

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 5. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ НАСЛЕДСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ПРИ МОНО-, ДИ-, ПОЛИГИБРИДНОМ И АНАЛИЗИРУЮЩЕМ СКРЕЩИВАНИИ, СОСТАВЛЕНИЕ ГЕНОТИПИЧЕСКИХ СХЕМ СКРЕЩИВАНИЯ

Цель работы: научиться применять законы Менделя для анализа наследования признаков, рассчитывать вероятности появления различных генотипов и фенотипов в потомстве, строить генотипические схемы и интерпретировать их результаты.

Ход работы:

1. Внимательно прочтите условие задачи.
2. Сделайте краткую запись условия задачи.
3. Запишите генотипы и фенотипы скрещиваемых особей.
4. Определите и запишите типы гамет, которые образуют скрещиваемые особи.
5. Определите и запишите генотипы и фенотипы полученного от скрещивания потомства.
6. Проанализируйте результаты скрещивания. Для этого определите количество классов потомства по фенотипу и генотипу и запишите их в виде числового соотношения.
7. Запишите ответ на вопрос задачи.

Обсудите результаты решения задач. Как законы Менделя применяются в селекции растений и животных? Почему важно знать генотипы родительских форм при планировании скрещиваний?

ЗАДАЧА 1

Сколько типов гамет образует организм:

- а) гетерозиготный по одной паре генов?
- б) гетерозиготный по двум парам генов?
- в) гетерозиготный по четырём парам генов?
- г) гетерозиготный по n парам генов?

ЗАДАЧА 2

Сколько типов гамет и какие именно образуют организмы, имеющие генотипы: а) Aa ; б) $AaBb$; в) $AabbCc$?

ЗАДАЧА 3

Какое расщепление ожидается при моногибридном скрещивании двух гетерозиготных особей? Какой процент потомков от такого скрещивания получает рецессивный фенотип? Какой

процент гомозиготных особей возможен при скрещивании двух гетерозигот?

ЗАДАЧА 4

При скрещивании черных кроликов с серыми рождались только черные крольчата.

Какое потомство следует ожидать во втором поколении от скрещивания между собой гибридов первого поколения?

ЗАДАЧА 5

Короткая шерсть у кошек доминирует над ангорской (длинной шерстью). Кошка с короткой шерстью при скрещивании с ангорским котом принесла 6 короткошерстных и 2 ангорских котят.

Определите генотипы родительских форм, предполагая, что оба родителя гетерозиготны.

ЗАДАЧА 6

Черная масть крупного рогатого скота доминирует над рыжей, а белоголовость — над сплошной окраской головы. Гены обоих признаков располагаются в разных парах хромосом. Какое потомство можно получить от скрещивания гетерозиготного черного быка, имеющего сплошную окраску головы с рыжей гетерозиготной белоголовой коровой?

ЗАДАЧА 7

У кроликов черный цвет шерсти (C) доминирует над белым (c), а прямые уши (H) доминируют над висячими (h). У вас есть черный кролик с прямыми ушами. Чтобы выяснить, есть ли у него рецессивные аллели для цвета шерсти и формы ушей, выберите подходящего кролика для анализа.

Какой генотип должен быть у выбранного кролика и каковы возможные фенотипы потомства?

ЗАДАЧА 8

Женщина — левша с отрицательным резус-фактором, вышла замуж за мужчину с положительным резус-фактором и праворукостью. Родители женщины имели положительный резус-фактор и были правшами. Отец мужчины, наоборот, имел отрицательный резус-фактор и был левшой.

Известно, что праворукость и положительный резус-фактор являются доминантными признаками, рецессивными признаками являются леворукость и отрицательный резус-фактор. Гены владения рукой и резус фактор находятся в разных парах аутом и наследуются независимо друг от друга.

1. Определите генотипы и фенотипы родителей и их потомков в трех браках.

2. Учитывая, что вынашивание ребенка с положительным резус-фактором может вызывать иммунный конфликт у женщины с отрицательным резус-фактором, определите вероятность того, что женщина не будет наблюдаться у врачей из-за резус-конфликта с плодом.

ЗАДАЧА 9

У коров ген темной шерсти (D) доминантен по отношению к гену светлой шерсти (d), отсутствие рогов (H) доминирует над их наличием (h), а пятнистость (S) доминирует над однотонной окраской (s). Темная безрогая пятнистая корова породы Гэллоуэй была скрещена со светлыми рогатыми однотонными быками. Полученное потомство F_1 было однородным. Затем особи F_1 были скрещены между собой. Определите соотношение фенотипов в поколении F_2 .

ЗАДАЧА 10

Тригомозиготный бык по рецессивным признакам скрещивается с тригетерозиготной коровой. Используя решетку Пеннета, рассчитайте соотношение фенотипов у потомства. Приведите пример расчета для одного из признаков.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 6. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ НАСЛЕДСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ПРИ СЦЕПЛЕННОМ НАСЛЕДОВАНИИ, СОСТАВЛЕНИЕ ГЕНОТИПИЧЕСКИХ СХЕМ СКРЕЩИВАНИЯ

Цель работы: научиться определять вероятность возникновения наследственных признаков при сцепленном наследовании, анализировать кроссинговер и составлять генотипические схемы скрещивания.

Ход работы:

1. Повторите теоретический материал.
2. Внимательно прочтите условие задачи.
3. Сделайте краткую запись условия задачи.
4. Решите задачу.
5. Запишите ответ на вопрос задачи.

ЗАДАЧА 1

Какова вероятность образования гамет с обоими доминантными генами A и P у дрозофилы, если гены находятся в одной аутосоме на расстоянии 16 морганид и родительские особи гетерозиготны по этим генам?

ЗАДАЧА 2

Организм с генотипом $AaBb$ имеет гены A и B , расположенные на одной хромосоме, с частотой кроссинговера 18 %.

Определите типы и процентное соотношение образуемых ею гамет.

ЗАДАЧА 3

Гены A , B и C расположены на одной хромосоме. Расстояние между генами A и B равно 5 морганидам, а между генами A и C — 7 морганидам.

Определите возможное расстояние между генами B и C и опишите скрещивание, необходимое для точного определения этого расстояния.

ЗАДАЧА 4

Гены A , B , C и D составляют одну группу сцепления. Расстояние между генами A и D — 2 морганиды, между генами D

и C — 5,5 морганиды, между генами C и B — 1,5 морганиды, а между генами A и B — 6 морганид.

Расположите гены в линейном порядке на одной хромосоме, определив их последовательность.

ЗАДАЧА 5

Дрозофила с серым телом и красными глазами гетерозиготна по двум генам: гену черного цвета тела (рецессивный, локус 48.5) и гену пурпурных глаз (рецессивный, локус 54.5), расположенным на второй хромосоме. Определите типы и процентное соотношение образуемых ею гамет.

ЗАДАЧА 6

Высокорослое томатное растение с круглыми плодами скрещивают с карликовым растением с овальными плодами. Первое поколение (F_1) единообразно и проявляет признаки высоких стеблей и круглых плодов. При самоопылении растений F_1 кроссинговера не происходит, но известно, что гены расположены в одной хромосоме. Определите генотипы родительских растений, растений F_1 и расщепление по фенотипу во втором поколении (F_2).

ЗАДАЧА 7

Гетерозиготная самка дрозофилы (генотип $CcTt$) скрещена с рецессивной гомозиготой ($cc tt$). В потомстве получено: 46,25% $CcTt$, 3,75% $Cc tt$, 3,75% $ccTt$, 46,25% $cc tt$. Определите расстояние между генами C и T в морганидах.

ЗАДАЧА 8

Гены серого цвета тела (B) и длинных крыльев (V) у дрозофилы находятся на одной хромосоме и разделены расстоянием в 17 морганид.

При скрещивании гетерозиготных мух, у которых в одной хромосоме находились оба доминантных гена, а во второй — два рецессивных гена, какова вероятность появления потомства с фенотипом, отличным от родительских?

ЗАДАЧА 9

При скрещивании кукурузы с гладкими окрашенными семенами и кукурузы с морщинистыми неокрашенными семенами получено потомство: 3248 гладких окрашенных, 216 окрашенных морщинистых, 227 гладких неокрашенных и 3301 морщинистых неокрашенных семян. Гладкость и окраска семян — доминантные признаки, сцепленные между собой.

Определите расстояние между генами, контролирующими эти признаки, в морганидах.

ЗАДАЧА 10

У кукурузы гены нормальных листьев и высокого стебля доминантны и находятся в одной хромосоме. Скрестили высокое растение со скрученными листьями и карликовое растение с нормальными листьями. Все потомство оказалось единообразным по высоте и листьям. При скрещивании этих потомков с рецессивной особью образовались две фенотипические группы: высокие растения со скрученными листьями и карликовые растения с нормальными листьями. Определите генотипы родителей и потомков в двух скрещиваниях, а также образующиеся гаметы.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ

1. Что такое сцепленное наследование? Как оно отличается от независимого распределения аллелей?
2. Каково значение расстояния между генами в морганидах? Как это расстояние влияет на вероятность кроссинговера?
3. Как кроссинговер влияет на генетическое разнообразие?
4. Как определить типы гамет при сцепленном наследовании?

СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ

Сцепление генов было открыто в 1911—1912 гг. Т. Морганом на примере мухи дрозофилы.

При скрещивании гомозиготных особей с серым телом и нормальными крыльями с особями с черным телом и короткими крыльями получено единообразие гибридов первого поколения (F_1), которые имели доминантные признаки.

Для определения генотипа гибридов I поколения проведено анализирующее скрещивание, которое показало, что гены, определяющие цвет тела и длину крыльев, локализованы в одной хромосоме и передаются вместе, т. е. сцепленно.

В некоторых случаях сцепление может нарушаться из-за кроссинговера, который происходит в профазе мейоза I, когда участки хроматид обмениваются между гомологичными хромосомами. Это приводит к образованию различных типов гамет. Кроссинговер происходит у большинства растений и животных, за исключением самца мухи дрозофилы и самки тутового шелкопряда.

Частота кроссинговера зависит от расстояния между генами: чем больше расстояние, тем меньше сила сцепления и тем чаще происходит кроссинговер. Расстояние между генами измеряется в морганидах (1 морганида = 1 % кроссинговера).

Гены, локализованные в одной хромосоме, образуют группу сцепления. Количество групп сцепления соответствует гаплоидному числу хромосом.

Гаметы могут быть некроссоверными (при отсутствии кроссинговера) и кроссоверными (при его наличии). Кроссоверные гаметы обычно образуются в меньшем количестве.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 7. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА МУТАЦИИ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ НАСЛЕДСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ, СОСТАВЛЕНИЕ ГЕНОТИПИЧЕСКИХ СХЕМ СКРЕЩИВАНИЯ

Цель работы: научиться анализировать типы мутаций, определять их влияние на структуру генов и белков, а также составлять генотипические схемы для изучения наследственных изменений.

Ход работы:

1. Повторите теоретический материал подразд. 5.4 учебника.
2. Внимательно прочтите условие задачи.
3. Сделайте краткую запись условия задачи.
4. Решите задачу.
5. Запишите ответ на вопрос задачи.

ЗАДАЧА 1

У бактерии *E. coli* исходная последовательность гена в молекуле ДНК: АТГ ЦЦТ ГАА ЦТА ГГТ ТГА. В результате точечной мутации произошла замена одного нуклеотида. Новая последовательность: АТГ ЦЦТ ГАА ЦТА ГГА ТГА.

Определите:

- 1) какой нуклеотид был заменен и на какой?
- 2) в какой позиции произошла замена?
- 3) как эта мутация может повлиять на аминокислотную последовательность белка?

При решении задачи используйте таблицу генетического кода (см. рис. П.1).

ЗАДАЧА 2

Нормальный гемоглобин (HbA), содержащийся в эритроцитах человека, определяется следующей последовательностью нуклеотидов смысловой цепи ДНК: 3' ЦАА ГТА ГАА ЦГА ГТТ ЦТТ ТТТ 5'. При серповидноклеточной анемии эритроциты содержат гемоглобин HbS и имеют форму серпа. Точечная мутация связана с заменой одной пары оснований ДНК в шестом треплете. В результате в молекуле гемоглобина глутаминовая кислота в шестом положении меняется на валин.

1. Напишите последовательность аминокислот в начальном участке НбА.

2. Напишите последовательность аминокислот в начальном участке НбS.

3. Выясните, какие изменения произошли в ДНК.

При решении задачи используйте таблицу генетического кода.

ЗАДАЧА 3

При воздействии азотистой кислоты на молекулу ДНК цитозин заменяется на гуанин.

Какое строение будет иметь участок синтезируемого белка (один из вариантов), если должен был образовываться полипептид с такой последовательностью аминокислот: сер — иле — тре — про — сер, но все цитозиновые нуклеотиды соответствующего участка ДНК подверглись указанному химическому превращению?

ЗАДАЧА 4

В результате мутации последовательность генов в хромосоме изменилась с ABCDEFGH на ACBEFH. Определите тип хромосомной мутации.

ЗАДАЧА 5

В соматических клетках моркови установлено 18 хромосом вместо 9. Охарактеризуйте эту мутацию.

1. Определите, какой тип геномной мутации произошел у моркови.

2. Как эта мутация могла возникнуть?

ЗАДАЧА 6

В результате воздействия химического мутагенного фактора последовательность генов в хромосоме изменилась с ABCDEFGH на ABCBCDEFGH. Определите тип хромосомной мутации.

ЗАДАЧА 7

В геноме организма в результате действия токсинов произошла хромосомная перестройка между генами, находившимися в одной хромосоме. Последовательность генов изменилась с ABCDEFGH на ABCDEDEFGH. Определите тип мутации.

ЗАДАЧА 8

Обычно растение имеет диплоидный набор хромосом $2n = 14$. У мутантного растения обнаружена $3n = 21$ хромосома.

1. Какой тип геномной мутации произошел?
2. Как эта мутация могла возникнуть?

ЗАДАЧА 9

В ходе репликации к аденину материнской цепи присоединился 5-бром урацил (5-БУ), который аналогичен тимину. При последующей репликации 5-БУ спаривается с гуанином.

1. Определите исходную пару, в которой произошла мутация.
2. Определите, на какую пару заменится исходная при последующих циклах репликации.

ЗАДАЧА 10

В молекуле ДНК произошла мутация, вызванная дезаминированием цитозина. Дезаминирование — это биохимический процесс удаления аминогруппы ($-\text{NH}_2$) из молекулы, который может происходить как в клетках организма, так и под действием химических факторов. В результате дезаминирования цитозина образуется урацил. Если эта мутация не будет исправлена системой репарации ДНК, какой нуклеотид будет комплементарен к измененным основаниям при репликации ДНК?

ВОПРОСЫ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ

1. Что такое мутация? Какие типы мутаций существуют? Как различаются точечные, хромосомные и геномные мутации?
2. Как точечные мутации влияют на структуру белка?
3. Как различаются хромосомные мутации, такие как делеции, дупликации и инверсии?
4. Что нового вы узнали о мутациях во время выполнения практической работы и как это знание может быть полезным в будущем?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 8. АНАЛИЗ НАСЛЕДСТВЕННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Цель работы: изучить причины, клинические проявления, методы диагностики и лечения наследственных заболеваний.

Наследственные заболевания являются важной темой в генетике, поскольку они могут оказывать значительное влияние на здоровье и качество жизни людей. В ходе этой работы вы исследуете наследственные заболевания, анализируя их типизацию, мутации, клинические проявления и методы диагностики. Важно понимать, как генетические изменения могут влиять на здоровье человека, а также осознавать значение ранней диагностики и лечения наследственных заболеваний.

ОБЩИЙ ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

Что нужно сделать до занятия:

1. Разделитесь на группы. Каждая группа должна состоять из 3—4 чел. Группы самостоятельно выбирают одну из предложенных тем (всего 8 тем).

2. Используя рекомендованные источники, группы заполняют табл. П.2.

ТАБЛИЦА П.2. АНАЛИЗ НАСЛЕДСТВЕННОГО ЗАБОЛЕВАНИЯ

Вопрос	Ответ
<i>Описание заболевания</i>	
Как называется заболевание? Почему оно получило такое название?	
Какие основные симптомы характерны для этого заболевания?	
В какой форме чаще всего проявляется болезнь?	
<i>Причины заболевания</i>	
Какое генетическое нарушение лежит в основе заболевания?	
В каком гене или какой хромосоме происходит мутация?	

Вопрос	Ответ
Наследуется ли это заболевание и если да, то каким образом?	
Диагностика	
Какие методы диагностики применяются для выявления этого заболевания?	
Можно ли диагностировать болезнь до появления симптомов?	
Лечение	
Какие методы лечения или коррекции используются?	
Может ли лечение полностью устранить симптомы или замедлить прогрессирование болезни?	
Профилактика	
Какие меры можно принять, чтобы предотвратить заболевание?	
Какую роль играет генетическое консультирование в предупреждении болезни?	
Социальные аспекты	
Как заболевание влияет на качество жизни больного и его семьи?	
Какие социальные или государственные программы помогают пациентам с этим заболеванием?	

3. Каждая группа готовит устное выступление, в котором излагаются основные выводы, сделанные при заполнении таблицы и создании презентации. Презентация должна помочь визуально представить основные тезисы выступления. Доклад должен быть четким и логично структурированным, рассчитанным на 5 мин.

Требования к презентации:

1. Объем: от 5 до 8 слайдов.
2. Структура:
 - 2.1. Титульный слайд: название темы, номер группы, фамилии участников.
 - 2.2. Ключевая информация: используйте заголовки и краткие пункты для каждого аспекта вашей темы.

2.3. Иллюстрации: добавьте изображения, схемы, карты или таблицы для наглядности.

2.4. Заключительный слайд: основные выводы и, если возможно, инфографика, суммирующая информацию.

Оформление презентации:

1. Текст должен быть крупным и читабельным.
2. Не перегружайте слайды текстом (используйте тезисы).
3. Слайды должны быть логически связаны с докладом.

Требования к докладу:

1. Время выступления 5 мин.
2. Структура:
 - 2.1. Введение: кратко представьте тему и объясните, почему она важна.
 - 2.2. Основная часть: логично изложите информацию:
 - дайте краткую характеристику заболевания;
 - расскажите о генетических причинах этого заболевания;
 - расскажите о методах диагностики и лечения;
 - опишите влияние этого заболевания на качество жизни.
 - 2.3. Заключение: сделайте выводы по теме.

Подготовка к докладу:

1. Докладчик не должен читать текст с листа. Используйте тезисы, чтобы говорить свободно.
2. Каждый член группы может выступить с отдельной частью доклада или представить его совместно.
3. Текст доклада должен быть согласован с презентацией.

Что нужно делать на занятии:

1. Ваша группа должна выступить перед одноклассниками, используя подготовленную презентацию.
2. Во время выступлений других групп проводите оценку докладов и презентаций по чек-листу, который представлен далее.

ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ ДОКЛАДОВ

1. Муковисцидоз.
2. Синдром Дауна.
3. Синдром Клайнфельтера.
4. Синдром Шерешевского — Тернера.
5. Серповидноклеточная анемия.
6. Дальтонизм.
7. Гемофилия.
8. Фенилкетонурия.

ИНСТРУКЦИЯ ПО ВЗАИМНОЙ ОЦЕНКЕ ПРЕЗЕНТАЦИЙ И ДОКЛАДОВ

Взаимная оценка помогает вам критически анализировать выступления других групп, фиксировать сильные стороны их работы и замечать области, которые можно улучшить.

Как проводить взаимную оценку?

1. Во время каждого выступления внимательно слушайте доклад, следите за слайдами презентации и записывайте свои наблюдения.

2. Используйте чек-лист критериев оценки (табл. П.3). Отмечайте выполнение каждого пункта.

3. Оцените каждый критерий по трехбалльной шкале:

- 0 — критерий отсутствует или полностью не выполнен.
- 1 — критерий выполнен частично, но есть недочеты.
- 2 — критерий выполнен полностью и качественно.

Например, если критерий «Использование примеров» выполнен, но примеров мало и они неубедительные, поставьте 1. Если примеров много и они убедительные, ставьте 2. Если примеров нет, поставьте 0.

4. Будьте объективны. Оценивайте содержание, оформление и структуру презентации и доклада, а не личные качества участников.

5. После заполнения чек-листа сделайте общий вывод: какие аспекты выступления были выполнены хорошо? что можно улучшить?

6. Подсчитайте баллы на основе заполненного чек-листа и используйте шкалу перевода баллов в оценку.

ТАБЛИЦА П.3. ЧЕК-ЛИСТ ПО ОЦЕНКЕ СООБЩЕНИЙ И ПРЕЗЕНТАЦИЙ

Критерий	Баллы
Полнота представленных данных	
Логичность структуры доклада	
Понимание генетических причин заболевания	
Использование примеров	
Интересность и полезность информации	
ИТОГО	

Шкала перевода баллов в отметку:

- 20—22 балла — 5;
- 16—19 баллов — 4;
- 12—15 баллов — 3;
- менее 12 баллов или отсутствие работы — 2.

ИСТОЧНИКИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ПРЕЗЕНТАЦИЙ И ДОКЛАДОВ

ПостНаука: <https://postnauka.ru>

Биомолекула: <https://biomolecula.ru>

N+1: <https://nplus1.ru>

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 9. СОСТАВЛЕНИЕ И АНАЛИЗ РОДОСЛОВНЫХ ЧЕЛОВЕКА

Цель работы: научиться составлять родословные с использованием общепринятых обозначений, определять тип наследования признаков и рассчитывать вероятность их передачи потомкам.

Ход работы:

1. Изучите справочную информацию для решения задач по генетике.
2. Внимательно прочитайте условие задач и решите их.

Справочная информация для решения задач по генетике:

Генеалогический метод изучает наследственные признаки в семье через составление родословной. Метод позволяет проследить распространение признаков, выявить закономерности наследования и определить типы генетических связей.

Основные этапы генеалогического метода:

1. Составление родословной. Пробанд (человек, для которого составляется родословная) обозначается в центре. Братья и сестры располагаются слева направо в порядке рождения. Поколения нумеруются римскими цифрами (I, II, III), потомки одного поколения — арабскими цифрами (например, II-1, II-2).

2. Генетический анализ:

- 1) определение типа наследования (табл. П.4, П.5);
- 2) расчет вероятностей передачи признаков потомству.

ТАБЛИЦА П.4. ТИПЫ НАСЛЕДОВАНИЯ

Тип наследования	Основные характеристики
Аутосомно-доминантное	Признак проявляется в каждом поколении. Мужчины и женщины наследуют его с одинаковой вероятностью. У гетерозиготных родителей вероятность наследования признака 75 % (гетерозиготы) или 100 % (гомозиготы)

Тип наследования	Основные характеристики
Аутосомно-рецессивное	Признак может пропускать поколения. У носителей вероятность рождения ребенка с признаком — 25%. Часто встречается при близкородственных браках
Сцепленное с X-хромосомой (доминантное)	Признак чаще встречается у женщин. Если отец с признаком, то все дочери наследуют его. У гетерозиготной матери вероятность передачи признака — 50—75%
Сцепленное с X-хромосомой (рецессивное)	Признак чаще встречается у мужчин. Матери-носители передают признак сыновьям с вероятностью 50%. Дочери могут быть только носительницами
Голандрическое наследование	Признак передается только от отца к сыновьям, так как связан с Y-хромосомой

ТАБЛИЦА П.5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА НАСЛЕДОВАНИЯ

Признак наследования	Тип наследования
Признак проявляется в каждом поколении	Аутосомно-доминантное или сцепленное с X-хромосомой (доминантное)
Признак пропускает поколения	Аутосомно-рецессивное или сцепленное с X-хромосомой (рецессивное)
Признак проявляется только у мужчин	Голандрическое наследование
Признак чаще встречается у женщин	Сцепленное с X-хромосомой (доминантное)
Признак чаще встречается у мужчин	Сцепленное с X-хромосомой (рецессивное)
Все дочери унаследовали признак от отца	Сцепленное с X-хромосомой (доминантное)
Признак проявляется с одинаковой частотой у мужчин и женщин	Аутосомное (доминантное или рецессивное)

Символы, используемые в родословных:



— здоровый мужчина;



— здоровая женщина;

- — мужчина с признаком;
- — женщина с признаком;
- ◐ — носитель признака (гетерозигота);
- — брачная связь;
- | — потомство.

Примеры расчетов вероятностей:

1. Аутосомно-доминантное наследование.

Доминантный аллель у одного гетерозиготного родителя (Aa):

- 50 % детей с признаком (Aa);
- 50 % здоровых детей (aa).

2. Аутосомно-рецессивное наследование.

Оба родителя носители (Aa):

- 25 % детей с признаком (aa);
- 50 % носителей (Aa);
- 25 % здоровых детей (AA).

3. Сцепленное с X-хромосомой рецессивное наследование.

У матери-носительницы ($XHxh$) и здорового отца (XHY):

- сыновья: 50 % больных (XhY), 50 % здоровых (XHY);
- дочери: 50 % носительниц ($XHXh$), 50 % здоровых ($XHXH$).

ЗАДАЧА 1

На рис. П.2 приведена семейная история наследования кожной аномалии у человека.

Определите правильный механизм наследования этого признака:

- 1) сцепленный с X-хромосомой доминантный;
- 2) сцепленный с X-хромосомой рецессивный;
- 3) аутосомно-доминантный;
- 4) аутосомно-рецессивный;
- 5) сцепленный с Y-хромосомой.

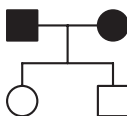


Рис. П.2

ЗАДАЧА 2

Полидактилия (наличие лишних пальцев на руках или ногах) наследуется по аутосомно-доминантному типу. На приведенной на рис. П.3 родословной отражено, как этот признак передается через четыре поколения семьи.

1. В первом поколении: один из родителей имеет полидактилию (гетерозиготен), второй — здоров (гомозиготен).

2. Во втором поколении: у пары трое детей, из которых один здоров, а двое имеют полидактилию.

3. В третьем поколении: один из детей с полидактилией вступает в брак с человеком без признака. У них два ребенка.

Задания:

1) определите генотипы всех членов семьи, указанных в родословной;

2) рассчитайте вероятность того, что в третьем поколении:

- ребенок унаследует полидактилию;
- ребенок будет здоровым;

3) постройте родословную, отображающую наследование полидактилии в этой семье;

4) объясните, почему признак может передаваться через несколько поколений, но не всегда проявляется у всех потомков;

5) сделайте вывод о значении анализа аутосомно-доминантных признаков для планирования семьи.

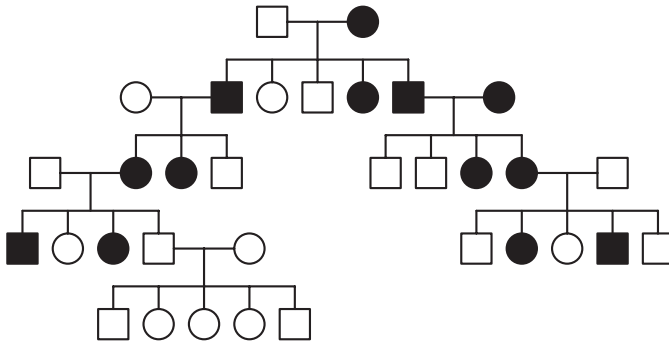


Рис. П.3

ЗАДАЧА 3

Исследования показали, что в родословной семье присутствует определенный дефект зрения (рис. П.4).

Задания:

1) укажите, какие из следующих механизмов наследования возможны: аутосомно-доминантный, аутосомно-рецессивный, сцепленный с X-хромосомой (доминантный), сцепленный с X-хромосомой (рецессивный), сцепленный с Y-хромосомой;

2) укажите наиболее вероятный механизм наследования;

3) укажите генотип женщины A;

4) укажите генотип мужчины B;

5) рассчитайте вероятность того, что ребенок от брака C унаследует этот дефект зрения.

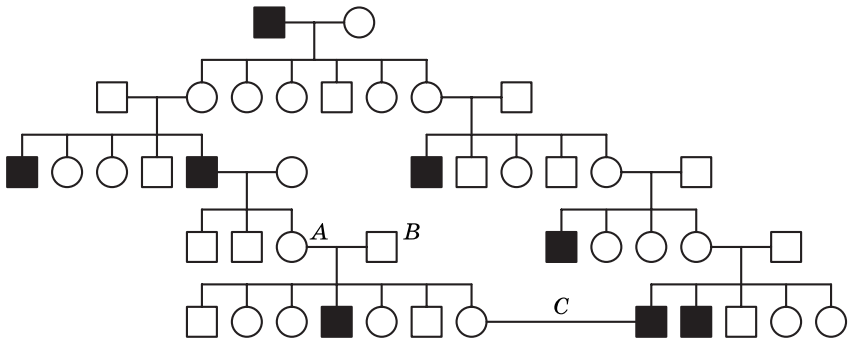


Рис. П.4

ЗАДАЧА 4

Наследование определенного типа роста волос на лице в семье представлено на родословной (рис. П.5).

Задания:

1) определите механизм наследования:

- аутосомно-доминантный;
- аутосомно-рецессивный;
- сцепленный с Y-хромосомой;
- сцепленный с X-хромосомой (доминантный);
- сцепленный с X-хромосомой (рецессивный);

2) используя букву F для доминантного аллеля и f для рецессивного аллеля, определите генотипы родителей в браке B;

3) укажите, какова вероятность, что в браке C следующий ребенок унаследует этот признак.

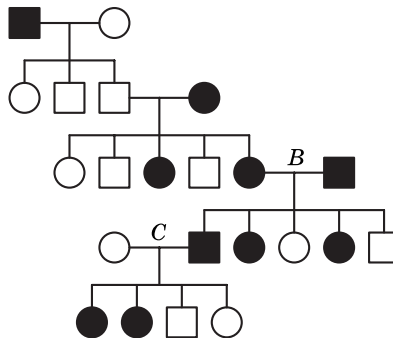


Рис. П.5

ЗАДАЧА 5

В семье, где один из детей страдает умственной отсталостью, известны следующие факты (рис. П.6):

- у матери есть брат с таким же заболеванием, но ее родители здоровы;

- муж и его семья полностью здоровы;
- первый ребенок этой пары — девочка, которая также проявляет признаки умственной отсталости;
- сейчас семья ожидает второго ребенка и хочет понять вероятность наследования заболевания.

Задания:

1) определите вероятность, что второй ребенок унаследует заболевание;

2) рассмотрите ситуацию: если второй ребенок будет мальчиком, какова вероятность, что он будет страдать от этого заболевания?

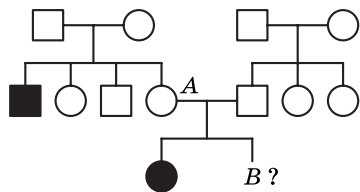


Рис. П.6

ЗАДАЧА 6

Проанализируйте родословную и определите тип наследования признака (рис. П.7).

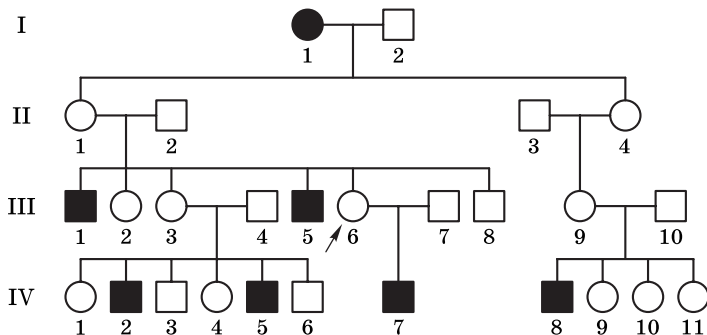


Рис. П.7

ЗАДАЧА 7*¹

В семье наблюдается заболеваемость сахарным диабетом. Пробанд — женщина, больная сахарным диабетом. Ее брат, сестра и родители здоровы. У отца пробанда был брат, страдавший сахарным диабетом, и две здоровые сестры. Одна из сестер имела троих здоровых детей, другая — одного здорового сына. Родители отца были здоровы, но его бабушка по материнской линии

¹ Задачи повышенной сложности.

болела сахарным диабетом. Мать пробанда, ее родители и брат матери здоровы. Брат матери имеет двух здоровых детей.

Задания:

1) составьте родословную этой семьи, обозначив больных сахарным диабетом черными символами, а здоровых — белыми. Укажите пробанда;

2) определите наиболее вероятный тип наследования сахарного диабета в данной семье (аутосомно-доминантный, аутосомно-рецессивный, X-сцепленный доминантный или X-сцепленный рецессивный). Обоснуйте свой выбор, опираясь на данные родословной;

3) рассчитайте вероятность рождения больного ребенка у пробанда, если она выйдет замуж за здорового мужчину, не имеющего семейной истории сахарного диабета, исходя из определенного вами типа наследования.

ЗАДАЧА 8*

О семье, в которой встречается гемофилия (сцепленное с X-хромосомой рецессивное заболевание), известны следующие данные:

- пробанд: женщина, здорова, но ее брат болен гемофилией;
- родители пробанда: отец здоров, мать здорова, но является носителем гена гемофилии;
- бабушка и дедушка пробанда по отцовской линии: оба здоровы;
- бабушка и дедушка пробанда по материнской линии: бабушка здорова, дедушка болен гемофилией;
- дядя пробанда (брат матери): здоров;
- две тети пробанда (сестры отца): обе здоровы, одна замужем за здоровым мужчиной и имеет двух здоровых сыновей и одну здоровую дочь, другая не замужем.

Задания:

1) составьте родословную, используя общепринятые обозначения;

2) на основе родословной объясните, как передается ген гемофилии в этой семье;

3) определите генотипы всех членов семьи, насколько это возможно, на основе представленных данных;

4) рассчитайте вероятность рождения больного ребенка у пробанда, если она выйдет замуж за здорового мужчину.

ЗАДАЧА 9*

Постройте родословную семьи, в которой наблюдается наследование право- и леворукости.

Данные о семье:

- I поколение: бабушка по материнской линии — леворукая; дедушка по материнской линии — праворукий; бабушка

по отцовской линии — праворукая; дедушка по отцовской линии — праворукий;

- II поколение: мать пробанда — праворукая; отец пробанда — праворукий; у матери пробанда есть леворукая сестра;
- III поколение: пробанд — праворукий; у пробанда есть леворукий брат и праворукая сестра.

Задания:

1) постройте родословную семьи, используя стандартные обозначения: квадраты для мужчин, круги для женщин. Обозначьте праворуких и леворуких членов семьи. Укажите пробанда;

2) определите генотипы, насколько это возможно, для всех членов семьи, учитывая, что праворукость не всегда определяется одним геном. Обоснуйте свои предположения;

3) рассчитайте вероятность рождения леворукого ребенка у пробанда, если его супруга праворукая, а ее отец был леворуким, а мать — праворукой. Учтите, что это упрощенная модель и наследование праворукости в реальности сложнее.

ЗАДАЧА 10*

Постройте родословную семьи, в которой наблюдается фенилкетонурия (ФКУ).

Данные о семье:

- I поколение: бабушка по материнской линии здорова, но является носителем гена ФКУ; дедушка по материнской линии здоров; бабушка по отцовской линии здорова; дедушка по отцовской линии здоров;
- II поколение: мать пробанда здорова, но является носителем гена ФКУ; отец пробанда здоров; у матери пробанда есть брат, больной ФКУ;
- III поколение: пробанд здоров; у пробанда есть брат, больной ФКУ, и здоровая сестра.

Задания:

1) постройте родословную этой семьи, используя стандартные обозначения и обозначение носителей. Укажите пробанда;

2) определите генотипы, насколько это возможно, для всех членов семьи. Обоснуйте свои выводы. Используйте обозначение аллелей: A — доминантный аллель (здоровый); a — рецессивный аллель (ФКУ);

3) рассчитайте вероятность рождения ребенка с ФКУ у пробанда, если его супруга здорова, но ее брат болен ФКУ;

4) обсудите вероятность того, что супруга пробанда является носителем гена ФКУ;

5) объясните, почему важно знать семейную историю при планировании семьи, особенно если в роду есть случаи наследственных заболеваний.