аллелях. Критерии аллелизма.
3. Основные положения хромосомной теории Т.Моргана.
4. Гаплоидия и ее использование в генетике и селекции.
5. Статистические закономерности модификационной изменчивости. Вариационная кривая.
6. При скрещивании между собой сортов редиса с длинным и округлым корнеплодом получают гибриды с овальным корнеплодом. Какое потомство можно ожидать у гибридов второго поколения и в обоих беккроссах?
7. У нормальных родителей родился глухонемой ребенок альбинос. Известно, что у супругов бабушки были глухонемыми, а дедушки – альбиносами. Какова вероятность того, что следующий ребенок будет нормальным?
8. У кареглазых родителей родилось двое детей: кареглазый сын с первой группой крови и голубоглазая дочь с четвертой группой крови. Какова вероятность рождения следующего ребенка в этой семье кареглазым с четвертой группой крови? Окраска глаз – моногенный аутосомный признак.
9. У кур окраска оперения сцеплена с полом. При этом полосатая окраска доминирует над черной. Аутосомный ген А в гетерозиготном состоянии обуславливает коротконогость, а в гомозиготе – имеет летальный эффект, рецессивный аллель обуславливает нормальную длину ног. Какие цыплята, и в какой пропорции могут появиться у полосатой коротконогой курицы и черного коротконогого петуха?
10. При скрещивании двух сортов тыквы, имеющих белые и зеленые плоды,  $F_1$  также белоплодное, а в  $F_2$  получается расщепление в соотношении: 118 растений белоплодных: 29 желтоплодных: 10 с зелеными плодами. Как наследуется окраска плода у тыквы? Можно ли такие же гибриды  $F_1$  и  $F_2$  получить от родителей с иной окраской плода?

## Задание 20

1. Методы изучения генетики
2. Кроссинговер и его роль.
3. Принципы классификации наследственных болезней человека.
4. Пути преодоления нескрещиваемости и бесплодия при отдаленной гибридизации.
5. Что такое генная и клеточная инженерия?
6. Две короткошерстные кошки скрещивались с короткошерстным самцом. Первая кошка дала 6 короткошерстных котят, а вторая - 4 короткошерстных и 1 длинношерстного котенка. Определите генотипы родителей и потомков.
7. Растение томата с желтыми шаровидными плодами скрещено с растением, имеющим красные шаровидные плоды. Получено 123 растения с красными шаровидными плодами и 39 растений с красными грушевидными плодами. Определите генотипы родителей и потомков.
8. У здоровых родителей родилось двое детей: здоровый сын с первой группой крови и глухонемая дочь с четвертой группой крови. Какова вероятность рождения следующего ребенка в этой семье здоровым с первой группой крови? Окраска глаз – моногенный аутосомный признак.
9. У кур окраска оперения сцеплена с полом. При этом полосатая окраска доминирует над черной. Гороховидный гребень доминирует над листовидным и определяется аутосомным геном. Полосатый петух с гороховидным гребнем скрещен с полосатой курицей, имевшей гороховидный гребень. Какие цыплята могут быть от такого скрещивания?
10. При скрещивании двух безлигульных (не имеющих язычка) сортов кукурузы, все гибриды первого поколения тоже оказались безлигульными, а в  $F_2$  произошло расщепление: было получено 101 безлигульное растение и 25 – нормальных. Как наследуется безлигульность у кукурузы?

## ЛИТЕРАТУРА

### Основная литература

1. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции. М. Высшая школа.1989г.
2. Лобашов М.Е., Ватти К.В., Тихомирова М.М. Генетика с основами селекции. М. Просвещение, 1979г.
3. Ватти К.В., Тихомирова М.М. Руководство к практическим занятиям по генетике. М. Просвещение, 1979г.
4. Лобашов М.Е., Мальченко В.В. Словарь терминов по генетике, цитологии, селекции, семеноводству и семеноведению. М. Россельхозиздат., 1983г.

### Дополнительная литература

1. Бочков Н.П. Гены и судьбы. М. Молодая гвардия., 1990г.
2. Тарасенко Н.Д., Лушанова Г.И. Что вы знаете о своей наследственности? Новосибирск. Наука., 1991г.
3. Штерн К.К. Основы генетики человека. М. Медицина., 1965г.
4. Дубинин Н.П. Общая генетика. М. Наука., 1986г.
5. Бочков Н.П., Захаров А.Ф., Иванов В.И. Медицинская генетика. М. Медицина., 1984г.
6. Польшин В.М. Мама, папа и я. М. Советская Россия., 1967г.
7. Маккьюсик В. Генетика человека. М. Мир., 1967г.
8. Медведев Н.Н. Беседы по биологии пола. Минск. Высшая школа., 1972г.
9. Попов В.В. За семью замками наследственности. М. Агропромиздат., 1991
10. Абрамова З.В., Карлинский О.А. Руководство к практическим занятиям по генетике. М.: Колос, 1980.
11. Гершензон С.М. Основы современной генетики. Киев: Наукова думка, 1983.
12. Гуляев Г.В. Генетика. М.: Колос, 1984.
13. Соболев А.Н. Методические рекомендации по решению генетических задач. Орел, 2002 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРОГРАММА ПО ГЕНЕТИКЕ.....	3
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЙ.....	9
ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ .....	12
Задачи на моногибридное скрещивание. ....	12
Задачи на дигибридное скрещивание. ....	15
Задачи на множественный аллелизм.....	17
Задачи на наследование признаков, сцепленных с полом .....	20
Задачи на взаимодействие генов. ....	21
ЛИТЕРАТУРА .....	45

### Выходные данные

Подписано в печать 2008г. Формат 60x80 1/16. Печать на ризографе.  
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Объем усл.печ.л. Тираж 100 экз.  
Заказ № . Отпечатано с готового оригинал-макета на  
полиграфической базе редакционно-издательского отдела ГОУВПО  
«Орловский государственный университет» 302026, г.Орел  
ул.Комсомольская, 95 Тел/факс (4862) 74-45-08