

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

**А.Г. Семенов, Н.Н. Плотникова,
Е.С. Андреева, О.В. Воронкова, И.Е. Есимова,
Н.Н. Ильинских, И.А. Осихов, Р.Р. Хасанова,
М.С. Костромеева, Д.П. Кудрявцев, Е.А. Трифонова,
А.В. Григорьева, М.Г. Сваровская**

СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ОБЩЕЙ И МЕДИЦИНСКОЙ ГЕНЕТИКЕ

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

**ТОМСК
Издательство СибГМУ
2020**

УДК 575:616-056.7](075.8)

ББК 52.54я73+27.04я73

С 232

Авторы:

**Семенов А.Г., Плотникова Н.Н., Андреева Е.С., Воронкова О.В.,
Есимова И.Е., Ильинских Н.Н., Осихов И.А., Хасанова Р.Р.,
Костромеева М.С., Кудрявцев Д.П., Трифонова Е.А.,
Григорьева А.В., Сваровская М.Г.**

Сборник задач по общей и медицинской генетике: учебно-методическое пособие / А.Г. Семенов [и др.] – Томск : Изд-во СибГМУ, 2020. – 178 с.

В сборнике представлены задачи, рассматривающие молекулярные основы наследственности и изменчивости (репликация ДНК, транскрипция, свойства генетического кода, биосинтез белка), взаимодействие аллельных генов (полное и неполное доминирование, кодоминирование), взаимодействие неаллельных генов (комплементарность, эпистаз, полимерия), множественный аллелизм, плейотропия и гены-модификаторы, пенетрантность и экспрессивность, сцепленное наследование признаков (в том числе сцепление с полом), кроссинговер и генетическое картирование, генеалогический, близнецовый и популяционно-статистический методы генетики.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов медицинских вузов, осваивающих основные образовательные программы специалитета «Лечебное дело», «Педиатрия», «Стоматология», «Медицинская биохимия», «Медицинская биофизика», «Медицинская кибернетика», «Медико-профилактическое дело», а также ординаторов, врачей и провизоров различных специальностей, повышающих квалификацию по вопросам общей и медицинской генетики в рамках непрерывного медицинского и фармацевтического образования.

УДК 575:616-056.7](075.8)

ББК 52.54я73+27.04я73

Рецензент:

Салюкова Ольга Александровна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры медицинской генетики ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России (г. Томск).

Утверждено и рекомендовано к печати Центральным методическим советом ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России (протокол № 92 от 22 февраля 2018 г.).

© Издательство СибГМУ, 2020

© Семенов А.Г., Плотникова Н.Н., Андреева Е.С., Воронкова О.В.,
Есимова И.Е., Ильинских Н.Н., Осихов И.А., Хасанова Р.Р.,
Костромеева М.С., Кудрявцев Д.П., Трифонова Е.А.,
Григорьева А.В., Сваровская М.Г., 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОСНОВЫ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ И ИЗМЕНЧИВОСТИ.....	6
2. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АЛЛЕЛЬНЫХ ГЕНОВ.....	16
3. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НЕАЛЛЕЛЬНЫХ ГЕНОВ.....	55
4. ПЕНЕТРАНТНОСТЬ И ЭКСПРЕССИВНОСТЬ.....	81
5. СЦЕПЛЕННОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ.....	83
6. ГЕНЕАЛОГИЧЕСКИЙ И БЛИЗНЕЦОВЫЙ МЕТОДЫ ГЕНЕТИКИ.....	121
7. ПОПУЛЯЦИОННО-СТАТИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ГЕНЕТИКИ.....	153
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	168
СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ.....	169

ВВЕДЕНИЕ

За неполных 120 лет после вторичного открытия законов Г. Менделя генетика прошла сложный путь от натурфилософского понимания законов наследственности и изменчивости через экспериментальное накопление фактов формальной генетики к молекулярно-биологическому пониманию сущности гена, его структуры и функции. Ранее разговор о гене начинался как об абстрактной единице наследственности.

Понимание материальной природы гена как фрагмента молекулы ДНК, кодирующего аминокислотную структуру белка, послужило основой для развития клеточной и молекулярной биологии. Современные достижения этой области науки сделали возможным клонирование индивидуальных генов, создание подробных генетических карт хромосом человека. Молекулярно-генетические методы исследования, основанные, в частности, на полимеразной цепной реакции, позволяют идентифицировать гены, мутации которых сопряжены с тяжелыми наследственными заболеваниями. Методы биотехнологии и генной инженерии позволяют направленно получать организмы с заданными наследственными признаками. В настоящее время стало возможным вести речь о так называемой генотерапии наследственных и приобретенных заболеваний с целью направленной коррекции мутантных генов человека.

Основы общей и медицинской генетики составляют важнейший элемент медицинского образования, поскольку наследственность и изменчивость – это всеобщие свойства живых организмов. Основные закономерности генетики имеют универсальное значение и в полной мере применимы к человеку.

Решение ситуационных генетических задач позволяет закрепить знания о закономерностях наследования признаков, об основных генетических законах и правилах; позволяет подтвердить статистический характер явления расщепления признаков; демонстрирует возможность математического расчета вариантов по генотипу и фенотипу, в том числе для прогнозирования появления наследственных болезней у человека и их ранней диагностики.

В настоящем сборнике представлены задачи, рассматривающие молекулярные основы наследственности и изменчивости (репликация

ДНК, транскрипция, свойства генетического кода, биосинтез белка), взаимодействие аллельных генов (полное и неполное доминирование, кодоминирование), взаимодействие неаллельных генов (комплементарность, эпистаз, полимерия), множественный аллелизм, плейотропия и гены-модификаторы, пенетрантность и экспрессивность, сцепленное наследование признаков (в том числе сцепление с полом), кроссинговер и генетическое картирование, генеалогический, близнецовый и популяционно-статистический методы генетики. В издании приведены примеры решения задач на разные варианты взаимодействия генов, приводится трактовка терминов и понятий, трактовка условных обозначений, используемых в общей и медицинской генетике.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов медицинских вузов, осваивающих основные образовательные программы специалитета «Лечебное дело», «Педиатрия», «Стоматология», «Медицинская биохимия», «Медицинская биофизика», «Медицинская кибернетика», «Медико-профилактическое дело», а также ординаторов, врачей и провизоров различных специальностей, повышающих квалификацию по вопросам общей и медицинской генетики в рамках непрерывного медицинского и фармацевтического образования.

1. МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОСНОВЫ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ И ИЗМЕНЧИВОСТИ

Генетический код является общим для большинства про- и эукариот. В таблице 1 приведены все 64 кодона и указаны соответствующие аминокислоты. Порядок оснований – от 5' к 3' концу мРНК. В таблице 2 представлены отклонения от стандартного генетического кода.

Таблица 1

Генетический код

		2-е основание				3-е основание
		U (Урацил)	C (Цитозин)	A (Аденин)	G (Гуанин)	
1-е основание	U	UUU Фенилаланин UUC Фенилаланин UUA Лейцин UUG Лейцин	UCU Серин UCC Серин UCA Серин UCG Серин	UAU Тирозин UAC Тирозин UAA Ochre (<i>Стон</i>) UAG Amber (<i>Стон</i>)	UGU Цистеин UGC Цистеин UGA Opal (<i>Стон</i>) UGG Триптофан	U C A G
	C	CUU Лейцин CUC Лейцин CUA Лейцин CUG Лейцин	CCU Пролин CCC Пролин CCA Пролин CCG Пролин	CAU Гистидин CAC Гистидин CAA Глутамин CAG Глутамин	CGU Аргинин CGC Аргинин CGA Аргинин CGG Аргинин	U C A G
	A	AUU Изолейцин AUC Изолейцин AUA Изолейцин AUG Метионин, <i>Start</i>	ACU Треонин ACC Треонин ACA Треонин ACG Треонин	AAU Аспарагин AAC Аспарагин AAA Лизин AAG Лизин	AGU Серин AGC Серин AGA Аргинин AGG Аргинин	U C A G
	G	GUU Валин GUC Валин GUA Валин GUG Валин	GCU Аланин GCC Аланин GCA Аланин GCG Аланин	GAU Аспарагиновая кислота GAC Аспарагиновая кислота GAA Глутаминовая кислота GAG Глутаминовая кислота	GGU Глицин GGC Глицин GGA Глицин GGG Глицин	U C A G

Таблица 2

Отклонения от стандартного генетического кода

Пример	Кодон	Обычное значение	Читается как
Некоторые виды дрожжей рода <i>Candida</i>	CUG	Лейцин	Серин
Митохондрии, в частности у <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	CU (U,C,A,G)	Лейцин	Серин
Митохондрии высших растений	CGG	Аргинин	Триптофан

Митохондрии (у всех без исключения исследованных организмов)	UGA	Стоп	Триптофан
Митохондрии млекопитающих, дрозофилы, <i>S. cerevisiae</i> и многих простейших	AUA	Изолейцин	Метионин = Старт
Прокариоты	GUG	Валин	Старт
Эукариоты (редко)	CUG	Лейцин	Старт
Эукариоты (редко)	GUG	Валин	Старт
Прокариоты (редко)	UUG	Лейцин	Старт
Эукариоты (редко)	ACG	Треонин	Старт
Митохондрии млекопитающих	AGC, AGU	Серин	Стоп
Митохондрии дрозофилы	AGA	Аргинин	Стоп
Митохондрии млекопитающих	AG (A,G)	Аргинин	Стоп

Задача № 1. В исследовательской лаборатории изучен участок одной из цепочек молекулы дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК). Оказалось, что он состоит из 24 мономеров-нуклеотидов: ГТГ ТАА ЦГА ЦЦГ АТА ЦТГ ТАЦ АЦЦ...

Определите строение соответствующего участка второй цепочки той же молекулы ДНК.

Задача № 2. Полипептидная цепь одного белка животных имеет следующее начало: лизин – глутамин – треонин – аланин – аланин – аланин – лизин.

Определите начало последовательности нуклеотидов для гена, соответствующее этому белку.

Задача № 3. Одна из цепей рибонуклеазы (фермента поджелудочной железы) состоит из 16 аминокислот: Глу – Гли – Асп – Про – Тир – Вал – Про – Вал – Про – Вал – Гис – Фен – Асн – Ала – Сер – Вал.

Определите структуру участка ДНК, кодирующего эту часть рибонуклеазы.

Задача № 4. Малая цепь мономеров в молекуле инсулина (цепь А) заканчивается аминокислотами: лейцин – тирозин – аспарагин – тирозин – цистеин – аспарагин.

Установите последовательность нуклеотидов ДНК, которыми кодируется данная цепь молекулы.

Задача № 5. Известно, что белок кодируется следующей последовательностью нуклеотидов ДНК: ...ТГА ТГЦ ГТТ ТАТ ГЦГ ЦЦЦ...

Определите порядок следования аминокислот в участке молекулы белка.

Определите изменения в белке, если химическим путем будут удалены девятый и тринадцатый нуклеотиды.

Задача № 6. Участок молекулы белка синтезируется на основе информации, «записанной» в молекуле ДНК следующим порядком нуклеотидов: ...ТЦТ ЦЦЦ ААА ААГ АТА ГГГ ЦАТ...

Назовите последовательные мономеры участка молекулы белка.

Объясните последствие в строении белка, если будет выпадение из молекулы ДНК первого нуклеотида.

Задача № 7. В иРНК последний кодон ААА изменен в УАА.

Укажите нуклеотид, который заменен в антисмысловой цепи ДНК и объясните результат такой замены.

Задача № 8. У человека, больного цистинурией, с мочой выделяются аминокислоты, которым соответствуют кодоны иРНК: ЦУУ, ГУУ, ЦУГ, ГУГ, УЦГ, ГУЦ, АУА. У здорового человека в моче обнаруживаются аланин, серин, глутаминовая кислота, глицин.

Определите выделение каких аминокислот с мочой характерно для больных цистинурией.

Задача № 9. Известно, что четвёртый пептид гемоглобина А содержит 8 аминокислот в следующей последовательности: Вал – Гис – Лей – Тре – Про – Глу – Глу – Лиз. В гемоглобине S шестая аминокислота (глутаминовая) замещена валином, в гемоглобине С – лизинном, а в гемоглобине G седьмая аминокислота (глутаминовая) замещена глицином.

Объясните результат мутации в участке ДНК, контролирующем последовательность аминокислот в четвёртом пептиде гемоглобинов, на процентный состав азотистых оснований.

Задача № 10. Молекула гемоглобина А состоит из двух α - и двух β -цепей полипептидов, соединенных с группой гема (железосодержащая часть гемоглобина). Каждая из цепей содержит около 140 аминокислот.

Определите, какое количество пар нуклеотидов содержит каждый из участков молекулы ДНК, контролирующих синтез этих цепей полипептидов.

Задача № 11. Один нуклеотид занимает 3,4 А (ангстрема) цепи ДНК. $1 \text{ А} = 0,1 \text{ нм (нанометра)} = 0,0001 \text{ мкм (микрометра)} = 0,0000001 \text{ мм} = 0,00000000001 \text{ м}$.

Установите длину (в метрах) участка ДНК, кодирующего синтез инсулина, содержащего 51 аминокислоту в двух цепях.

Задача № 12. Начальный участок В-цепи инсулина представлен следующими аминокислотами: Фен – Вал – Асп – Глн – Гис – Лей – Цис – Лей – Цис – Гли – Сер – Лиз.

Определите количественные соотношения $A+T / G+C$ в цепи ДНК, кодирующей этот участок ДНК.

Задача № 13. Процентное содержание нуклеотидов в цепи иРНК следующее: аденилового – 27%, гуанилового – 35%, цитидилового – 18%, урацилового – 20%.

Определите процентный состав нуклеотидов участка молекулы ДНК (гена), являющегося матрицей для этой иРНК.

Задача № 14. Расстояние между двумя соседними нуклеотидами равно 3,4 А.

Определите длину для участка молекулы ДНК, кодирующего миоглобин (белок мышц) современных животных, если миоглобин содержит одну цепь из 155 аминокислот.

Задача № 15. Известно, что средний молекулярный вес нуклеотида равен 340 Да.

Определите молекулярную массу гена, контролирующего образование белка рибонуклеазы поджелудочной железы, состоящего из 124 аминокислот.

Задача № 16. Белковая молекула кодируется следующими нуклеотидами молекулы ДНК: ... ЦАТ ААГ ТТА ЦАТ ЦГА ...

Выпишите последовательность аминокислот.

Назовите последовательность аминокислот в молекуле белка в случае, если между вторым и третьим нуклеотидами произойдет вставка цитозина и тимина.

Задача № 17. В состав молекулы белка входит 157 аминокислот.

Определите длину контролирующего её гена, если известно, что

расстояние между двумя нуклеотидами в молекуле ДНК составляет 3,4 А.

Задача № 18. В состав белковой молекулы входит 491 аминокислота.

Определите длину контролирующего её гена, если известно, что расстояние между двумя нуклеотидами в молекуле ДНК составляет 3,4 А.

Задача № 19. В состав белка входит 658 аминокислот.

Определите длину гена, который контролирует его синтез, если расстояние между нуклеотидами в молекуле ДНК равняется 3,4 А.

Задача № 20. Участок гена имеет следующий состав нуклеотидов: ...ТГГ ТЦГ ЦАГ ГАГ ГГГ ТТТ....

Определите, как изменится состав кодируемых им аминокислот, если под влиянием ионизирующей радиации:

а) выбит 10-й слева нуклеотид;

б) выбиты 10-й, 11-й и 12-й нуклеотиды.

Задача № 21. В связи с «вырожденностью» генетического кода любая аминокислота в белковой молекуле может быть закодирована не одним, а двумя-четырьмя разными триплетами.

Закодируйте следующую последовательность аминокислот: лизин – гистидин – серин – глицин – тирозин, используя одни, а затем другие триплеты генетического кода.

Задача № 22. В одной из цепочек молекулы ДНК нуклеотиды расположены в следующей последовательности: ...ТАГ АГТ ЦЦЦ ГАЦ АЦГ...

Определите последовательность нуклеотидов в другой цепочке этой же молекулы.

Задача № 23. В состав белка входит 400 аминокислот.

Определите, какую длину имеет контролирующий его ген, если расстояние между двумя нуклеотидами в молекуле ДНК составляет $3,4 \cdot 10^{-4}$ мкм.

Задача № 24. Участок цепи ДНК образуется путем самокопирования с матричной цепи ... ЦАЦЦГТАЦАГААТЦГЦТГАТ...

Укажите порядок нуклеотидов.

Задача № 25. Представлена последовательность ...АГГЦЦТАГГЦТААТАГЦЦГТ...

Напишите последовательность нуклеотидов ДНК комплементарную указанной в условии последовательности.

Задача № 26. Часть молекулы ДНК разделили на короткие одноцепочечные фрагменты:

...ТАГАЦТГГТАЦАЦГТГГТГА...,
...ТАААТГЦГГГЦЦЦТТТ...,
...АТЦТГГЦЦАТГТГЦАЦЦАТ...,
...АТЦТГАЦЦАТГТГЦАЦЦАЦТ...,
...ТАГАЦТГГТАЦГГГТГА...,
...ТАГАЦЦГГТАЦАЦГТГГТА...

Укажите, какие фрагменты могут вновь, при определенных условиях, комплементарно спариться полностью, какие частично.

Задача № 27. Большая из двух цепей белка инсулина (В-цепь), начинается с остатков следующих аминокислот: фенилаланина, валина, аспарагина, глутаминовой кислоты, гистидина, лейцина.

Определите последовательность нуклеотидов участка молекулы ДНК, хранящего информацию о первичной структуре полипептида.

Задача № 28. Участок молекулы глюкогена имеет следующую последовательность аминокислотных остатков: тре-сер-асн-тир-сер-лиз-тир.

Укажите последовательность мономеров молекулы ДНК, содержащей информацию о последовательности аминокислотных остатков в этом участке.

Задача № 29. Начальный участок полипептидной цепи рибонуклеазы имеет следующую последовательность аминокислотных остатков: лиз-гln-тре-ала-ала-лиз.

Укажите последовательность нуклеотидов, которыми зашифрована информация о первичной структуре начального участка рибонуклеазы.

Задача № 30. Участок полипептидной цепи белка состоит из следующей последовательности аминокислотных остатков: про-вал-арг-про-лей-вал-арг.

Укажите последовательность нуклеотидов ДНК, которыми

закодирована информация о первичной структуре участка полипептидной цепи белка.

Задача № 31. Участок гена имеет следующее строение:
...ЦГГЦГЦТЦААААТЦГ...

Определите первичную структуру участка полипептидной цепи, информацию о которой содержит данная последовательность нуклеотидов.

Опишите изменения в первичной структуре белка при удалении из участка цепи ДНК четвертого слева нуклеотида.

Задача № 32. Информация об участке полипептидной цепи зашифрована следующей последовательностью нуклеотидов ДНК:
...ТГАТГЦГТТТАТГЦГЦ...

Определите порядок аминокислот указанной части полипептидной цепи.

Опишите изменения при удалении из молекулы ДНК девятого и двенадцатого слева нуклеотидов.

Задача № 33. Последовательность аминокислот закодирована следующей последовательностью нуклеотидов ДНК:
...ЦЦТАГТГТГААЦЦАГ...

Укажите последовательность аминокислот, если между шестым и седьмым нуклеотидами последовательности ДНК вставить тимидинмонофосфат.

Задача № 34. Установлено, что 20% общего числа нуклеотидов информационной РНК составляет уридинмонофосфат, 26% – цитидинмонофосфат и 24% – аденозинмонофосфат.

Опишите нуклеотидный состав участка двуцепочечной ДНК, с одной из цепей которого транскрибирована исследованная РНК.

Задача № 35. Ионизирующая радиация способна «выбивать» отдельные нуклеотиды из молекулы нуклеиновой кислоты без нарушения её целостности. Допустим, что в первом случае из молекулы удален только один нуклеотид, во втором – три нуклеотида подряд, а в третьем – тоже три нуклеотида, но находящиеся в разных местах.

Опишите изменения ДНК, которые отразятся на первичной структуре белка.

Укажите случаи (из указанных трех), когда образуемый полипептид будет максимально и минимально отличаться от нормального.

Задача № 36. Известно, что под воздействием азотистой кислоты цитозин превращается в гуанин.

Установите последовательности аминокислот для участка синтезируемого полипептида после воздействия азотистой кислотой на вирус табачной мозаики, если в норме молекула белка в данном участке состоит из остатков следующих аминокислот: серина, глицина, серина, изолейцина, треонина, пролина, серина.

Задача № 37. Белок состоит из 158 аминокислотных остатков.

Определите, какую длину имеет ген (без интронов), хранящий информацию о первичной структуре этого белка, если расстояние между двумя соседними нуклеотидами в спирализованной молекуле ДНК, измеренное вдоль оси спирали, составляет 0,34 нм.

Задача № 38. Нуклеиновая кислота фага имеет молекулярный вес порядка 10^7 .

Вычислить, примерно какое количество молекул белка содержит указанная кислота, если известно, что типичный белок состоит в среднем из 400 мономеров, а молекулярный вес нуклеотида около 300 Да.

Задача № 39. Считая, что средний молекулярный вес аминокислоты около 110 Да, а нуклеотида – около 300 Да.

Определите, что тяжелее – белок или ген, содержащий информацию об этом белке.

Задача № 40. Представлена последовательность из пяти аминокислотных остатков: про-лиз-гис-вал-тир.

Определите количество вариантов, которыми можно зашифровать указанную последовательность, используя генетический код.

Задача № 41. Полипептид состоит из следующих друг за другом остатков аминокислот: валина, аланина, глицина, лизина, триптофана, валина, серина, глутаминовой кислоты.

Определите первичную структуру участка ДНК, содержащего

информацию об этом полипептиде.

Задача № 42. В молекуле рибонуклеазы поджелудочной железы участок одного из полипептидов состоит из остатков следующих аминокислот: лизина, аспарагиновой кислоты, глицина, треонина, аспарагиновой кислоты, глутаминовой кислоты, цистеина.

Определите последовательность нуклеотидов участка иРНК, которая служила матрицей для синтеза этого полипептида.

Задача № 43. Характерными особенностями биохимического анализа мочи человека, страдающего цистинурией, является определение в ее составе аминокислот, которым соответствуют следующие триплеты иРНК: УЦУ, УГУ, ГЦУ, ГГУ, ЦАГ, ЦГУ, ААА. В моче здорового человека определяются аланин, серин, глутаминовая кислота и глицин.

Установите триплеты ДНК, которыми зашифрованы аминокислоты, имеющиеся в моче здорового человека и больного цистинурией.

Задача № 44. Участок ДНК, содержащий информацию о первичной структуре белка, представлен следующей последовательностью нуклеотидов: ...ААТАЦАТТТАААГТЦ...

Опишите изменения первичной структуры белка, если будут удалены пятый и двенадцатый слева нуклеотиды.

Задача № 45. Начальный участок В-цепи молекулы инсулина представлен последовательностью из десяти аминокислот: фенилаланина, валина, аспарагиновой кислоты, глутамина, гистидина, лейцина, цистеина, глицина, серина, гистидина.

Определите структуру участка ДНК, кодирующего эту часть цепи инсулина.

Определите соотношение $A+T / G+C$ в цепи ДНК, содержащей информацию об этом участке молекулы инсулина.

Задача № 46. Известно, что расстояние между двумя соседними нуклеотидами в спирализованной молекуле ДНК, измеренной вдоль оси спирали, составляет 0,34 нм.

Определите длину структурных генов (без интронов), содержащих информацию о первичной структуре одной из цепей молекулы

нормального гемоглобина, включающей 287 аминокислотных остатков.

Задача № 47. Известно, что молекула инсулина быка состоит из 51 мономера, а расстояние между двумя соседними нуклеотидами в ДНК равно 0,34 нм.

Установите длину для гена (без интронов), содержащего информацию о последовательности аминокислотных остатков в молекуле инсулина быка.

Задача № 48. В аминоацильном участке рибосомы с кодонами иРНК последовательно связывались тРНК, имеющие следующие антикодоны: ААУ, АУУ, ГУА, ЦЦУ.

Укажите аминокислоты, из которых был синтезирован короткий олигопептид.

Задача № 49. Участок одной из цепей молекулы ДНК имеет следующий нуклеотидный состав: ...ААТТТЦАГТАЦГТАТТГЦГЦГ.

Определите продукты транскрипции и трансляции.

Задача № 50. Установлено, что начальный участок молекулы ДНК хранит информацию о последовательности остатков следующих аминокислот: валина, серина, пролина, цистеина.

Определите первичную структуру, который имеет начальный участок молекулы ДНК.

2. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АЛЛЕЛЬНЫХ ГЕНОВ

Алгоритм решения задачи на моногибридное скрещивание

Задача (пример). Положительный резус-фактор (Rh+) детерминирован доминантным аллелем, а отрицательный (Rh-) – рецессивным. У резус-отрицательного отца и резус-положительной матери родился резус-отрицательный ребёнок. *Определите генотипы родителей и ребёнка. Объясните полученные результаты.*

Алгоритм решения задачи представлен в таблице 3.

Таблица 3

Алгоритм решения задачи на моногибридное скрещивание

P	♀ Rr	×	♂ rr
G	R, r		r
F₁	Rr, rr		

Ответ. R доминирует над r. Генотип матери – Rr, генотип отца – rr, генотип ребенка – rr.

Примечание: здесь и далее P – родители, F – поколение (дети), G – гаметы, заглавный символ (R) – доминантный признак; строчный символ (r) – рецессивный признак.

Задача № 51. У жёлтых маргариток центр цветка обычно пурпурного цвета. Селекционеры получили мутанта с жёлтым центром. Гибриды первого поколения от скрещивания мутантного растения с обычными маргаритками имели пурпурный центр цветка. Среди 60 растений второго поколения 14 имели мутантный фенотип.

Объясните результаты скрещиваний и определите генотипы растений всех поколений.

Задача № 52. У овса ранняя спелость детерминируется доминантным аллелем, позднеспелость – рецессивным. На опытном участке от скрещивания позднеспелого овса с гетерозиготным раннеспелым получено большое количество семенного материала. Из

69134 семян выросли раннеспелые растения.

Определите теоретически ожидаемое число позднеспелых растений.

Задача № 53. Плоды томатов бывают круглыми и грушевидными. Эта пара аллеломорфов детерминирована аллелями одного аутосомного гена, причем развитие плодов круглой формы обусловлено наличием в генотипе растения полностью доминантного аллеля. В парниках высажена рассада, полученная из семян гибридных растений. 31750 кустов имели плоды грушевидной формы, а 92250 – круглой.

Установите теоретически ожидаемое число гетерозигот среди растений, высаженных в парники.

Задача № 54. Альбинизм у растений летален, однако у многих видов он довольно часто проявляется в потомстве нормальных растений.

Определите тип наследования данного признака. Объясните, почему альбиносы не элиминируются полностью из популяции, если они погибают.

Задача № 55. Отсутствие полос у плодов арбузов является рецессивным признаком, а наличие полос – доминантным.

Укажите вид плодов, созревающих на гетерозиготных растениях. Укажите, какими будут плоды у потомков от скрещивания двух гетерозиготных растений.

Задача № 56. Растение дурман, имеющее пурпурные цветки, после самоопыления дало 30 растений с пурпурными и 9 растений с белыми цветками.

Сделайте выводы о генетической детерминации признака.

Укажите, какая часть полученных растений после самоопыления даст только фенотипически однородных потомков.

Задача № 57. После скрещивания серых мух между собой получено новое поколение, состоящее из 1392 особей серого цвета и 467 особей чёрного.

Укажите доминантный признак. Определите генотипы родителей.

Задача № 58. После скрещивания нормальных дрозофил между собой в их потомстве 25% особей оказалось с уменьшенными глазами. Последних скрестили с родителями и получили 37 мух с уменьшенными и 39 с нормальными глазами.

Определите генотипы скрещиваемых в обоих опытах дрозофил.

Задача № 59. Устойчивых к действию ДДТ¹ самцов тараканов скрещивали с чувствительными к этому инсектициду самками. В первом поколении все особи оказались устойчивыми к ДДТ, а во втором произошло расщепление – 5768 устойчивых и 1919 чувствительных к ДДТ тараканов.

Укажите, какая часть устойчивых особей из F₂ (при скрещивании между собой) будет давать чувствительных потомков.

Задача № 60. В четырех разных скрещиваниях карпов, обладающих брюшным плавником, с карпами без плавника, были получены следующие результаты:

- а) 96 с плавником и 101 – без плавника;
- б) 118 с плавником;
- в) 20 с плавником;
- г) 45 с плавником и 39 – без плавника.

Укажите доминантный признак.

Определите генотипы всех рыб, использованных для скрещиваний.

Задача № 61. От скрещивания красных и серых разновидностей гольцов (лат. *Salvelinus*, род рыб семейства лососёвых) в первом поколении все особи были серого цвета, а во втором – 214 серого и 81 красного.

Определите генотипы исходных рыб и гибридов первого поколения.

Укажите теоретически ожидаемое число красных рыб среди 350 особей второго поколения.

Задача № 62. У кур розовидный гребень доминирует над простым. Птицевод подозревает, что несколько его кур «виандотов», имеющих розовидный гребень, могут быть гетерозиготны.

Каким образом можно установить гетерозиготность и проверить данное предположение?

¹ 1,1,1-Трихлор-2,2-ди(п-хлорфенил)этан по номенклатуре ИЮПАК, по рациональной номенклатуре — ДихлорДифенилТрихлорэтан, инсектицид.

Задача № 63. Для получения новой породы были взяты две исходные породы кур, имеющих ряд желательных и ряд не желательных признаков. Исходные породы были взяты в равных отношениях. Первая порода кур имела нежелательный признак оперенных ног (доминантный аллель), вторая порода имела нежелательный признак листовидный гребень (рецессивный аллель).

Укажите, от какого из признаков будет проще избавиться при селекции новой породы – от рецессивного аллеля листовидного гребня или доминантного – оперенных ног.

Задача № 64. После скрещивания белых кур с серым петухом всё потомство оказалось серым. От скрещивания этого потомства опять с белыми курами получилось 172 особи, из которых 85 серых.

Укажите доминантный признак.

Определите генотипы родителей и потомства.

Задача № 65. Двух чёрных самок мыши скрестили с коричневым самцом. От одной самки получено 20 чёрных и 17 коричневых потомков, а от другой – 33 чёрных.

Исходя из результатов скрещивания, определите доминантный и рецессивный признаки окраски.

Установите генотипы родителей и потомков.

Задача № 66. У морских свинок аллель мохнатой шерсти доминирует над аллелем гладкой шерсти. Мохнатая свинка от нескольких скрещиваний с гладкошерстным самцом родила 18 мохнатых и 20 гладкошёрстных потомков.

Установите генотипы родителей и потомков.

Укажите, есть ли возможность у этих свинок произвести на свет только гладкошерстных особей.

Задача № 67. У лошадей есть наследственная болезнь гортани. При беге такие лошади издают характерный хрип. От больных родителей часто рождаются здоровые жеребята.

Установите, доминантным или рецессивным аллелем обеспечивается проявление этой болезни.

Задача № 68. На ферме 16 дочерей жеребца № 1 были покрыты жеребцом № 2. Пять из 42 родившихся жеребят имели извитую

шерсть, которая никогда не наблюдалась у родственных им животных. Отец жеребца № 1 был дедом по материнской, а мать – бабкой по отцовской линии жеребца № 2.

Объясните появление извитости волоса.

Укажите, сколько жеребят с обычным волосяным покровом следовало ожидать среди 42 потомков жеребца № 1.

Укажите, какая часть жеребят с обычным волосяным покровом будет иметь аллель извитости волоса.

Селекционеру может импонировать потомство жеребца № 2, но он будет отдавать предпочтение тем его потомкам, которые не имеют аллель извитости волоса. Определите вероятность того, что любой из потомков этого жеребца, имеющий нормальный волосяной покров, свободен от аллеля извитости волоса.

Задача № 69. Мистер Смит приобрел у мистера Брауна быка для своего стада чёрно-пестрых коров голштино-фризской породы и получил 32 теленка, из которых 6 были красно-пестрыми. До этого красно-пестрых животных в его стаде не было. Когда он потребовал от мистера Брауна возвращения ему денег, уплаченных за быка, мистер Браун признал частично свою ответственность, но заявил, что виновником является не только его бык.

Объясните ошибку мистера Смита. Приведите доказательства в подтверждение того, что купленный у мистера Брауна бык не является единственным виновником.

Если объяснение мистера Брауна правильно, и гетерозиготными была половина коров в стаде мистера Смита.

Определите количество гетерозиготных телят из числа чёрно-пестрых.

Допустим, что деловые отношения между Смитом и Брауном сохраняются и оба они согласятся решать общую проблему.

Установите, как можно использовать в стаде полученных 6 красных телят, три из которых женского пола.

Установите, могут ли быть полезными те коровы, которые принесли красных телят, если да, то дайте этому объяснение.

Дайте объяснение, если, нет.

Задача № 70. Аллель чёрной масти у крупного рогатого скота доминирует над аллелем красной масти.

Опишите потомство, которое получится от скрещивания чёр-

ного чистопородного быка с красными коровами.

Опишите потомство, которое получится от скрещивания между собой гибридов первого поколения.

Задача № 71. Комолость (безрогость) у крупного рогатого скота доминирует над рогатостью. Комолого быка Ваську скрестили с тремя коровами: Зорькой, Буренкой и Звездочкой. У рогатой Зорьки и комолой Звездочки родились рогатые телята, а у рогатой Буренки родился комолый теленок.

Определите генотипы всех животных.

Задача № 72. От скрещивания комолого быка с рогатыми коровами получены комолые и рогатые телята. У коров комолых животных в родословной не было.

Определите генотипы родителей и потомства.

Задача № 73. Два года подряд сибирского длинношерстного кота Мурзика скрещивали с соседской кошкой Муркой. В первый год у Мурки родилось 5 котят, из них три короткошерстных и два длинношерстных, на второй год – два длинношерстных и два короткошерстных. Известно, что у кошек короткая шерсть обеспечивается доминантным аллелем.

Определите длину шерсти у Мурки.

Объясните отклонение практического расщепления от теоретического.

Опишите потомство, которое следует ожидать от скрещивания Мурзика с длинношерстной дочерью.

Задача № 74. В одном из зоопарков Индии у пары тигров с нормальной окраской родился тигрёнок-альбинос. Тигры-альбиносы встречаются крайне редко, и многие зоопарки охотно приобрели бы их.

Опишите варианты скрещивания тигров из этой семьи, которые необходимо использовать для быстрого получения максимального количества тигрят-альбиносов.

Задача № 75. У собак жесткую шерсть определяет доминантный аллель, а мягкую – рецессивный. У жесткошерстных родителей появился жесткошерстный щенок.

Опишите скрещивание, которое нужно провести, чтобы выяс-

нить, имеет ли щенок в генотипе аллель, обеспечивающий формирование мягкой шерсти.

Задача № 76. Ирландские сеттеры могут быть слепыми в результате действия рецессивного аллеля одного аутосомного гена. Пара животных с нормальным зрением дала помёт из нескольких щенков, один из которых оказался слепым.

Установите генотипы родителей.

Определите вероятность того, что один из зрячих щенков является носителем рецессивного аллеля, если известно, что такого щенка из этого помета решено оставить на племенное разведение.

Задача № 77. В Королевском ветеринарном колледже в Стокгольме, в Бьерке и в других местах исследовали мозжечковую атаксию у собак породы фокстерьер, которая проявлялась у щенков в возрасте 5-6 месяцев. Заболевание не было смертельным, но вызывало прогрессирующее нарушение передвижения больных собак. Среди 92 щенков, родившихся в 23 пометах, заболевание обнаружено у 25 щенков обоего пола.

Сделайте из представленных данных вывод о генетической обусловленности мозжечковой атаксии.

Задача № 78. Рыжий цвет волос у человека определяет рецессивный аллель аутосомного гена.

Определите вероятность того, что у темноволосой гетерозиготной матери и рыжеволосого отца родится рыжеволосый сын.

Задача № 79. Способность человека ощущать вкус фенилтиокарбамида – доминантный признак. В семье мать и дочь ощущают вкус фенилтиокарбамида, а отец и сын – нет.

Определите генотипы всех членов семьи.

Задача № 80. У человека аллель, контролирующий одну из форм наследственной глухонемой, является рецессивным по отношению к аллелю нормального слуха. От брака глухонемой женщины с нормальным мужчиной родился глухонемой ребенок.

Определите генотипы всех членов семьи.

Задача № 81. Седая прядь волос у человека – доминантный признак.

Определите генотипы родителей и детей, если известно, что у матери есть седая прядь волос, у отца – нет, а из двух детей в семье седую прядь имеет только один.

Задача № 82. Одну из форм шизофрении детерминирует рецессивный аллель аутосомного гена.

Определите вероятность рождения ребенка с шизофренией у здоровых родителей, если известно, что бабушка со стороны отца и дед со стороны матери страдали этим заболеванием.

Задача № 83. Фенилкетонурия² является рецессивным признаком, который контролирует аллель аутосомного гена. Жена гетерозиготна, а муж гомозиготен по нормальному аллелю этого гена.

Определите вероятность рождения у них больного ребенка.

Задача № 84. У двух родителей с нормальной пигментации кожи родился ребенок-альбинос. Второй ребенок был с нормальной пигментацией.

Определите генотипы родителей и детей.

Задача № 85. У Пети и Саши карие глаза, а у их сестры Маши – голубые. Мама этих детей голубоглазая, хотя её родители имели карие глаза.

Определите доминирующий признак.

Определите цвет глаз у отца.

Определите генотипы всех перечисленных лиц.

Задача № 86. Резус-фактор детерминирован двумя аллелями аутосомного гена: положительный – доминантным (Rh^+), отрицательный – рецессивным (Rh^-).

А) Муж и жена резус-положительны.

Установите наследование резус-отрицательности ребенком.

Укажите генотипы родителей.

Б) Ребенок резус-положителен.

Укажите резус-фактор у родителей ребенка.

Укажите все возможные генотипы родителей.

² Редкое наследственное заболевание группы ферментопатий, связанное с нарушением метаболизма аминокислот, главным образом фенилаланина, сопровождается накоплением фенилаланина и его токсических продуктов, что приводит к тяжёлому поражению ЦНС, проявляющемуся, в частности, в виде нарушения умственного развития.

Задача № 87. Полидактилия у человека имеет доминантно-аутосомную детерминацию. В семье, где один из родителей имеет нормальное строение кисти, а второй – шестипалый, родился ребенок с нормальными кистями.

Определите вероятность рождения следующего ребенка тоже без аномалий.

Задача № 88. У человека аллель карих глаз полностью доминирует над аллелем голубых глаз.

Определите расположение аллеля голубых глаз, если у женщины, гетерозиготной по гену цвета глаз, аллель карих глаз попал в яйцеклетку.

Установите количество типов яйцеклеток, которые образуются у этой женщины.

Определите типы сперматозоидов, которые образуются у голубоглазого мужчины.

Задача № 89. У человека доминантный аллель одного гена определяет аномалию развития скелета – черепно-ключичный дизостоз (изменение костей черепа и редукцию ключиц).

А) Женщина с нормальным строением скелета вышла замуж за мужчину с черепно-ключичным дизостозом. Ребенок от этого брака имеет нормальное строение скелета.

Определите генотип отца, анализируя фенотип ребенка.

Б) Женщина с черепно-ключичным дизостозом вышла замуж за мужчину с нормальным строением скелета. Ребенок унаследовал от матери дефект скелета.

Определите генотип матери, анализируя фенотип ребенка.

В) Оба родителя страдают черепно-ключичным дизостозом. Ребенок от этого брака имеет нормальное строение скелета.

Определите генотипы обоих родителей и ребенка.

Задача № 90. Детская форма семейной идиотии³ – рецессивный аутосомный признак. Заболевание заканчивается обычно смертельным исходом к четырем-пяти годам. Первый ребенок в семье умер от этой болезни в то время, когда должен был родиться второй.

Определите вероятность того, что второй ребенок тоже будет болен.

³ Максимальная степень умственной отсталости, характеризующаяся почти полным отсутствием речи и мышления.

Задача № 91. Сращение резцов в нижней челюсти является доминантным признаком. В семье у первенца обнаружили, что резцы срослись. Родители не помнят, была ли у них эта аномалия.

Установите все возможные генотипы родителей.

Задача № 92. Миоплегия (периодические параличи) – наследственное заболевание, детерминированное доминантным аллелем аутосомного гена.

Определите вероятность рождения детей с аномалией в семье, где отец гетерозиготен, а мать не страдает миоплегией.

Задача № 93. У человека аллель, определяющий развитие полидактилии, доминирует над аллелем, отвечающим за нормальное строение кисти. В семье, где один из родителей имеет нормальное строение кисти, а другой шестипалый, родился ребенок с нормальным строением кисти.

Определите вероятность рождения второго ребенка тоже без аномалий.

Задача № 94. Парагемофилия⁴ – рецессивный аутосомный признак.

Определите вероятность рождения детей с этой аномалией в семье, где оба супруга страдают парагемофилией.

Задача № 95. Поздняя дегенерация роговицы (развивается после 50 лет) – доминантный аутосомный признак.

Определите вероятность возникновения заболевания у членов семьи (родителей и сына), если известно, что бабушка и дедушка по линии матери и все их родственники, дожившие до 70 лет, страдали указанной аномалией, а по линии отца все предки были здоровы.

Задача № 96. Афибриногенемия⁵ детерминирована рецессивным аллелем аутосомного гена. В семье у здоровых родителей родился ребёнок с признаками афибриногенемии.

Определите вероятность рождения второго ребёнка с той же болезнью.

⁴ Наследственная болезнь из группы геморрагических диатезов, обусловленная недостаточностью фактора V свертывающей системы крови; по клиническим проявлениям аналогична гемофилии – сильные кровотечения при мелких травмах).

⁵ Отсутствие фибриногена плазмы, обуславливающее осложнение кровотечений, которые часто заканчиваются смертью, связано с мутациями генов четвёртой хромосомы.

Задача № 97. Синдактилия (сращение пальцев) – доминантно-аутосомный признак.

Определите вероятность рождения детей со сросшимися пальцами в семье, где один из родителей гетерозиготен, а другой имеет нормальное строение кисти.

Задача № 98. У цветка «ночная красавица» красный цвет лепестков венчика детерминирует не полностью доминантный аллель, а белый – не полностью рецессивный. Гетерозиготы имеют розовые цветки.

Укажите потомство от скрещивания двух растений с розовыми цветками.

Укажите потомство от скрещивания двух растений с розовыми и с белыми цветками.

Объясните, почему у растений с розовыми цветками потомки могут иметь только розовые цветки.

Задача № 99. После скрещивания растений красноплодного и белоплодного сортов земляники получили гибридные семена. На гибридных растениях созрели розовые плоды. После скрещивания розовоплодных растений между собой собрали 1600 семян.

Укажите среди них теоретически ожидаемое число семян розовоплодных растений.

Задача № 100. У одного японского сорта бобов при самоопылении растения, выращенного из светло-пятнистого семени, получено 685 темно-пятнистых, 1320 – светло-пятнистых семян и 630 – семян без пятен.

Опишите потомство, которое получится от скрещивания растений с темно-пятнистыми семенами с растением, имеющим семена без пятен.

Задача № 101. Голубые андалузские куры⁶ являются гетерозиготами по гену, детерминирующему цвет оперения. Гомозиготные куры – белые или чёрные.

Укажите, какого цвета оперение будет у цыплят при скрещивании голубой курицы и чёрного петуха.

⁶ Andalusian Blue – порода кур, выведенная в Андалузии, также известна как «андалузская голубая» благодаря цвету.

Укажите, какого цвета оперение будет у цыплят при скрещивании голубой курицы и белого петуха.

Задача № 102. От группы кур и неизвестного петуха получено 1250 цыплят. 616 из них имеют голубой цвет оперения, 314 – белый и 320 – чёрный.

Опишите детерминацию признака, если особи родительского поколения были генотипически однородными.

Задача № 103. У рогатого скота шотгорнской породы аллель красной масти и аллель белой масти совместно определяют у гетерозигот чалую масть.

Укажите часть потомства, которая будет иметь чалую масть от скрещивания двух чалых животных.

Задача № 104. У овец длинноухость не полностью доминирует над безухостью.

Опишите потомство, которое следует ожидать от скрещивания безухого барана с длинноухой яркой.

Задача № 105. Кохинуровые норки (светлая шерсть с чёрным крестом на спине) получают в результате скрещивания белых норок с тёмными. От скрещивания между собой белых норок потомство имеет белый мех, а от скрещивания между собой тёмных норок – тёмный.

Опишите мех, который будут иметь потомки от скрещивания кохинуровых норок с белыми.

На звероферме от скрещивания кохинуровых норок получено потомство: 74 белых, 77 чёрных и 152 кохинуровых.

Определите число гомозигот и какого они цвета.

Задача № 106. Врожденно бесхвостая кошка Мурка от скрещивания с нормальным котом родила 5 котят, все с короткими хвостиками.

Определите расщепление по длине хвостов, которое теоретически следует ожидать у котят (F_2), полученных от скрещивания между собой её потомков.

Задача № 107. Развитие серповидно-клеточной анемии (измене-

ние нормального гемоглобина А на S-гемоглобин) зависит от наличия в генотипе не полностью доминантного аллеля аутосомного гена. У людей, гомозиготных по данному аллелю, заболевание приводит к смерти обычно до полового созревания, гетерозиготы обычно жизнеспособны, анемия у них проявляется чаще всего субклинически. Интересно, что малярийный плазмодий не может использовать для своего питания S-гемоглобин, поэтому люди, имеющие эту форму гемоглобина, не болеют малярией.

Определите вероятность рождения детей, устойчивых к малярии, в семье, где один из родителей гетерозиготен, а другой гомозиготен по рецессивному аллелю и имеет эритроциты нормальной формы.

Определите вероятность рождения детей, устойчивых к малярии, в семье, где оба родителя устойчивы к этому заболеванию.

Задача № 108. Редкий рецессивный аллель *a* вызывает у человека наследственную анофтальмию (отсутствие/недоразвитие глазного яблока). Доминантный аллель того же гена *A* обуславливает развитие нормальных глаз. У гетерозигот глазные яблоки уменьшены.

Определите долю гетерозигот среди детей в семьях, где мать и отец имеют уменьшенные глаза.

Мужчина с уменьшенными глазными яблоками женился на женщине с нормальными по размеру глазами.

Определите вероятность рождения у них нормального ребенка.

Задача № 109. Семейная гиперхолестеринемия – аутосомный доминантный признак. У гетерозигот выявляют высокое содержание холестерина в крови, а у гомозигот, кроме того, развиваются опухоли.

Определите возможную степень развития болезни у детей в семье, где один из родителей здоров, а у второго, кроме высокого содержания холестерина, есть опухоли.

Задача № 110. Люди с курчавыми и пушистыми волосами часто называются «шерстистыми». Такие волосы растут быстро, но секутся и никогда не бывают длинными. Признак этот доминантный. До сих пор не зарегистрировано ни одного брака между людьми с такими признаками, поэтому фенотип гомозиготы по доминантному аллелю неизвестен.

Определите вероятность рождения ребенка с нормальными во-

лосами в семье, где мать имеет «шерстистые», а отец нормальные волосы.

Задача № 111. Одна из форм цистинурии (нарушение обмена аминокислот) наследуется как аутосомный рецессивный признак. У гетерозигот отмечается повышенное содержание цистина в моче, у гомозигот происходит образование цистиновых камней в почках.

Определите возможные формы проявления цистинурии у детей в семье, где один из супругов имел камни в почках, а другой никогда не болел цистинурией.

Задача № 112. Потомство от скрещивания между собой мух с растопыренными крыльями фенотипически неоднородно: $2/3$ имеют растопыренные, а $1/3$ – нормальные, нерастопыренные крылья. Потомки от скрещивания мух с растопыренными и нормальными крыльями составляют все те же два фенотипических класса, но в соотношении $1/2:1/2$.

Объясните результаты скрещиваний.

Задача № 113. У пчел ген, определяющий вислокрылость, проявляется только в гетерозиготном состоянии, в гомозиготном он вызывает гибель организма. Известно, что у пчел самцы развиваются из неоплодотворенных яиц и являются гомозиготными.

Определите фенотипы и генотипы потомства от скрещивания вислокрылой пчелы с нормальным трутнем.

Задача № 114. От скрещивания зеркальных карпов⁷ между собой получено фенотипически неоднородное потомство: 152 потомка были с зеркальной и 78 с нормальной чешуей.

Объясните полученные результаты и укажите потомство, которое получится от скрещивания зеркального карпа с карпом обыкновенным.

Задача № 115. Из-за сильного укорочения ног одна из пород кур названа ползающими курами. При инкубации 15000 яиц, полученных от скрещивания ползающих кур между собой, вывелось 11247 цыплят, из которых 3723 цыпленка оказались с нормально длинными но-

⁷ Порода рыб, характеризующаяся недоразвитием чешуи, которая сохраняется только на средней линии тела.

гами, остальные – коротконогими.

Определите генотипы вылупившихся цыплят.

Дайте характеристику типу наследования.

Задача № 116. У кур доминантный аллель аутосомного гена детерминирует одновременно развитие укороченных ног и клюва. У гомозиготных поэтому аллелю цыплят клюв настолько мал, что они не в состоянии пробить скорлупу и погибают, не вылупившись. В инкубаторе хозяйства, разводящего коротконогих кур, получено 3000 цыплят.

Определите среди них теоретически ожидаемое число коротконогих особей.

Задача № 117. Мыши генотипа uu имеют серый цвет шерсти, Uu – жёлтый, UU – гибнут на эмбриональной стадии.

Опишите потомство от скрещивания серой самки с жёлтым самцом.

Опишите потомство от скрещивания желтой самки с жёлтым самцом.

Укажите скрещивание, при котором можно ожидать более многочисленного помёта.

Задача № 118. У мышей доминантный аллель короткохвостости вызывает гибель зародыша, гомозиготного по данному аллелю, на ранних стадиях развития. У гетерозигот хвосты короче, чем у нормальных особей.

Определите фенотипы и генотипы потомства, полученного от скрещивания длиннохвостых и короткохвостых мышей.

Задача № 119. У каракульской породы овец⁸ доминантный аллель с плейотропным эффектом определяет красивой серебристо-серый цвет шерсти, а также недоразвитие желудка и нарушения в деятельности парасимпатической нервной системы. Гомозиготные по этому аллелю ягнята гибнут после того, как прекращают питаться молоком матери. Рецессивный аллель этого гена детерминирует чёрный цвет шерсти.

Определите, какое расщепление по фенотипу будет среди по-

⁸ Жирнохвостая грубошёрстная порода овец смушково-молочного направления, название породы происходит от названия местности Каракуль (с узбекского «чёрное озеро»).

томков от скрещивания двух серых овец.

Укажите фенотип барана, с которым надо скрестить серую каракульскую овцу, чтобы можно было вырастить всех ягнят до взрослого состояния.

Задача № 120. Бык Викинг норвежской породы и дочери имели нормально развитый позвоночник. В результате спаривания быка со своими дочерьми получено 60 телят, из которых 12 имели сильно укороченный позвоночник. Все телята с описанным дефектом позвоночника погибли.

Определите тип наследования этого дефекта.

Задача № 121. У мексиканского дога аллель, определяющий отсутствие шерсти, вызывает гибель гомозигот. В помете от скрещивания двух догов несколько щенков оказались голыми и погибли. Среди щенков от скрещивания того же самца с другой самкой голых не было. Однако от скрещивания собак из этих двух помётов часть потомства опять погибла из-за отсутствия шерсти.

Определите генотипы всех скрещиваемых особей.

Задача № 122. Лисы с генотипом Рr имеют платиновый мех, с rr – серебристо-чёрный. Обычно 1/3 потомков от скрещивания платиновых лис между собой обладают серебристо-чёрным мехом и 2/3 – платиновым. Иногда рождаются белые щенки, которые вскоре погибают (чаще всего такие щенки погибают на ранних стадиях эмбрионального развития).

Укажите генотип белых щенков.

Алгоритм решения задачи на множественные аллели

Задача (пример). Группа крови (по системе АВ0) контролируется тремя аллелями одного гена – 0, А, В. Аллели А и В доминантны по отношению к аллелю 0. Первую группу (0) определяет рецессивный аллель 0, вторую группу (А) определяет доминантный аллель А, третью группу (В) определяет доминантный аллель В, а четвертую (АВ) – две доминантные аллели АВ (кодоминирование). У отца четвертая группа крови, у матери – первая группа.

Определите генотипы родителей, возможные группы крови и генотипы детей. Объясните полученные результаты.

Алгоритм решения задачи представлен в таблице 4.

Таблица 4

Алгоритм решения задачи на множественные аллели

P	♀ 00	×	♂ AB
G	0		A, B
F₁	A0, B0		

Ответ. Аллели А и В доминируют над аллелем 0. У данных родителей могут родиться дети со второй (А0) или третьей (В0) группами крови в равных соотношениях (1:1).

Задача № 123. У ребенка вторая группа крови, у мужа – первая, у подозреваемого в отцовстве – четвёртая группа.

Установите, кто из мужчин является биологическим отцом ребёнка.

Объясните, поможет ли в этом деле тот факт, что у матери первая группа крови.

Задача № 124. Известно, что у матери II группа крови, а у отца IV группа крови.

Определите группы крови, которые возможны у их детей.

Задача № 125. У обоих родителей: а) I группа крови; б) II группа крови; в) III группа крови; г) IV группа крови.

Определите и объясните наследование групп крови, которые возможны у детей.

Задача № 126. Мать и отец имеют первую группу крови. Их дочери вышли замуж. У первой дочери были дети со второй и третьей группами крови; у второй дочери – дети с третьей группой; у третьей – дети с первой и второй группами крови.

Определите, какую группу крови имеют мужья дочерей.

Задача № 127. Отец и мать имели четвёртую группу крови, дочь – вторую, сын – третью. Все многочисленные внуки (15 человек) имели четвёртую группу крови.

Определите генотипы дочери, её мужа, сына и его жены.

Задача № 128. В родильном доме перепутали двух мальчиков.

Родители одного из них имеют I и IV группы крови, родители второго – I и III. Лабораторный анализ крови показал, что у первого мальчика I группа крови, а у второго II группа крови.

Определите сына для каждой родителей.

Задача № 129. У матери II группа крови, у ребенка – III. Группа крови отца неизвестна.

Установите, какую кровь (отца или матери) можно перелить ребенку.

Объясните наличие возможности переливания крови отца ребенку, не определяя её группу.

Задача № 130. Богатый канадский банкир Жан Мазепа, скончавшийся в весьма преклонном возрасте, завещал весь свой капитал своей второй жене Марии и двум малолетним сыновьям от этого брака – Пьеру и Шарлю. Дети Мазепы от первого брака – Анна и Лизи – обратились в суд, требуя признать завещание незаконным и лишить Марию и её детей права на наследство. В заявлении, которое представил суду адвокат Анны и Лизи, было сказано, что Пьер и Шарль – не сыновья Мазепы. Основания для обвинения Марии в супружеской неверности и отказа ей и её детям в праве на наследство послужили данные о несоответствии групп крови у Мазепы и мальчиков, которых он считал своими сыновьями. Мария и первая супруга Мазепы имеют первую группу крови, такая же группа определена у Анны и Лизи. Сам Мазепа имел IV группу крови. Группа крови у Пьера – III, у Шарля – II.

Объясните, каковым будет постановление суда, основываясь на имеющихся данных.

Задача № 131. У отца вторая группа крови, у матери – третья.

Установите генотип родителей, если они имеют много детей со следующими группами крови: а) у всех IV; б) у половины – IV, у половины – III; в) у четверти – I, у четверти – II, у четверти – III и у четверти – IV.

Задача № 132. У мальчика кровь первой группы, а у его сестры – четвёртой.

Определите, кровь каких групп может быть у их родителей?

Задача № 133. У отца кровь четвертой группы, у матери – первой.

Установите, какова возможность у детей иметь кровь тех же групп, что и у родителей.

Задача № 134. Супруги имеют кровь второй и третьей групп.

Укажите группу крови, которая может быть у их будущих детей.

Задача № 135. В родильном доме перепутали двух мальчиков. Первая пара родителей имеет кровь первой и второй группы, вторая пара – второй и четвертой. Мальчики имеют кровь второй и первой группы.

Определите родителей обоих детей.

Задача № 136. Женщина с кровью третьей группы возбудила дело о взыскании алиментов с мужчины, имеющего кровь первой группы, утверждая, что он отец ребенка. У ребенка кровь первой группы.

Опишите решение, которое должен вынести суд.

Укажите случаи, когда судебная экспертиза может дать однозначный ответ об отцовстве ребенка после анализа крови на принадлежность её к той или иной группе.

Задача № 137. Женщина с кровью первой группы вышла замуж за мужчину гомозиготного по аллелю, детерминирующему кровь второй группы. У них родился один ребенок.

Укажите группу крови и генотип ребенка.

Задача № 138. У матери кровь второй группы, а у отца – третьей.

Установите генотип родителей, если у их первого ребенка кровь четвертой группы.

Задача № 139. Ребенок имеет кровь первой группы, его мать – третьей, отец – второй.

Определите генотипы родителей.

Определите вероятность рождения у этих родителей детей с кровью второй, третьей или четвертой групп.

Задача № 140. При разборе судебного дела об отцовстве установлено, что у ребенка кровь четвертой группы, у матери – второй, а у предполагаемого отца – первой.

Сделайте вывод о заключении судебного медэксперта по поводу отцовства.

Укажите группу крови, которую должен иметь мужчина, чтобы полностью исключить его отцовство.

Задача № 141. Переливание крови возможно только в том случае, если брат и сестра имеют кровь одной группы.

Укажите возможные генотипы родителей и их детей в случае, когда можно переливать кровь сестры её родному брату.

Задача № 142. Мать с кровью второй группы имеет ребенка с кровью первой группы.

Определите группу крови, которая может быть у отца.

Задача № 143. В родильном доме за одну и ту же ночь родились четыре младенца с кровью первой, второй, третьей и четвертой групп. Родители имели кровь следующих групп: а) I и I; б) IV и I; в) II и III; г) III и III.

Определите родителей этих младенцев.

Задача № 144. В суд обратилась женщина для установления отцовства. Ребенок имел кровь первой группы, мать – третьей, а предполагаемые отцы – второй и третьей.

Укажите, какова возможность суда однозначно решить, кто может быть отцом ребенка.

Задача № 145. От брака между мужчиной с кровью четвертой группы и женщиной с кровью второй группы родилось трое детей с кровью второй, четвертой и первой групп.

Определите генотипы родителей и детей.

Укажите, что может вызвать сомнение в этом сообщении.

Задача № 146. На одного ребенка с кровью второй группы претендуют две родительские пары. У одной пары кровь первой и четвертой групп, у другой – первой и третьей.

Определите супругов, которые имеют больше шансов быть родителями ребенка.

Задача № 147. У отца кровь третьей группы, у матери – второй.
Определите генотипы родителей, если у всех их 12 детей кровь четвёртой группы.

Задача № 148. Дедушка мальчика со стороны матери имеет кровь четвёртой группы, а остальные: дедушка и две бабушки – первой.

Определите вероятность того, что мальчик имеет кровь первой, второй, третьей или четвёртой групп.

Задача № 149. У кроликов аллели одного гена детерминируют разные варианты окраски шерсти. Аллель дикой окраски (С) доминирует над всеми остальными аллелями. Аллель шиншилловой (c^{ch}) и гималайской (c^h) доминирует над геном альбинизма (с). Гетерозиготы от шиншилловой и гималайской окраски дают светло-серую окраску.

Определите генотипы и фенотипы потомков F_1 и F_2 при скрещивании кроликов шиншилловой и гималайской окрасок.

Докажите, можно ли создать стадо из кроликов светло-серой окраски при скрещивании таких кроликов между собой.

Задача № 150. У кошек ген, определяющий окраску шерсти, представлен следующими аллелями: С – дикий тип (серые), c^s – сиамские кошки (кремовые с чёрными ушами и чёрными лапками), с – белые кошки с красными глазами (альбиносы). Каждый из аллелей полно доминирует над следующим в следующей последовательности: $C > c^s > c$. От скрещивания серой кошки с сиамским котом родились два котенка: сиамский и альбинос.

Укажите фенотипы котят, которые могли бы еще появиться при этом скрещивании.

Опишите расщепление, которое следует ожидать в потомстве от скрещивания сиамского кота с белой красноглазой кошкой.

Алгоритм решения задачи **на дигибридное и полигибридное скрещивание**

Задача (пример). При скрещивании растения гороха с гладкими жёлтыми семенами с растением с морщинистыми зелёными семенами все поколение было единообразно и имело гладкие жёлтые семена. При скрещивании растений, полученных в первом скрещивании с

растением с морщинистыми зелёными семенами в потомстве, получили растения с гладкими жёлтыми, морщинистыми жёлтыми, гладкими зелёными и морщинистыми зелёными семенами, всех в равных соотношениях.

Составьте схему каждого скрещивания.

Определите генотипы родителей и потомства. Объясните полученные результаты.

Алгоритм решения задачи представлен в таблице 5.

Таблица 5

Алгоритм решения задачи на дигибридное и полигибридное скрещивание

P	AABB гладкие жёлтые	×	aabb морщинистые зелёные
G	AB		ab
F₁	AaBb гладкие жёлтые		
P	AaBb гладкие жёлтые	×	aabb морщинистые зелёные
G	AB, Ab, aB, ab		ab
F₂	AaBb – гладкие жёлтые aaBb – морщинистые жёлтые		Aabb – гладкие зелёные aabb – морщинистые зелёные

Ответ. Аллель определяющий развитие гладких семян (A), полностью доминирует над аллелем морщинистых (a), аллель жёлтых (B) над аллелем зелёных (b) семян. Дигибридное скрещивание, независимое наследование признаков. Расщепление в F₂-потомстве 1/4:1/4:1/4:1/4.

Задача № 151. В потомстве произошло расщепление по фенотипу: а) 1/4:1/4:1/4:1/4; б) 3/8: 3/8:1/8:1/8.

Определите генотипы родителей при условии полного доминирования и отсутствия сцепления генов.

Задача № 152. Представлен генотип организма AaBbCc. Гены наследуются независимо.

Укажите типы гамет и их количество, которые образуются у организма с исходным генотипом.

Задача № 153. Организм имеет генотип AaBbCCddEE. Гены находятся в разных парах хромосом.

Укажите типы гамет, которые образуются у него.

Задача № 154. Скрестили два тригибрида $AaBbCc$ между собой. Аллели A , B и C полностью доминируют.

Определите типы гамет, которые производят эти тригибриды.

Определите расщепление в потомстве по фенотипу.

Укажите, какая часть потомства будет иметь все доминантные признаки.

Укажите, какая часть потомства будет иметь все рецессивных признаки.

Укажите, какая часть потомства будет иметь два доминантных и один рецессивный признак.

Задача № 155. Скрестили Гибриды $AAbbDD^1$ и $aaBbDD^1$. Аллели A и B полностью доминантные, а аллели D не полностью доминирует над D^1 .

Определите типы гамет и их количество, которые производят эти гибриды.

Укажите расщепление, которое будет наблюдаться по фенотипу.

Задача № 156. Тетрагибрид $MmNnPpRr$ скрестили с рецессивом по всем четырем генам.

Определите расщепление, которое будет в потомстве по фенотипу.

Укажите, какая часть потомства будет иметь все доминантные признаки.

Укажите какая часть потомства будет иметь все рецессивные признаки.

Укажите какая часть потомства будет иметь только один доминантный признак.

Задача № 157. Известно, что растение имеет генотип $AaBb$, причем гены наследуются независимо, и по каждой паре аллелей имеет место полное доминирование.

Укажите количество фенотипов и их соотношение, которое может быть получено в потомстве от скрещивания этого растения с растением $AaBB$.

Укажите количество генотипов и их соотношение, которое будет у потомков после самоопыления этого растения.

Задача № 158. Скрестили гомозиготные растения, отличающиеся друг от друга по пяти независимо наследующимся признакам. Из них три признака материнского растения доминантны и два рецессивны.

Укажите, каким будет расщепление гибридов во втором поколении, которое будет получено в ходе самоопыления гибридов первого поколения.

Укажите долю гибридов второго поколения, которые фенотипически будут подобны «бабушке», а какие – «дедушке».

Задача № 159. Растение имеет генотип $AaBbCc$. Гены наследуются независимо.

Укажите типы гамет, которые могут быть у этого растения.

Определите количество фенотипов и их соотношения в потомстве этого растения после самоопыления, если предположить полное доминирование по всем трем парам аллелей.

Определите количество генотипов в потомстве этого растения после самоопыления.

Определите количество фенотипов в потомстве этого растения после самоопыления, если предположить полное доминирование по двум парам аллелей и неполное по третьей.

Задача № 160. Известно, что растение имеет генотип $AaBbcc$. Гены наследуются независимо.

Укажите типы гамет и их количество, которое образует это растение.

Укажите количество генотипов и фенотипов, а также соотношение в потомстве этого растения при самоопылении, если предположить полное доминирование по всем парам аллелей.

Укажите количество генотипов и соотношение в потомстве этого растения при самоопылении в условиях неполного доминирования по первой паре аллелей.

Задача № 161. У душистого горошка высокий рост (Т) доминирует над карликовым (t), зеленый цвет бобов (G) над желтым (g), а гладкая форма семян (R) над морщинистой (r).

Определите фенотип и генотип потомков от скрещивания растений с генотипами $TTGgRr$ и $ttGgrr$.

Вычислите долю тригетерозигот среди потомков.

Установите, какую часть потомков будут составлять особи, гомозиготные по всем трем парам аллелей.

Задача № 162. После самоопыления растений гороха, выросших из гладких семян желтого цвета, получено впоследствии потомство, состоящее из 99 растений с жёлтыми гладкими, 36 растений с жёлтыми морщинистыми, 29 растений с зелеными гладкими, 12 растений с зелеными морщинистыми семенами.

Определите генотип исходных растений.

Определите соответствие эмпирического расщепления теоретическому.

Задача № 163. От двух растений гороха с красными цветками и высокими стеблями после самоопыления получены растения, из которых 64 высоких растения с красными цветками и 21 низкое растение с красными цветками – потомки одного исходного растения, а 64 высоких растения с красными цветками, 20 высоких растений с белыми цветками – потомки другого исходного растения.

Определите генетическую детерминацию признаков.

Определите генотипы всех растений.

Задача № 164. У гороха жёлтый цвет семян (А) доминирует над зеленым, гладкая форма семени (В) над морщинистой, стручок простой формы (С) над стручком с перетяжками между семенами.

А) Скрестили растение гороха гетерозиготное по трём генам с растением, гомозиготным по рецессивным аллелям этих генов.

Определите расщепление в потомстве по фенотипу.

Б) Скрестили растение АаВвсс с растением ааbbCc.

Определите расщепление в потомстве по фенотипу.

Задача № 165. После перекрестного опыления двух растений гороха собрали жёлтые гладкие семена. Три части растений, выросших из этих семян, имели жёлтые гладкие семена и 1 часть жёлтые морщинистые семена. Растения, выросшие из жёлтых морщинистых семян, скрестили с растением, выросшим из жёлтых гладких семян. Среди их потомства появились растения с жёлтыми гладкими и жёлтыми морщинистыми семенами в отношении 1:1. Растения, выросшие из разных по форме семян, вновь скрестили между собой. В очередном потомстве произошло расщепление: 3 части растений гороха

имели жёлтые гладкие, 3 части – жёлтые морщинистые, 1 часть – зеленые гладкие и 1 часть – зеленые морщинистые семена.

Определите генотипы родителей и потомства во всех скрещиваниях.

Задача № 166. У растения львиный зев высокий рост – доминантный, а низкий рост – рецессивный признаки, контролируемые аллелями одного гена. Два аллеля другого гена определяют у гомозигот красный и белый цвет лепестков венчика. Гетерозиготы имеют розовые цветки. От скрещивания высокого растения с красными цветками с низким растением, имеющим розовые цветки, получены семена. Из этих семян на следующий год выросли высокие с красными, высокие с розовыми, низкие с красными и низкие с розовыми цветками растения.

Установите необходимое скрещивание потомков, чтобы получить низкие растения с белыми цветками.

Задача № 167. У земляники красный цвет ягоды и нормальную чашечку определяют не полностью доминантные аллели, а белый цвет и листовидную чашечку – не полностью рецессивные аллели двух генов. Гетерозиготы по обоим генам имеют розовые плоды и чашечку промежуточной формы. Обе пары аллелей наследуются независимо друг от друга.

Определите число классов по фенотипу и генотипу и соотношение между ними в потомстве, полученном от скрещивания дигетерозиготных растений.

Определите возможные генотипы и фенотипы потомства, полученного от скрещивания растений с нормальной и листовидной чашечками гетерозиготных по гену, детерминирующему цвет ягоды.

Задача № 168. Два растения арбуза (№1 и №2), относящихся к сорту с длинными зелеными плодами, скрестили с растениями (№3 и №4), относящимися к сорту с круглыми полосатыми плодами. Получены следующие результаты:

- а) №1 x №3 – все растения с круглыми зелеными плодами;
- б) №2 x №4 – 20 растений с круглыми зелеными, 18 с круглыми полосатыми, 22 с длинными зелеными и 25 с длинными полосатыми плодами.

Определите генетическую детерминацию признаков.

Определите генотипы исходных растений.

Объясните, каким будет результат, если скрестить растение №1 с растением №4 и растение №2 с растением №3.

Задача № 169. У пшеницы безостость доминирует над остистостью, а красный цвет колоса – над белым. От скрещивания растения безостого красноколосого сорта с пшеницей остистого белоколосого сорта получено следующее потомство: $1/4$ – безостых красноколосых, $1/4$ – безостых белоколосых, $1/4$ – остистых красноколосых, $1/4$ – остистых белоколосых.

Определите генотипы скрещиваемых растений.

Задача № 170. У томатов пурпурная окраска стебля – доминантный, а зеленая – рецессивный признаки. Формирование рассеченной листовой пластинки контролирует доминантный аллель, а цельной – рецессивный аллель того же гена. От скрещивания растений двух сортов томата, один из которых имел пурпурный стебель и рассеченные листья, а другой – зеленый стебель и рассеченные листья, было получено следующее потомство: 350 растений с пурпурным стеблем и рассеченными листьями, 112 – с пурпурным стеблем и цельными листьями, 340 – с зеленым стеблем и рассеченными листьями, 115 – с зеленым стеблем и цельной листовой пластинкой.

Определите наиболее вероятные генотипы родительских растений.

Задача № 171. У томатов красный цвет плодов и нормальная высота стебля детерминированы доминантными аллелями двух несцепленных аутосомных генов, а жёлтый цвет плодов и карликовость – рецессивными аллелями этих же генов. Растения одного сорта имеют жёлтые плоды и нормальную высоту стебля, другого – красные плоды и карликовый рост.

Объясните целесообразное использование исходного материала, чтобы получить гомозиготные формы: красноплодную нормального роста и карликовую с жёлтыми плодами.

Укажите форму, которую получить легче.

Задача № 172. Плоды томатов бывают красные и жёлтые, гладкие и опушенные. Аллель красного цвета плодов – доминантный, аллель опушенности плодов – рецессивный. Разные пары признаков

наследуются независимо.

А) Получены гибридные семена (F_1) от скрещивания растений двух сортов: с красными гладкими плодами (сорт 1) и с жёлтыми опушенными (сорт 2).

Укажите, какие будут плоды у растений, выросших из семян F_1 , если их опылить пыльцой растений сорта 2.

Укажите, какие будут плоды у томатов, выросших из семян, образовавшихся в результате этого опыления.

Б) С трехсот шестидесяти кустов томатов собрали красные гладкие плоды, со ста двадцати – красные опушенные.

Укажите теоретически ожидаемое число кустов томатов с жёлтыми опушенными плодами, если семена для посадки всех кустов были получены от скрещивания дигетерозиготных растений между собой.

Задача № 173. У томата пурпурный цвет стебля и рассеченные листья – доминантные признаки, а зеленый цвет стебля и цельная листовая пластинка – рецессивные признаки. Обе пары признаков наследуются независимо.

Определите, каковы наиболее вероятные генотипы исходных растений в каждом из следующих скрещиваний:

Фенотип родителей	Фенотип потомков			
	Пурпурный рассеченный	Пурпурный цельный	Зеленый рассеченный	Зеленый цельный
	Число особей			
Пурпурный цельный, Зеленый рассеченный	70	91	86	77
Пурпурный рассеченный, Зеленый цельный	404	-	387	-
Пурпурный рассеченный, Зеленый рассеченный	228	231	-	-
Пурпурный рассеченный, Пурпурный цельный	219	207	64	41
Пурпурный рассеченный, Зеленый рассеченный	321	101	310	107

Задача № 174. От скрещивания двух растений тыквы получены семена. На следующий год из них выросли 11 растений с жёлтыми шаровидными плодами и 36 растений с белыми шаровидными плодами. Белый цвет плодов доминирует над жёлтым, дисковидная форма плодов над шаровидной.

Определите генотип и фенотип исходных растений.

Задача № 175. Скрестили два растения тыквы, созревшие семена высеяли на следующий год и получили 18 растений с белыми дисковидными, 5 растений с белыми шаровидными, 4 растения с жёлтыми дисковидными плодами.

Определите генотипы исходных растений.

Укажите цвет и форму плодов, которые были у этих растений.

Укажите растения и опишите их плоды, которые могут еще появиться в этом поколении.

Задача № 176. У тыквы белый цвет и дисковидная форма плода – доминантные признаки, а жёлтый цвет и шаровидная форма плода – рецессивные. Результатом скрещивания двух растений является потомство, среди которого $\frac{3}{8}$ с белыми дисковидными плодами, $\frac{3}{8}$ с белыми шаровидными плодами, $\frac{1}{8}$ с жёлтыми дисковидными плодами и $\frac{1}{8}$ с жёлтыми шаровидными плодами.

Определите генотипы родителей и потомства.

Задача № 177. Скрестили две породы тутового шелкопряда. Одноцветные гусеницы первой породы плетут жёлтые коконы, а полосатые гусеницы второй породы плетут белые коконы. В первом поколении все гусеницы были полосатые и плели жёлтые коконы. Во втором поколении получилось следующее расщепление: 6385 полосатых гусениц сплели жёлтые коконы, 2147 полосатых – белые коконы, 2099 одноцветных – жёлтые коконы и 692 одноцветных – белые коконы.

Определите детерминирование породных признаков.

Установите характер наследования цвета гусениц и коконов.

Определите генотипы исходных форм и гибридов первого и второго поколений.

Задача № 178. Скрестили двух дрозофил с закрученными вверх крыльями и укороченными щетинками. При анализе потомства, по-

лученного от этого скрещивания, обнаружены мухи с закрученными вверх крыльями и укороченными щетинками, закрученными вверх крыльями и нормальными щетинками, с нормальными крыльями и укороченными щетинками, с нормальными крыльями и нормальными щетинками в соотношении 4:2:2:1.

Определите генотипы исходных мух и гибридов первого поколения.

Задача № 179. У дрозофилы серый цвет тела и наличие щетинок – аутосомные доминантные признаки, которые наследуются независимо.

Укажите, какое потомство следует ожидать от скрещивания чёрной самки без щетинок с дигетерозиготным самцом.

Задача № 180. У дрозофил серый цвет тела и прямые крылья – доминантные признаки, а чёрный цвет тела и загнутые вверх крылья – рецессивные. От скрещивания между собой серых мух с прямыми и загнутыми крыльями одна четверть потомства имела чёрное тело. У половины всех дочерних особей крылья были прямые, а у половины – загнутые вверх.

Определите генотипы мух родительского поколения.

Задача № 181. У кур простой гребень и голые ноги – рецессивные, а розовидный гребень и оперенные ноги – доминантные признаки. Курицу с голыми ногами и гомозиготную по аллелю розовидного гребня скрестили с петухом, у которого оба эти признака рецессивны.

Установите часть потомства, которая унаследует оба признака матери.

Задача № 182. Скрестили трех голубых андалузских кур, имеющих розовидный гребень, с петухом, обладающим теми же признаками. От двух кур в F₁-поколении было получено: 69 голубых с розовидным гребнем; 32 чёрных с розовидным гребнем; 10 чёрных с простым; 24 голубых с простым гребнем; 36 белых с розовидным гребнем; 11 белых с простым гребнем птиц. В F₁-потомстве, полученном от третьей курицы, все цыплята имели розовидный гребень, при этом у 1/4 из них было чёрное, у 1/4 – белое и у 1/2 голубое оперение.

Объясните результаты.

Определите генотипы исходных кур и петуха.

Задача № 183. У кур оперенность ног доминирует над голоногостью, розовидная форма гребня над простой, белое оперение над цветным. Курицу с оперенными ногами, розовидным гребнем и белым оперением скрестили с таким же петухом. Среди их потомства был цыпленок с голыми ногами, простым гребнем и цветным оперением.

Определите генотипы родителей.

Задача № 184. У кур гороховидный гребень и простой гребень детерминированы соответственно полностью доминантным и полностью рецессивным аллелями одного гена. Чёрный и белый цвет оперения являются соответственно не полностью доминантным и не полностью рецессивным признаками. Гетерозиготы имеют голубое оперение.

Определите, какая часть потомков при скрещивании птиц, гетерозиготных по обоим парам аллелей, будет иметь: а) простой гребень; б) голубое оперение; в) простой гребень и голубое оперение; г) белое оперение и гороховидный гребень.

Задача № 185. У кур гороховидный гребень и оперенные ноги – доминантные признаки. От группы генетически однородных кур с листовидными гребнями и голыми ногами после скрещивания с петухом, имеющим гороховидный гребень и оперенные ноги, получено следующее потомство: с гороховидным гребнем и голыми ногами – 69, с гороховидным гребнем и оперенными ногами – 72, с листовидным гребнем и оперенными ногами – 63, с листовидным гребнем и голыми ногами – 66.

Определите генотипы родителей и потомства.

Задача № 186. Двух петухов 1 и 2 скрестили с двумя курами 3 и 4. Все четыре птицы имеют оперенные ноги и гороховидный гребень. От скрещивания петуха 1 с обеими курами цыплята получились с оперенными ногами и гороховидным гребнем. От скрещивания петуха 2 с курицей 3 появились как голоногие цыплята, так и с оперенными ногами, причем те и другие с гороховидным гребнем. От скрещивания петуха 2 с курицей 4 появились только цыплята с оперенными ногами, часть из них имели гороховидный, часть – простой гребень. У кур оперенные ноги и гороховидный гребень – доминантные признаки.

Определите генотипы исходных птиц.

Установите варианты скрещивания, которые необходимо провести для проверки предположения о генотипах птиц.

Задача № 187. У морских свинок вихрастая шерсть доминирует над гладкой, а чёрный цвет шерсти – над белым.

Укажите, каким будет первое и второе поколение от скрещивания гомозиготной вихрастой чёрной свинки с гладкой белой.

Укажите, каким будет потомство от обоих возвратных скрещиваний.

Задача № 188. У крупного рогатого скота комолость (безрогость) доминирует над рогатостью, а чалой мастью обладают потомки от скрещивания животных с белой и красной шерстью. После скрещивания комолого чалого быка с рогатой чалой коровой родился рогатый чалый теленок. Впоследствии того же быка скрестили с рогатой красной, рогатой белой, комолой чалой, комолой белой и комолой красной коровами. От всех скрещиваний телята оказались рогатыми чалыми.

Определите генотипы быка и всех шести скрещиваемых с ним коров.

Задача № 189. У лошадей вороная масть доминирует над каштановой, аллюр рысью – над аллюром иноходью.

Укажите фенотип потомства F_1 от скрещивания гомозиготного вороного иноходца с гомозиготным каштановым рысаком.

Определите потомство, которое получится от скрещивания между собой животных из первого поколения.

Задача № 190. У свиней белый цвет щетины доминирует над чёрным, а наличие сережек – над их отсутствием.

Определите генотип белого хряка с сережками: а) если после спаривания его с любыми свиноматками рождается белое потомство с сережками; б) если после спаривания другого, но с таким же фенотипом хряка с чёрными свиноматками без сережек рождается 50% белых поросят с сережками и 50% чёрных поросят с сережками.

Задача № 191. У свиней белая окраска щетины доминирует над чёрной, однопалость над двупалостью. Два хряка №1 и №2 имеют

однопалые ноги и белую щетину. Хряк №1 при скрещивании с любыми свиньями дает однопалых белых потомков. Хряк №2 при скрещивании с чёрными свиньями дает половину чёрных, половину белых потомков, при скрещивании с двупалыми свиньями – половину однопалых, половину двупалых потомков.

Определите генотипы хряков.

Задача № 192. От скрещивания чёрно-белой и бурой собак породы коккер-спаниель родилось пять щенков: 1 чёрный, 1 бурый, 1 чёрно-белый и 2 буро-белых. Чёрный цвет шерсти доминирует над бурым, одноцветность – над пятнистостью.

Определите генотипы родителей и потомков.

Укажите, что получится, если провести возвратное скрещивание буро-белых потомков с чёрно-белой самкой.

Задача № 193. У собак короткошерстность доминирует над длинношерстностью, чёрный окрас над коричневым, отвислое ухо – над стоячим.

Определите, какие гаметы образуются: а) у чёрного короткошерстного кобеля с отвислыми ушами, гетерозиготного по генам окраски и длины шерсти и гомозиготного по гену висячести ушей; б) у гетерозиготной по всем генам суки.

Задача № 194. «При скрещивании двух собак с генотипами АаВВ и Аавв в потомстве должно быть: 4 собаки с генотипом ААВв, 8 собак с генотипом АаВв и 4 – с ааВв».

Найдите ошибку в фразе.

Задача № 195. У собак короткая шерсть и чёрная масть – доминантные, а длинная шерсть и кофейная масть – рецессивные признаки, детерминируемые независимо наследуемыми генами.

Определите процент чёрных короткошерстных щенков от скрещивания двух дигетерозиготных особей.

Проверьте генотип купленной собаки, если охотник купил чёрную собаку с короткой шерстью и хочет быть уверен, что она не несет аллелей кофейного цвета и длинной шерсти.

Задача № 196. Голубоглазый правша женился на кареглазой правше. У них родилось двое детей – кареглазый левша и голубогла-

зый правша. От второго брака этого мужчины с другой кареглазой правшой родилось 9 кареглазых детей – все правши.

Определите генотипы всех трех родителей.

Установите для признаков доминантность и рецессивность.

Задача № 197. Светловолосая резус-положительная женщина с IV группой крови вышла замуж за темноволосого резус-положительного мужчину с первой группой крови, мать которого имела светлые волосы. Известно, что мужчина и женщина гетерозиготны по гену резус-фактора. Резус-фактор и темные волосы наследуются как аутосомные доминантные признаки.

Определите вероятность рождения в этой семье светловолосых резус-отрицательных детей и возможные группы крови у них.

Задача № 198. Круглолицая женщина со II группой крови вышла замуж за круглолицего мужчину с III группой крови. Известно, что мать женщины имела овальное лицо и I группу крови, отец мужчины – овальное лицо и IV группу крови, а мать мужчины – круглое лицо и I группу крови.

Определите потомство от этого брака, если круглая форма лица доминирует над овальной.

Задача № 199. У мальчика группа крови IV, резус положительный, а у его брата – I, резус отрицательный.

Определите группы крови у родителей.

Задача № 200. Мембраны эритроцитов содержат большое число антигенов, в том числе антигены систем ABO, MN и резус. Принято считать, что наличие или отсутствие антигенов ABO детерминированы тремя аллелями одного гена I^0 , I^A , I^B , антигены системы MN аллелями L^M и L^N и системы резус D (Rh+), d (Rh-). Аллели I^A , I^B и L^M , L^N являются кодоминантными, а аллели I^0 и d – рецессивны по отношению к аллелям I^A , I^B и D соответственно.

Определите, какие фенотипы по трем системам групп крови существует у людей, если учитывать все возможные сочетания антигенов ABO, резус и MN?

Определите количество и сочетания антигенов, которые возможны у детей, если генотип матери $I^A I^0 L^M L^M Dd$, отца – $I^B I^B L^M L^N Dd$.

Определите количество различных генотипов и фенотипов у детей, если генотип матери $I^0I^0L^NL^NDd$, отца – $I^AI^BL^ML^Mdd$.

Определите вероятность того, что ребенок будет иметь такое же сочетание антигенов, как у отца, если женщина, имеющая фенотип $A(Rh^-)MN$, отец которой имел I группу крови, вышла замуж за мужчину, кровь которого содержит антигены A, B, D и N . Мать мужчины была резус отрицательной.

Определите количество и сочетания антигенов крови, которые возможны у детей, если фенотип матери – $ABMRh^-$, отца – $ONRh^+$. Один из родителей отца был резус отрицательным.

Задача № 201. Исследование крови всех трех членов семьи дало следующие результаты: женщина имеет резус-положительную кровь IV группы с антигеном M, её супруг имеет резус-отрицательную кровь I группы с антигеном N. Кровь ребенка резус-положительная I группы с антигеном M.

Дайте обоснованное заключение.

Задача № 202. У человека кареглазость доминирует над голубоглазостью, а близорукость – над нормальным зрением. Голубоглазая близорукая женщина от брака с кареглазым мужчиной, имеющим нормальное зрение, родила близорукого кареглазого ребенка.

Установите генотипы родителей, если это возможно.

Задача № 203. У человека праворукость доминирует над леворукостью, а ахондроплазия – над нормальным строением скелета. Мужчина и женщина, оба правши, страдающие ахондроплазией, вступили в брак. У них родилось трое детей: правша с ахондроплазией, левша с ахондроплазией и правша с нормальным строением скелета.

Определите вероятность рождения левши с ахондроплазией.

Задача № 204. У человека карие глаза и курчавые волосы – доминантные, а голубые глаза и гладкие волосы – рецессивные признаки.

А) У курчавого голубоглазого мужчины и кареглазой гладковолосой женщины четверо детей, каждый из которых отличается одним признаком от другого.

Определите генотипы родителей в этой семье.

Б) Голубоглазый курчавый мужчина, отец которого имел гладкие волосы, женился на кареглазой гладковолосой женщине из семьи,

все члены которой имели карие глаза.

Определите потомство, которое может родиться в этой семье.

Задача № 205. Близорукий мужчина (доминантный признак) левша (рецессивный признак) вступил в брак с женщиной-правшой, имеющей хорошее зрение. Известно, что у обоих супругов были братья и сестры, страдавшие фенилкетонурией, но сами они здоровы. В их семье первый ребенок был нормален в отношении всех трех признаков, второй был близоруким левшой, а третий оказался больным фенилкетонурией.

Определите генотипы родителей и всех детей.

Определите вероятность того, что четвертый их ребенок будет здоровым правшой с нормальным зрением.

Задача № 206. У человека известны две формы глухонемоты, детерминируемые рецессивными аллелями разных аутосомных генов.

Определите вероятность рождения детей глухонемыми в семье, где отец и мать страдают одной и той же формой глухонемоты, а по гену другой формы глухонемоты каждый из них гетерозиготен.

Определите вероятность рождения детей глухонемыми в семье, где оба родителя страдают разными формами глухонемоты, а по гену другой формы глухонемоты каждый из них гетерозиготен.

Задача № 207. Полидактилия, близорукость и отсутствие малых коренных зубов являются доминантными аутосомными признаками. О семье известно следующее: мать жены была только шестипалой, отец – только близоруким, а дочь унаследовала от родителей обе аномалии; мать мужа не имела малых коренных зубов, имела пятипалую кисть и нормальное зрение, отец не имел никаких аномальных признаков, а сын унаследовал аномалию матери.

Определите вероятность рождения нормальных детей в семье.

Задача № 208. Известны две формы фруктозурии. Одна протекает без клинически выраженных симптомов (эссенциальная фруктозурия), вторая (тяжёлая форма) ведет к торможению умственного и физического развития. Обе формы фруктозурии детерминированы рецессивными аллелями несцепленных аутосомных генов. Один из супругов имеет повышенное содержание фруктозы в моче, следова-

тельно, гомозиготен по аллелю фруктозурии, не проявляющейся клинически, но гетерозиготен по гену второй формы заболевания. Второй супруг в свое время прошел курс лечения по второй форме фруктозурии, но гетерозиготен по гену бессимптомной формы.

Определите вероятность рождения в этой семье детей, страдающих клинически выраженной формой фруктозурии.

Задача № 209. Известно несколько наследственных форм катаракты (офтальмологическое заболевание, связанное с помутнением хрусталика глаза и вызывающее различные степени расстройства зрения). Большинство из них – доминантные аутосомные признаки, некоторые – рецессивные не сцепленные с полом признаки.

Определите вероятность рождения детей с аномалией, если катаракта обоих родителей обусловлена наличием в их генотипе доминантных аллелей одного и того же аутосомного гена, а по генотипу они являются тригетерозиготами, носителями рецессивных аллелей еще двух форм катаракты.

Задача № 210. В одной семье у кареглазых родителей имеется четверо детей. Двое голубоглазых детей имеют кровь первой и четвертой групп, двое кареглазых – второй и третьей.

Определите генотипы родителей и вероятность рождения в этой семье кареглазого ребенка с кровью первой группы.

Задача № 211. Рецессивные аллели двух разных аутосомных генов у человека определяют развитие двух видов слепоты. Гены не сцеплены.

Определите вероятность того, что ребенок родится слепым, если отец и мать страдают одним и тем же видом наследственной слепоты и гомозиготны по доминантным аллелям другого гена.

Определите вероятность рождения ребенка слепым в случае, если отец и мать страдают разными видами наследственной слепоты и гомозиготны по обоим парам аллелей.

Определите вероятность рождения ребенка слепым, если известно, что родители его зрячие, бабушки страдают разными видами наследственной слепоты и гомозиготны по обоим парам аллелей, а в родословной дедушек наследственной слепоты не было.

Определите вероятность рождения ребенка слепым, если родители его зрячие, бабушки страдают одинаковым видом наслед-

ственной слепоты и гомозиготны по доминантным аллелям другого гена слепоты, бабушки здоровы и гомозиготны по обоим парам аллелей.

Задача № 212. У фермера было два сына. Первый родился, когда фермер был молод и вырос красивым, сильным юношей, которым отец очень гордился. Второй, родившийся много позже, рос болезненным ребенком, и соседи убеждали фермера подать в суд для установления отцовства. Основанием для иска должно было послужить то, что, являясь отцом такого складного юноши, каким был его первый сын, фермер не мог быть отцом такого слабого создания, как второй. Члены семьи фермера имели кровь следующих групп: фермер – 0, М; его жена – АВ, N; первый сын – А, N; второй сын – В, MN.

Докажите или опровергните на основании этих данных, что оба юноши являются сыновьями этого фермера.

Определите генотипы всех членов семьи.

Задача № 213. Можно ли исключить отцовство, если мать имеет кровь групп 0 и MN, предполагаемый отец – АВ и N, дети: а) О и М; б) А и М; в) О и MN.

Дайте аргументированный ответ.

Задача № 214. У человека альбинизм и способность преимущественно владеть левой рукой – рецессивные признаки, которые наследуются независимо.

Определите генотипы родителей с нормальной пигментацией, владеющих правой рукой, если у них родился ребенок альбинос и левша.

Задача № 215. Глухота и болезнь Вильсона (нарушение обмена меди) – рецессивные признаки. От брака глухого мужчины и женщины с болезнью Вильсона родился ребенок с обеими аномалиями.

Определите вероятность рождения в этой семье здорового ребенка.

Задача № 216. У человека брахидактилия (короткие пальцы) – доминантный признак, а альбинизм – рецессивный.

Определите вероятность рождения ребенка с двумя аномалиями у дигетерозиготных родителей.

Задача № 217. Глаукома⁹ имеет две формы: первую определяет

⁹ Заболевание глаз, характеризующееся постоянным или периодическим повышением внутриглазного давления с последующим развитием типичных дефектов поля зрения, снижением зрения и атрофией зрительного нерва.

доминантный аллель одного гена, а вторую – рецессивный аллель другого гена. Гены расположены в разных хромосомах.

Определите вероятность рождения больного ребенка в семье, где супруги страдают разными формами глаукомы и гомозиготны по обоим парам аллелей.

Определите рождение здоровых детей в семье, где супруги гетерозиготны по обоим парам аллелей.

Задача № 218. Темноволосый (доминантный признак), не имеющий веснушек мужчина женился на светловолосой женщине с веснушками (доминантный признак). У них родился светловолосый сын без веснушек.

Определите вероятность рождения у них темноволосого ребенка с веснушками.

Задача № 219. Короткопалость, близорукость и альбинизм детерминируют рецессивные аллели трех генов, расположенных в разных парах хромосом. Короткопалый, близорукий с нормальной пигментацией мужчина женился на здоровой женщине-альбиноске. Их первый ребенок был короткопал, второй – близорук, третий – альбинос.

Определите генотипы родителей и детей.

Задача № 220. Карий цвет глаз, темные волосы и преимущественное владение правой рукой – доминантные признаки, которые наследуются независимо. Отец – кареглазый темноволосый левша, мать – голубоглазая светловолосая правша. В семье имеются: сын – голубоглазый светловолосый левша и дочь – кареглазая темноволосая правша.

Определите генотипы всех членов семьи.

Задача № 221. Серповидноклеточная анемия и талассемия (микроцитарная гемолитическая анемия) детерминированы не полностью доминантными аллелями аутосомных несцепленных генов. Гетерозиготы устойчивы к малярии. Индивиды, гомозиготные по мутантным не полностью доминантным аллелям, в большинстве случаев умирают в детстве.

Определите вероятность рождения здоровых детей в семье, где отец гетерозиготен по одному гену, а мать – по другому.

3. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НЕАЛЛЕЛЬНЫХ ГЕНОВ

Под выражением «взаимодействие генов» необходимо понимать взаимодействие их продуктов, то есть белков, которые являются субстратом или катализатором биохимических реакций

В процессе реализации наследственной программы в организме одновременно функционирует множество генов, как сцепленных, так и расположенных в разных парах хромосом и их продукты могут принимать участие в формировании одного и того же признака, то есть взаимодействовать. Критериями взаимодействия генов являются появление у потомков нового варианта признака, отсутствующего у родительских форм, и расщепление по фенотипу среди гибридов второго поколения, отличающееся от расщепления при независимом наследовании.

Выделяют три типа взаимодействия генов: **эпистаз, комплементарность и полимерию.**

Эпистаз (греч. *epístasis* – остановка, препятствие) – взаимодействие генов, при котором один ген (эпистатический) подавляет фенотипический эффект другого гена (**гипостатический**). Если эпистатический ген, не имеет собственного фенотипического проявления, тогда его называют **ингибитором** и обозначают буквой **I (i)**. Различают **эпистаз доминантный и рецессивный**. В первом случае эпистатическим является доминантный аллель одного из взаимодействующих генов, во втором — рецессивный аллель. При доминантном эпистазе, при взаимодействии двух генов, среди потомков дигетерозигот возможны следующие варианты расщепления по фенотипу: **13:3** и **12:3:1** (рис. 1А, 1Б). У всех зигот, имеющих в генотипе доминантный аллель-подавитель, подавляемый аллель (гипостатический) не даёт фенотипического эффекта. В случае рецессивного эпистаза расщепление среди потомков дигетерозигот происходит в соотношениях **9:3:4** (рис. 1В), **9:7** (рис. 3Б двойной рецессивный эпистаз, либо комплементарность). Эпистаз будет происходить лишь у гомозигот по рецессивным аллелям-подавителям.

Комплементарность (комплемент – дополнение) – взаимодействие генов, при котором гены вместе, дополняя действие друг друга, участвуют в формировании нового варианта признака, как правило, нормального.

А (13:3)				
♂ \ ♀	AB	Ab	aB	ab
AB				

Б (12:3:1)				
♂ \ ♀	AB	Ab	aB	ab
AB				

В (9:3:4)				
♂ \ ♀	AB	Ab	aB	ab
AB				

Рис. 1. Схема расщепления признаков при доминантном (А, Б) и рецессивном (В) эпистазе

Например, у кур гороховидную форму гребня предопределяет доминантный аллель одного гена, розовидную – доминантный аллель другого гена. У птиц, имеющих в генотипе доминантные аллели сразу двух генов, развивается ореховидный гребень. У гомозигот по рецессивным аллелям обоих генов развивается простой листовидный гребень (признак дикого типа). Потомки, от скрещивания дигибридов с ореховидным гребнем между собой, образуют четыре фенотипических класса в соотношении **9:3:3:1** (рис. 2, 3А).

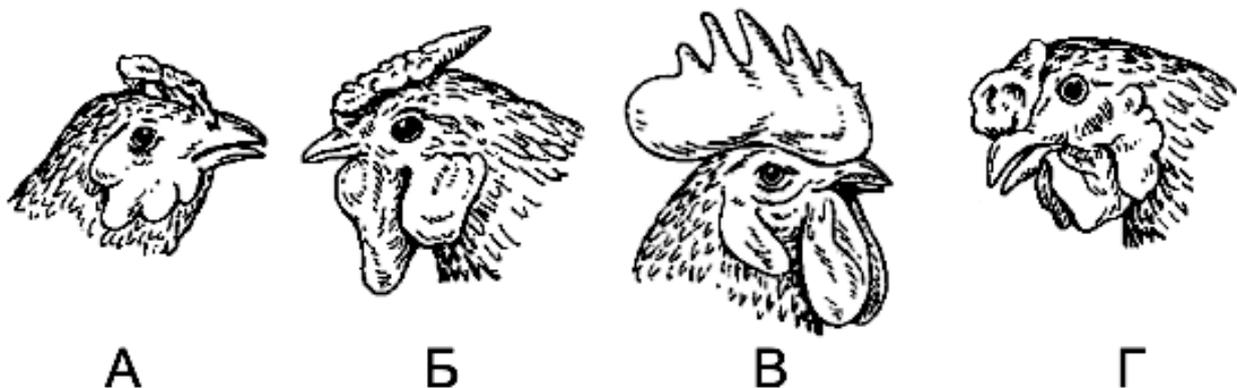


Рис. 2. Варианты гребней у кур. А – гороховидный; Б – розовидный; В – листовидный; Г – ореховидный

Аллели, детерминирующие розовидную и гороховидную форму гребня, наследуются независимо, но по фенотипу потомков второго поколения. Установить независимость наследования (расщепление по каждой паре признаков в отношении 3:1) невозможно. У всех зигот, имеющих в генотипе доминантные аллели обоих генов, фенотипический эффект даёт не каждый аллель самостоятельно, а признак разви-

вается при их совместном действии, причём новый вариант. При комплементарном взаимодействии двух генов возможны и другие варианты расщепления: **9:7**, **9:6:1** (рисунки 3Б и 3В) и **9:3:4** (рис. 1В).

А (9:3:3:1)				
♂ \ ♀	AB	Ab	aB	ab
AB				

Б (9:7)				
♂ \ ♀	AB	Ab	aB	ab
AB				

В (9:6:1)				
♂ \ ♀	AB	Ab	aB	ab
AB				

Рис. 3. Схема расщепления признаков во втором поколении при комплементарном взаимодействии двух генов

Полимерия – это вид взаимодействия генов, доминантные аллели которых **однозначно** влияют на развитие одного и того же признака. Гены с однозначным действием называют полимерными. Полимерия может быть **кумулятивной** и **некумулятивной**. При **кумулятивной полимерии** интенсивность значения признака зависит от суммирующего действия генов: чем больше доминантных аллелей взаимодействующих генов в генотипе особи, тем больше степень выраженности признака. При **некумулятивной полимерии** отсутствует суммирующий эффект генов и особи, имеющие в генотипе любое число доминантных аллелей взаимодействующих генов, имеют одинаковый фенотип. При отсутствии доминантных аллелей в генотипе и фенотип будет иной.

Полимерные гены обозначают одним буквенным символом, аллели одного гена имеют одинаковый числовой индекс ($A_1a_1 A_2a_2 A_3a_3$ – генотип тригетерозиготы). Расщепление при кумулятивной полимерии – **1:4:6:4:1** (рис. 4А), которое можно свести к **15:1**, объединив первые четыре класса в один.

Кумулятивная полимерия имеет место при формировании окраски зерновок пшеницы, чешуек семян овса, роста и цвета кожи человека и т. д. Например, красный цвет зерновок пшеницы определяют два гена. Каждый из доминантных аллелей этих генов определяет наличие пигмента, рецессивный – отсутствие пигмента в зерновках. При наличии в генотипе одного доминантного аллеля зерновки оказываются слабоокрашенными, если в генотипе два доминантных

аллеля, то и зерновки окрашены интенсивнее и т.д. Лишь у гомозигот по рецессивным аллелям всех генов зерновки не пигментированы. Таким образом, в потомстве дигибридов происходит расщепление в отношении 15 окрашенных к одному белому. Из 15/16 окрашенных зерновок 1/15 будет иметь зерновки интенсивно красного цвета, так как содержит в генотипе четыре доминантных аллеля, 4/15 будут окрашены несколько светлее, так как в их генотипе будет три доминантных аллеля и один рецессивный, 6/15 – еще светлее с двумя доминантными и двумя рецессивными аллелями и 4/15 – самые светлые, имеющие лишь один доминантный и три рецессивных аллеля.

Для **некумулятивной полимерии** характерно расщепление 15:1 (рис. 4Б). **Некумулятивная полимерия** имеет место при наследовании формы плодов пастушьей сумки. Среди особей второго поколения 15/16 имеют плоды треугольной формы (в генотипе один два, три или четыре доминантных аллеля), 1/16 – овальной (в генотипе отсутствуют доминантные аллели).

А (1:4:6:4:1)				
♂ \ ♀	A ₁ A ₂			
A ₁ A ₂				
A ₁ a ₂				
a ₁ A ₂				
a ₁ a ₂				

Б (15:1)				
♂ \ ♀	A ₁ A ₂			
A ₁ A ₂				
A ₁ a				
a ₁ A ₂				
a ₁ a ₂				

Рис. 4. Схема расщепления при кумулятивной полимерии (А) и некумулятивной полимерии (Б)

Алгоритм решения задачи на взаимодействие генов

Задача (пример). Цвет оперения попугаев детерминирован двумя генами. Доминантный аллель первого (А) определяет развитие синего окраса оперения, доминантный аллель второго (В) жёлтый окрас оперения. Наличие двух доминантных аллелей приводит к развитию зелёной окраски. Рецессивные аллели вызывают развитие белого оперения. *Какое расщепление будет от скрещивание гомозиготных птиц с жёлтым и синим оперением. Каким будет расщепление в F₂?*

Алгоритм решения задачи представлен в таблице 6

Алгоритм решения задачи на взаимодействие генов

P	AAbb синий окрас	x	aaBB жёлтый окрас																										
G	Ab		aB																										
F₁	AaBb зелёный окрас																												
P	AaBb зелёный окрас	x	AaBb зелёный окрас																										
G	AB, Ab, aB, ab		AB, Ab, aB, ab																										
F₂	<table border="1"> <tr> <td>$\begin{matrix} \text{♂} \\ \text{♀} \end{matrix}$</td> <td>AB</td> <td>Ab</td> <td>aB</td> <td>ab</td> </tr> <tr> <td>AB</td> <td>AABB зелёный</td> <td>AABb зелёный</td> <td>AaBB зелёный</td> <td>AaBa зелёный</td> </tr> <tr> <td>Ab</td> <td>AABb зелёный</td> <td>AAbb синий</td> <td>AaBb зелёный</td> <td>Aabb синий</td> </tr> <tr> <td>aB</td> <td>AaBB зелёный</td> <td>AaBb зелёный</td> <td>aaBB жёлтый</td> <td>aaBb жёлтый</td> </tr> <tr> <td>ab</td> <td>AaBa зелёный</td> <td>Aabb синий</td> <td>aaBb жёлтый</td> <td>aabb белый</td> </tr> </table>				$\begin{matrix} \text{♂} \\ \text{♀} \end{matrix}$	AB	Ab	aB	ab	AB	AABB зелёный	AABb зелёный	AaBB зелёный	AaBa зелёный	Ab	AABb зелёный	AAbb синий	AaBb зелёный	Aabb синий	aB	AaBB зелёный	AaBb зелёный	aaBB жёлтый	aaBb жёлтый	ab	AaBa зелёный	Aabb синий	aaBb жёлтый	aabb белый
$\begin{matrix} \text{♂} \\ \text{♀} \end{matrix}$	AB	Ab	aB	ab																									
AB	AABB зелёный	AABb зелёный	AaBB зелёный	AaBa зелёный																									
Ab	AABb зелёный	AAbb синий	AaBb зелёный	Aabb синий																									
aB	AaBB зелёный	AaBb зелёный	aaBB жёлтый	aaBb жёлтый																									
ab	AaBa зелёный	Aabb синий	aaBb жёлтый	aabb белый																									

Ответ. В F₁-поколении все птицы будут с генотипом AaBb (зеленым оперением). В F₂-поколении расщепление по фенотипу будет в соотношениях 9:3:3:1

Задача № 222. Растение, гомозиготное по рецессивным аллелям трех генов, имеет высоту 32 см, а гомозиготное по доминантным аллелям этих генов – 50 см. Принимаем, что фенотипический эффект каждого доминантного аллеля одинаков и суммируется. В F₂ от скрещивания этих растений получено 192 потомка.

Определите количество растений, которые теоретически, будут иметь генетически обусловленный рост 44 см.

Задача № 223. Высота растения сорго, гомозиготного по рецессивным аллелям четырех полимерных генов, равна 40 см. Высота растения, гомозиготного по доминантным аллелям этих четырех генов, равна 240 см. Скрестили растения, имеющие генотипы A₁A₁a₂a₂A₃A₃a₄a₄ и a₁a₁a₂a₂a₃a₃A₄A₄.

Вычислите высоту стебля у этих растений.

Вычислите ожидаемую высоту растений первого поколения.

Укажите возможные фенотипы растений второго поколения.

Укажите частоту встречаемости каждого фенотипа.

Задача № 224. Красный цвет луковицы лука определяет доминантный аллель, а жёлтый цвет – рецессивный аллель аутосомного гена. Фенотипическое проявление этого гена возможно лишь при наличии в генотипе доминантного аллеля другого гена, который не сцеплен с первым. Гомозиготы по рецессивному аллелю второго гена имеют луковицы белого цвета. Краснолуковичное растение скрестили с желтолуковичным. Растения нового поколения имели красные, жёлтые и белые луковицы.

Определите генотипы родителей и потомства.

Задача № 225. От скрещивания ржи с зелеными зернами в следующем поколении было получено 886 растений с зелеными зернами, 302 растения – с жёлтыми и 391 растение с белыми зернами.

Напишите схему скрещивания и объясните результаты скрещиваний.

Задача № 226. Зеленозерный сорт ржи при скрещивании с белозерным дает в первом поколении растения с зелеными зернами, а во втором поколении расщепление по окраске: 89 растений с зелеными зернами, 28 растений с жёлтыми зернами, 39 растений с белыми зернами.

Объясните результаты и напишите схему скрещивания.

Объясните результат скрещивания гибридов первого поколения с гомозиготным желтозерным растением.

Объясните результат скрещивания гибридов первого поколения с гомозиготным белозерным растением.

Задача № 227. От скрещивания растений ржи с антоцианом в следующем поколении было получено расщепление: 132 растения с антоцианом и 104 растения без антоциана.

Напишите схему скрещивания и объясните результаты скрещиваний.

Задача № 228. Скрестили растения ржи зеленозерного и белозерного сортов. У гибридов первого поколения семена были зеленого цвета. 178 растений второго поколения имели семена зеленого цвета, 56 – желтого, 78 – белого.

Объясните генетическую детерминацию признака.

Определите цвет семян гибридов первого поколения, если их

скрестить с гомозиготными растениями желтозерного и белозерного сортов.

Задача № 229. От скрещивания растений ржи, относящихся к разным сортам (первый сорт имеет красные ушки на листьях и желтое зерно, второй сорт ржи обладает белыми ушками и белым зерном), получены гибриды первого поколения с красными ушками и зеленым зерном. Во втором поколении произошло расщепление: 360 растений с красными ушками и зеленым зерном, 117 растений с красными ушками и желтым зерном, 164 растения с красными ушками и белым зерном, 122 растения с белыми ушками и зеленым зерном, 42 растения с белыми ушками и желтым зерном, 54 растения с белыми ушками и белым зерном.

Определите генетическую детерминацию признаков.

Определите генотипы родителей и потомства.

Задача № 230. Цвет зерен пшеницы контролируют два не сцепленных гена, причем их доминантные аллели обуславливают красный цвет, а рецессивные – белый. Из красных зерен получено 75% красnozерных растений, но с различной степенью окраски семян и 25% белозерных.

Определите генотипы исходных растений и их потомства.

Задача № 231. От скрещивания растений пшеницы с красными зернами в следующем поколении было получено 397 растений с красными зернами 23 растения с белыми зернами.

Напишите схему скрещивания и объясните результаты скрещиваний.

Задача № 232. У пшеницы белая и красная пигментация зерна контролируется тремя парами аллелей. Растения рецессивные по всем трем парам аллелей имеют белые зерна. Наличие одного или более доминантных аллелей обуславливает красную окраску зерна (усиливающуюся при увеличении числа доминантных аллелей).

А) От скрещивания гомозиготного красного растения с белым, во втором поколении получено расщепление: 15 красных к 1 белому.

Определите возможные генотипы родительских растений.

Б) От скрещивания гомозиготной пшеницы с красными семенами с растением, имеющим белые семена, во втором поколении полу-

чено расщепление: 1 растение с белыми семенами и 63 – с красными.

Напишите схему скрещивания и определите количество доминантных аллелей, которое имело родительское красное растение.

Задача № 233. Имея две формы пшеницы – безостую с чёрными колосьями и остистую с красными колосьями, селекционер скрестил их, чтобы получить безостую красноколосую форму. В первом поколении от этого скрещивания все растения были безостыми с чёрными колосьями. Во втором поколении произошло расщепление: 714 безостых с чёрными колосьями, 181 безостое с красными колосьями, 58 безостых с белыми колосьями, 231 остистое с чёрными колосьями, 61 остистое с красными колосьями и 20 остистых с белыми колосьями.

Объясните расщепление.

Установите количество генов, контролируемые изучаемые признаки.

Установите характер наследования генов и определите генотипы исходных форм.

Определите часть безостых красноколосых растений гомозиготной по всем генам.

Задача № 234. При скрещивании гомозиготных красноколосых остистых растений пшеницы с гомозиготными белоколосыми безостыми в первом поколении все растения оказались с красными колосьями, безостыми. Во втором поколении 564 растения имели безостые красные колосья, 184 растения имели остистые красные колосья, 38 растений оказались безостыми белоколосыми и 10 – остистыми белоколосыми. Потомство от анализирующего скрещивания составили 103 красных безостых, 90 красных остистых, 30 белых безостых и 27 белых остистых растения.

Определите генотипы исходных растений и гибридов первого поколения.

Установите растение, которое было использовано в качестве анализатора.

Объясните полученные результаты.

Задача № 235. От скрещивания растений пшеницы с красным плотным колосом с растениями, имеющими белый рыхлый колос, в первом поколении получили красные колосья средней плотности. Во втором – расщепление: 186 красных с плотным колосом, 358 красных

с колосом средней плотности, 184 красных с рыхлым колосом, 12 белых с плотным колосом, 25 белых с колосом средней плотности и 10 белых с рыхлым колосом.

Определите наследование признаков.

Установите генотипы исходных растений.

Проверьте правильность вашего предположения.

Задача № 236. От скрещивания овса с чёрными зернами в следующем поколении было получено 317 растений с чёрными зернами, 76 – с серыми и 24 – с белыми зернами.

Напишите схему скрещивания и объясните результаты скрещиваний.

Задача № 237. У овса цвет зерен определяется двумя несцепленными генами. Доминантный аллель одного гена определяет чёрный цвет зерен, доминантный аллель другого – серый цвет зерен. Аллель чёрной окраски подавляет аллель серой окраски. Рecessивные аллели обеих пар определяют белую окраску зерен. От скрещивания белозерного овса с чёрнозерным было получено потомство, 1/2 которого имела чёрные зерна и 1/2 – серые зерна.

Напишите схему скрещивания и объясните результаты скрещиваний.

Задача № 238. От скрещивания растений овса с метельчатыми соцветиями в следующем поколении было получено 188 растений с метельчатыми соцветиями и 10 растений с простыми соцветиями.

Напишите схему скрещивания и объясните результаты скрещиваний.

Задача № 239. Нильсон-Эле в 1907 ставил опыты с овсом. Окраска чешуек овса определяется двумя полимерными генами: $A_1A_1A_2A_2$ – чёрная окраска, $a_1a_1a_2a_2$ – белая окраска. Окраска зависит от числа доминантных аллелей. При скрещивании растений с чёрными и белыми чешуйками в первом поколении все растения были с серыми чешуйками, а во втором поколении было получено 12 чёрных, 56 темно-серых, 98 серых, 63 светло-серых и 15 белых растений.

Напишите схему скрещивания и объясните результаты скрещиваний.

Задача № 240. У овса цвет зерна контролируют два несцепленных гена. Доминантный аллель одного из них обуславливает чёрный цвет зерна, доминантный аллель второго гена проявляется в виде серого цвета. Ген чёрного цвета подавляет проявление гена серого цвета. При наличии в генотипе у растений только рецессивных аллелей обоих генов зерно имеет белый цвет. Скрестили растения, выросшие из белых семян с растениями, выросшими из чёрных семян. Созревшие на них семена высеяли. У половины полученных растений зерно было чёрного цвета, у половины – серого.

Определите генотипы родителей и потомства.

Задача № 241. Предположим, что в двух высокоинбредных линиях овса урожай составил 4 г и 10 г на растение соответственно. Растения этих линий скрестили, приблизительно у 1/64 особей второго поколения урожай составил 10 г на растение.

Определите количество генов, контролирующих различия между инбредными линиями.

Задача № 242. У кукурузы одного сорта початок состоит из 20 рядов зерен, а у другого – из 8 рядов. Потомки от скрещивания растений этих сортов имели початки, в среднем, с 14 рядами зерен. Растения второго поколения фенотипически неоднородны, число рядов зерен в их початках варьирует от 8 до 20, причем, примерно в одном из каждых 32 початков столько же рядов зерен, сколько у одного из растений родительского поколения.

Определите количество генов, контролирующих данный признак.

Задача № 243. От скрещивания двух карликовых растений кукурузы получены гибридные растения нормальной высоты. Среди растений второго поколения 452 имели нормальную высоту и 352 были карликовыми.

Определите генотипы растений всех поколений.

Задача № 244. От скрещивания 2 зеленых растений кукурузы получено потомство из 191 зеленого растения и 146 неокрашенных растений.

Напишите схему скрещивания и объясните результаты скрещиваний.

Задача № 245. У кукурузы для развития красной окраски семян необходимо взаимодействие доминантных аллелей генов С и R. В отсутствие аллеля С семена имеют пурпурную окраску, в отсутствие аллеля R – розовую, в отсутствие обоих доминантных генов – белую окраску.

Напишите схему скрещивания и объясните результаты скрещиваний: а) гетерозиготных красных растений между собой; б) пурпурных с белыми; в) гетерозиготных красных с белыми.

Задача № 246. От скрещивания кукурузы с белыми морщинистыми зернами с растением, имеющим пурпурные гладкие зерна, в F₁ все зерна оказались белыми гладкими, а в F₂ произошло расщепление: 808 белых гладких, 249 белых морщинистых, 202 пурпурных гладких, 50 пурпурных морщинистых. В анализирующем скрещивании получили: 135 белых гладких, 150 белых морщинистых, 40 пурпурных гладких, 52 пурпурных морщинистых.

Установите тип наследования этих признаков.

Установите генотипы исходных растений, растений F₁ и фенотип растения-анализатора.

Задача № 247. От скрещивания растений кукурузы с красными морщинистыми зернами с растениями, имеющими белые гладкие зерна, в первом поколении все растения имели пурпурные гладкие зерна. Во втором поколении произошло следующее расщепление: 840 пурпурных гладких, 280 пурпурных морщинистых, 378 белых гладких, 123 белых морщинистых, 273 красных гладких, 89 красных морщинистых.

Установите тип наследования этих признаков

Определите генотипы исходных растений.

Установите расщепление при анализирующем скрещивании и определите растение, которое используется в качестве анализатора.

Задача № 248. От скрещивания двух белозерных растений кукурузы гибриды первого поколения также были белозерными, а во втором поколении было получено 138 белозерных растений и 39 растений с пурпурными зернами.

Напишите схему скрещивания и объясните результаты скрещиваний.

Установите, какое потомство будет получено в анализирующем и возвратном скрещивании.

Задача № 249. От скрещивания двух растений сирени с сиреневыми цветками в следующем поколении было получено 72 растения с сиреневыми, 56 с белыми и 6 с розовыми цветками.

Напишите схему скрещивания и объясните результаты скрещиваний.

Задача № 250. Скрестили растения льна двух сортов, один из которых имеет розовые цветки и простые лепестки венчика, а другой – белые цветки и простые лепестки. Растения первого поколения имели розовые цветки с простыми лепестками. Среди растений второго поколения произошло расщепление по фенотипу: 40 с розовыми простыми лепестками, 8 с розовыми гофрированными лепестками, 4 с белыми гофрированными лепестками и 14 с белыми простыми лепестками.

Определите детерминацию цвета и типа лепестков венчика.

Задача № 251. Скрестили растения левкоя двух сортов, один из которых имеет махровые красные цветки, а другой – махровые белые. Гибриды первого поколения имели простые красные цветки, а гибриды второго поколения обладали родительскими признаками в разных сочетаниях: 68 растений с махровыми белыми цветками, 275 с простыми красными, 86 с простыми белыми, 213 с махровыми красными.

Определите генетическую детерминацию цвета и формы цветков.

Определите генотипы родителей и потомков.

Задача № 252. От скрещивания бобов с фиолетовыми плодами в следующем поколении было получено расщепление: 58 растений с фиолетовыми плодами и 37 растений с зелеными плодами.

Напишите схему скрещивания и объясните результаты скрещиваний.

Задача № 253. Скрестили растения люцерны (кормовое растение семейства бобовых) с пурпурными и жёлтыми цветками. В первом поколении все растения оказались с зелеными цветками. Во втором поколении получено 890 растений с зелеными цветками, 311 с пурпурными цветками, 306 с жёлтыми цветками и 105 с белыми цветками.

Установите, теоретически, количество гомозигот среди растений с пурпурными цветками.

Задача № 254. У душистого горошка пурпурная окраска цветков получается при сочетании в генотипе двух доминантных аллелей двух генов, а при отсутствии двух доминантных аллелей двух генов развивается белая окраска.

А) Растение душистого горошка с белыми цветками скрещивали с таким же белоцветковым растением. В потомстве получилось 23 растения с пурпурными цветками и 77 растений с белыми цветками.

Определите генотипы родителей и потомков.

Определите окраску цветков в потомстве от скрещивания между собой растений с пурпурными цветками.

Б) Растение душистого горошка с белыми цветками скрещивали с растением с пурпурными цветками. В потомстве получилось $\frac{3}{8}$ растений с пурпурными цветками и $\frac{5}{8}$ растений с белыми цветками.

Напишите схему скрещивания и объясните результаты скрещиваний.

Задача № 255. Растения душистого горошка родительского поколения были с белыми пазушными и белыми верхушечными цветками. В F_1 -поколении все растения получились с пурпурными пазушными цветками. В F_2 -поколении получено 415 растений с пурпурными пазушными цветками, 140 растений с пурпурными верхушечными, 350 с белыми пазушными и 95 с белыми верхушечными цветками.

Установите тип наследования признаков.

Установите растения, которые следует взять, чтобы поставить анализирующее скрещивание, напишите схему скрещивания и объясните результаты анализирующего скрещивания.

Задача № 256. После самоопыления зеленого растения гороха были получены семена, а затем из этих семян были получены 670 зеленых и 43 светло-зеленых растений.

Объясните причину расщепления по фенотипу среди растений нового поколения.

Определите генотип исходного растения зеленого цвета.

После скрещивания растения гороха с таким же генотипом и фенотипом как у исходного растения со светло-зеленым потомком получено 480 растений. Определите теоретически ожидаемое количество светло-зеленых особей.

Задача № 257. Растения фасоли одного сорта имеют семена бе-

лого цвета, а другого сорта – коричневого цвета. У гибридов первого поколения от скрещивания растений этих сортов семена оказались пурпурными. 636 растений второго поколения дали пурпурные семена, 215 – коричневые и 285 – белые.

Объясните результаты скрещиваний.

Определите генотипы родителей и потомства.

Задача № 258. От скрещивания растений дрока (дикое растение семейства бобовых) с жёлтыми цветками в следующем поколении было получено: 226 с жёлтыми цветками и 159 с белыми цветками.

Напишите схему скрещивания и объясните результаты скрещиваний.

Задача № 259. От скрещивания сортов перца с жёлтыми и коричневыми плодами в первом поколении были получены растения с красными плодами. От скрещивания гибридов первого поколения между собой было получено 182 растения с красными плодами, 61 растение с жёлтыми плодами, 59 растений с коричневыми плодами и 20 растений с зелеными плодами.

Напишите схему скрещивания и объясните результаты скрещиваний.

Задача № 260. У пастушьей сумки форма плода зависит от двух полимерных генов. Растения, имеющие хотя бы один доминантный аллель, производят плоды треугольной формы и не отличаются по форме плода от растений, имеющих 2, 3 и 4 доминантных аллеля. Растения, не имеющие ни одного доминантного аллеля, производят плоды яйцевидной формы. Растение с треугольными плодами скрещено с растением с яйцевидными плодами. В первом поколении отношение в потомстве составило – 3 треугольных к 1 яйцевидному.

Определите генотипы родительских растений. Объясните результаты, которые могут быть получены при условии скрещивания дигетерозиготных растений.

Задача № 261. Скрестили растение герани с красными цветами с таким же по фенотипу растением. В следующем поколении получено: 131 растение с красными цветами, 46 – с розовыми и 55 – с белыми.

Напишите схему скрещивания и объясните результаты скрещиваний.

Задача № 262. Скрестили растения двух сортов льна, один из которых имеет розовую окраску цветков и нормальные лепестки, а другой – белую окраску цветков и нормальные лепестки. В первом поколении у всех растений цветки розовые, лепестки нормальные. Во втором поколении получено расщепление: 40 растений с розовыми цветками и нормальными лепестками, 8 растений с розовыми цветками и гофрированными лепестками, 4 растений с белыми цветками и гофрированными лепестками, 14 растений с белыми цветками и нормальными лепестками.

Определите тип наследования окраски цветка и типа венчика. Напишите схему скрещивания.

Задача № 263. Форма плода у тыквы может быть сферической, дисковидной или удлиненной и её определяют 2 пары аллелей несцепленных генов.

А) От скрещивания растений тыквы со сферическими плодами в первом поколении все растения получились дисковидными. От скрещивания растений тыквы с дисковидными плодами в потомстве было получено 121 растение с дисковидными плодами, 77 растений со сферическими плодами, 12 растений с удлиненными плодами.

Напишите схему скрещивания и объясните результаты скрещиваний.

Определите ожидаемое расщепление при анализирующем скрещивании.

Определите фенотип растения, которое используется в качестве анализатора.

Б) При скрещивании тыквы с дисковидными плодами с тыквой с удлиненными плодами в потомстве получилось расщепление: 1 растение с дисковидными плодами, 2 растения со сферическими плодами, 1 растение с удлиненными плодами.

Определите генотипы скрещиваемых растений и их потомков.

В) При скрещивании тыквы с дисковидными плодами с тыквой со сферическими плодами получено потомство, наполовину состоящее из растений с дисковидными плодами и наполовину – из растений со сферическими плодами.

Определите генотипы скрещиваемых растений и их потомков.

Задача № 264. От скрещивания тыквы с белыми плодами в следующем поколении было получено 67 растений с белыми плодами,

19 – с жёлтыми и 6 – с зелеными плодами.

Напишите схему скрещивания и объясните результаты скрещиваний.

Задача № 265. От скрещивания желтоплодной тыквы с белоплодной все потомство было белоплодным. От скрещивания полученных особей между собой было получено 204 растения с белыми плодами, 53 с жёлтыми и 17 с зелеными плодами.

Напишите схему скрещивания и объясните результаты скрещиваний.

Задача № 266. Плоды тыквы бывают белые, жёлтые и зеленые. От скрещивания 2 сортов тыквы, имеющих белые и зеленые плоды, в первом поколении все потомство имело белые плоды, а во втором поколении было получено следующее расщепление: 159 белых, 38 жёлтых и 13 зеленых.

Напишите схему скрещивания и объясните результаты скрещиваний.

Задача № 267. У тыквы аллель белой окраски подавляет аллель желтой и зелёной окраски. При этом аллель белой окраски одного гена подавляет проявления аллелей желтой и зеленой окраски другого гена.

Определите генотипы родителей и потомков в следующих скрещиваниях:

а) скрестили белоплодные тыквы с желтоплодными, в потомстве получено 78 белоплодных, 61 желтоплодных, 19 зелёноплодных;

б) скрестили белоплодные тыквы с зелёноплодными, в потомстве получено 145 белоплодных, 72 желтоплодных, 66 зелёноплодных;

в) скрестили белоплодные тыквы с белоплодными, в потомстве получено 851 белоплодных, 218 желтоплодных, 68 зелёноплодных.

Задача № 268. Форма плодов у тыквы детерминирована двумя парами аллелей несцепленных неаллельных генов.

А) От скрещивания растений двух сортов со сферической формой плода получено потомство, которое скрестили между собой, после чего на них созрели плоды дисковидной формы. Семена, взятые из дисковидных плодов, дали фенотипически неоднородное потом-

ство: 916 растений имели дисковидные плоды, 616 – сферические и 116 – удлинённые.

Определите генотипы исходных растений и всех потомков первого и второго поколения.

Б) От скрещивания тыкв двух сортов с дисковидными и с удлинёнными плодами получено потомство: 1/4 с дисковидными, 2/4 со сферическими и 1/4 с удлинёнными плодами.

Определите генотипы родителей и потомков.

Задача № 269. При скрещивании растения земляники белоплодного безусого сорта с растением земляники красноплодного усатого сорта в первом поколении все растения оказались красноплодными усатыми. Во втором поколении произошло расщепление: 331 с красными плодами и усами, 235 с красными плодами без усов, 88 с белыми плодами и усами и 98 с белыми плодами без усов.

Определите генетическую детерминацию признаков.

Определите генотипы исходных растений.

Укажите способ получения гомозиготных растений с усами и красными плодами.

Задача № 270. От скрещивания тараканов с рубиновыми и белыми глазами в первом поколении все потомки имели алые глаза, а во втором поколении было получено 22 таракана с красными глазами, 17 – с розовыми, 4 – с рубиновыми, 32 – с алыми, 6 – с белыми. Доминантные аллели определяют темный цвет, рецессивные – светлый.

Напишите схему скрещивания и объясните результаты скрещиваний.

Задача № 271. От скрещивания зеленых и алых меченосцев (живородящая рыба семейства пецилиевых, отряда карпозубообразные) в первом поколении все рыбки были кирпично-красного цвета, во втором – 46 кирпично-красного, 5 лимонного, 16 алого и 14 зеленого.

Определите генетическую детерминацию признака.

Определите генотипы исходных рыб.

Объясните результат, если скрестить алых рыб с лимонными рыбами.

Задача № 272. От скрещивания меченосцев, имевших два чёрных пятна на хвосте, с рыбами без пятен получены гибриды с чёрной

полосой на хвосте. Среди рыб второго поколения 54 имели чёрную полосу на хвосте, 16 – два чёрных пятна, 28 не имели ни пятен, ни чёрной полосы на хвосте.

Определите генетическую детерминацию признака.

Определите генотипы исходных рыб и гибридов первого поколения.

Задача № 273. У попугайчиков-неразлучников цвет оперения определяют два несцепленных гена. Доминантный аллель одного гена определяет жёлтый цвет перьев, а доминантный аллель другого гена – голубой цвет. Наличие в генотипе доминантных аллелей обоих генов (в любых дозах) обуславливает зеленый цвет, а только рецессивных – белый цвет оперения.

А) При скрещивании зеленых попугайчиков между собой получено потомство из 55 зеленых, 18 жёлтых, 17 голубых и 6 белых птиц.

Определите, теоритическое количество гомозигот по обоим парам аллелей в потомстве.

Б) Зоопарк получил заказ на белых попугайчиков. Однако от скрещивания имеющихся зеленых и голубых особей не удалось получить белых птиц.

Определите генотипы имеющихся в зоопарке птиц.

Задача № 274. От скрещивания кур белых без хохла с курами белыми хохлатыми получены белые хохлатые цыплята. Во втором поколении кроме 39 белых хохлатых и 12 белых без хохла появились 4 рыжих птицы без хохла и 9 рыжих хохлатых.

Определите генотипы особей второго поколения.

Определите долю гетерозигот среди 39 белых хохлатых кур второго поколения.

Задача № 275. От скрещивания белых куриц с чёрными петухами в первом поколении все потомки были белыми, а в следующем поколении произошло расщепление: 163 белых и 34 чёрных.

Напишите схему скрещивания и объясните результаты скрещиваний.

Задача № 276. От скрещивания кур двух пород, одна из которых имела белое оперение и хохол, а другая – белое оперение без

хохла, в первом поколении все цыплята были белые хохлатые. Во втором поколении получено расщепление: 78 белых хохлатых, 8 рыжих без хохла, 24 белых без хохла, 18 рыжих хохлатых.

*Определите тип наследования окраски и хохлатости.
Напишите схему скрещивания.*

Задача № 277. У некоторых пород кур цвет оперения зависит от взаимодействия двух генов. Доминантный аллель одного гена определяет наличие цветного оперения, а его рецессивный аллель – белого. Доминантный аллель другого гена подавляет образование пигмента. Куры, в генотипе которых присутствует этот аллель, а также куры, гомозиготные по рецессивному аллелю первого гена, имеют белое оперение. Белого петуха скрестили с двумя курами. При скрещивании с белой курицей получено потомство, $\frac{7}{8}$ которого имеет белое оперение и $\frac{1}{8}$ – цветное, а при скрещивании с пигментированной курицей $\frac{5}{8}$ потомков имеет белое оперение и $\frac{3}{8}$ – цветное.

Определите генотипы петуха и кур родительского поколения, потомства от двух скрещиваний.

Задача № 278. У кур доминантные аллели двух генов в отдельности детерминируют развитие розовидного и гороховидного гребня. Вместе они определяют развитие ореховидного гребня. При наличии в генотипе только рецессивных аллелей обоих генов образуется простой листовидный гребень. От скрещивания петуха с розовидным гребнем и курицы с ореховидным получено потомство, $\frac{3}{8}$ которого обладает ореховидным гребнем, $\frac{3}{8}$ – розовидным, $\frac{1}{8}$ гороховидным и $\frac{1}{8}$ простым.

Определите генотипы родителей и потомства.

Задача № 279. Цвет оперения у кур детерминирован двумя несцепленными генами. Доминантный аллель одного гена определяет цветное оперение, рецессивный – белое. Доминантный аллель другого гена подавляет фенотипическое действие доминантного аллеля первого гена, а рецессивный не имеет собственного фенотипического выражения.

А) От скрещивания белых кур получено потомство из 1680 цыплят, 315 из которых имели цветное оперение, остальные белое.

Определите генотипы родителей и цветных цыплят.

Б) На птицеферме скрестили белых кур с цветными и получили

5050 белых цыплят и 3033 цветных.

Определите генотипы родителей и потомства.

В) От скрещивания белых и цветных кур получено 915 цветных и 916 белых цыплят.

Определите генотипы родителей и потомства.

Задача № 280. У кур С и О – доминантные аллели окрашенности оперения (чёрной и пестрой окраски), I – доминантный аллель – ингибитор окраски. Генотипы пород: белый леггорн – ССООИ, белый виандот – ссООИ, белая шелковистая – ССooИ.

Определите потомков первого и второго поколения от скрещиваний между этими породами.

Задача № 281. Лошади с генотипом ААвв и Аавв имеют чёрную масть, с генотипом аавв – рыжую масть, с генотипом ААВВ, ААВв, АаВв, ааВв – серую масть.

Определите типы взаимодействия между аллелями А и а, А и В, В и а.

Определите, какой масти будет потомство от скрещивания лошадей с генотипами АаВв.

Задача № 282. У лошадей доминантный аллель (В) одного гена определяет вороной цвет шерсти, а рецессивный аллель этого же гена (b) – рыжий. Доминантный аллель (А) другого гена подавляет фенотипический эффект аллелей В и b. Лошади, в генотипе которых присутствует аллель А имеют серую шерсть. Рецессивный аллель эпистатического гена не имеет своего собственного фенотипического проявления.

Определите расщепление по цвету среди потомков от скрещивания двух серых дигетерозиготных лошадей.

Определите генотип жеребца от скрещивания серого жеребца с несколькими гетерозиготными вороными кобылами получено потомство, 1/2 которого составили серые жеребята, 3/8 – вороные и 1/8 – рыжие.

Задача № 283. Масть лошадей контролируют три не сцепленных неаллельных гена. Различным мастям соответствуют следующие генотипы: А_В_Е_ – саврасая; А_bbее – соловая; А_В_ее – мышастая; ааВ_ее – бурая; ааВ_Е_ – гнедая; аabbЕ_ – буланая; А_bbЕ_ – булано-

саврасая; aabbee – рыжая.

Определите расщепление по фенотипу среди потомков от скрещивания рыжих и тригетерозиготных саврасых лошадей.

Определите масти жеребят среди многочисленных потомков от скрещивания бурых и булано-саврасых лошадей, если в потомстве есть рыжий жеребенок.

Задача № 284. Овцы одной породы имеют длину шерсти в среднем 40 см, а другой – 10 см. Допустим, что различия между породами зависят от комбинации аллелей трех полимерных генов.

Определите фенотип гибридных овец первого и второго поколений.

Определите долю каждого фенотипического класса.

Задача № 285. Цвет шерсти у мышей определяют два не сцепленных гена. Доминантный аллель первого гена обуславливает серый цвет, рецессивный аллель – чёрный. Рецессивный аллель второго гена подавляет фенотипическое проявление аллелей первого гена, а доминантный аллель не является эпистатическим.

Определите генотип родителей и потомства, если при скрещивании серых мышей получено 82 серых, 35 белых, 27 чёрных особей.

Определите генотипы родителей и потомства, если при скрещивании серых мышей получено 58 серых и 19 чёрных особей.

Задача № 286. От скрещивания белых морских свинок с чёрными потомство получилось серое, а в следующем поколении наблюдалось расщепление на 44 серых, 16 чёрных и 19 белых свинок.

Напишите схему скрещивания и объясните результаты скрещиваний.

Задача № 287. В 1933 году Паркхерст и Вильсон вывели новую породу кроликов «сиреневый рекс». В своей работе они учитывали четыре гена (8 аллелей): А – агути (неравномерное распределение пигмента по длине волоса и телу), а – не агути (равномерное распределение пигмента по длине волоса и телу); В – чёрный цвет волоса, b – шоколадный цвет волоса; D – интенсивная пигментация, d – ослабленная пигментация (у гомозигот dd чёрный цвет шерсти ослаблен до голубого, шоколадный – до сиреневого); Р – нормальная длина волоса, р – короткая шерсть без жёсткого длинного остевого

волоса, только с мягкой подпушью (рекс). Селекционеры скрестили гомозиготных кастор-рекс (чёрные кролики агути с короткой шерстью) с гомозиготными сиреневыми кроликами не агути с шерстью нормальной длины. 38 животных первого поколения имели все доминантные признаки. Второе поколение состояло из пятисот двадцати четырёх особей.

Определите генотип исходных, родительских особей.

Определите классы по фенотипу во втором поколении.

Определите шанс получения у селекционеров уже в этом поколении желаемого сиреневого рекса не агути.

Задача № 288. У кроликов для развития чёрной окраски необходимо взаимодействие доминантных аллелей генов А и В. В отсутствие аллеля А кролики имеют коричневую окраску, в отсутствие аллеля В – желтую, в отсутствие доминантных аллелей обоих генов – оранжевую окраску. При скрещивании жёлтых кроликов с коричневыми все потомки получились чёрными. При скрещивании чёрных кроликов во втором поколении было получено 60 чёрных, 19 коричневых, 16 жёлтых и 8 оранжевых кроликов.

Напишите схему скрещивания и объясните результаты скрещиваний.

Задача № 289. Уши кроликов породы баран имеют длину 40 см, которая зависит от присутствия в генотипе только доминантных аллелей двух несцепленных неаллельных генов. Беспородные кролики имеют уши длиной 20 сантиметров, что обусловлено сочетанием в их генотипе только рецессивных аллелей этих генов.

Определите расщепление по длине ушей среди гибридов второго поколения от скрещивания кроликов породы баран с беспородными кроликами.

Задача № 290. От скрещивания белых и голубых кроликов в первом поколении получено 28 чёрных крольчат, а во втором поколении 67 чёрных, 27 голубых и 34 белых.

Определите количество генов, детерминирующих цвет шерсти у кроликов.

Определите генотипы родителей и потомства.

Задача № 291. При скрещивании крольчихи с шерстью нормальной длины чёрного цвета с белым короткошерстным самцом в

первом поколении все крольчата имели признаки матери. Среди крольчат второго поколения произошло расщепление: 31 с чёрной шерстью нормальной длины, 9 с голубой шерстью нормальной длины, 13 с белой шерстью нормальной длины, 8 с чёрной короткой шерстью, 3 с голубой короткой шерстью, 4 с белой короткой шерстью.

Определите генотипы родителей, потомков первого и второго поколений.

Определите генетическую детерминацию признаков.

Задача № 292. От скрещивания чёрных крыс с белыми в первом поколении все потомки были белыми, а во втором поколении было получено 76 белых, 29 чёрных и 8 серых крыс.

Напишите схему скрещивания и объясните результаты скрещиваний.

Задача № 293. От скрещивания чёрных собак породы кокер-спаниель получено потомство 4 мастей: 34 чёрных собаки, 13 рыжих собак, 11 коричневых собак и 4 светло-жёлтых собаки.

Напишите схему скрещивания и объясните результаты скрещиваний.

Чёрный кокер-спаниель был скрещен со светло-жёлтым. От этого скрещивания в помете был светло-жёлтый щенок.

Установите соотношение мастей в потомстве от скрещивания этого же чёрного кокер-спаниеля с собакой одинакового с ним генотипа.

Задача № 294. После скрещивания собак с коричневой и с белой шерстью получено большое число белых щенков. В потомстве от многочисленных скрещиваний гибридов первого поколения между собой оказалось 60 белых, 16 чёрных и 5 коричневых особей.

Определите генотипы родителей и потомков.

Объясните результат скрещивания белых и чёрных гомозиготных собак.

Задача № 295. От скрещивания собак с окраской агути (каждая шерстинка разделена на несколько цветовых зон: основную зону и зону кончиков шерсти, при этом получается так называемая зонарность окраса) между собой было получено расщепление: 86 собак

агути, 34 чёрных собак и 42 кофейных собаки. Определите тип наследования и написать схему скрещивания. Скрестив полученных собак агути с полученными чёрными собаками, получили следующее потомство: $\frac{3}{8}$ собак с окраской агути, $\frac{3}{8}$ собак с чёрной окраской и $\frac{2}{8}$ собак с кофейной окраской.

Определите генотипы скрещиваемых животных и их потомков.

Задача № 296. У разводимых в звероводческих хозяйствах норок (семейство куньи, или куньицевые) цвет меха контролируют два несцепленных неаллельных гена. Доминантные аллели обоих генов определяют коричневый цвет меха, а рецессивные – платиновый.

Установите скрещивания, при которых от норок разного цвета все потомство окажется коричневым.

Задача № 297. Скрестили норку двух линий с бежевым и серым цветом шерсти. Гибриды первого поколения имели коричневый мех. Во втором поколении произошло расщепление: 14 серых, 46 коричневых, 5 кремовых, 16 бежевых норок.

Объясните появление в первом поколении норки с коричневой шерстью, а во втором – с кремовой.

Установите потомство от скрещивания коричневых норок из первого поколения с кремовыми.

Задача № 298. Синтез интерферона (белок, выделяемый клетками организма в ответ на вторжение вируса) у человека определяет сочетание 2 доминантных аллелей, один из которых находится во 2 хромосоме, а другой – в 5 хромосоме. Присутствие в генотипе доминантного аллеля только одного гена или их отсутствие определяет неспособность синтезировать интерферон.

Определите вероятность рождения ребенка, не способного синтезировать интерферон в семье, где оба родителя гетерозиготны по данным генам.

Задача № 299. У человека антигены системы АВО находятся не только в эритроцитах, но и в других клетках тела. У части людей (секреторы) водорастворимые формы этих антигенов выделяются со слюной и другими жидкостями. У другой части людей (несекреторы), в слюне и других выделениях этих антигенов нет. АВО – группы крови, детерминированы аллелями I^o , I^A , I^B , а наличие антигенов А и В в

слюне – доминантным аллелем *Se*. *Secretor* – в этом случае для обозначения гена применяется символ, состоящий из двух букв *Se*. Рецессивный ген – несекретор обозначается символом – *se*.

А) Родители не выделяют антигенов А и В в слюне, их генотипы $I^A I^B se se$ и $I^O I^O Se se$.

Определите вероятность рождения ребенка, выделяющего антиген А в слюне.

Б) При исследовании крови и слюны четырех членов семьи установлено: мать имеет антиген В в эритроцитах, но не содержит его в слюне; отец имеет антиген А в эритроцитах и слюне; первый ребенок содержит антигены А и В в эритроцитах, но не содержит их в слюне; второй ребенок имеет I группу крови.

Определите генотипы родителей и детей.

Задача № 300. В научной литературе описан «Бомбейский феномен». В семье, где отец имел кровь первой группы, а мать третьей, родилась девочка с кровью первой группы. Она вышла замуж за мужчину с кровью второй группы, и у них родились две девочки: первая – с кровью четвертой группы, вторая – первой. Появление в третьем поколении девочки с кровью четвертой группы вызвало недоумение. Некоторые генетики склонны объяснять это явление наличием в генотипе рецессивного аллеля редкого эпистатического гена, способного подавлять действие аллелей, определяющих вторую и третью группы крови. Принимая эту гипотезу:

Установите вероятные генотипы индивидов всех трех поколений.

Определите вероятность рождения детей с кровью первой группы в семье первой дочери из третьего поколения, если она выйдет замуж за мужчину с таким же генотипом, как у нее.

Задача № 301. У человека имеется несколько форм наследственной близорукости. Умеренная форма (от $-2,0$ до $-4,0$) и высокая (выше $-5,0$) передаются как доминантные не сцепленные между собой признаки. В семье, где мать была близорукой, а отец имел нормальное зрение, родились дочь и сын. У дочери оказалась умеренная форма близорукости, а у сына высокая. Следует иметь в виду, что у людей, имеющих гены обеих форм близорукости, проявляется только одна – высокая.

Определите вероятность рождения следующего ребенка без

аномалий, если известно, что у матери близорукостью страдал только один из родителей.

Задача № 302. Рост человека контролируют несколько пар аллелей несцепленных полимерных генов. Если пренебречь факторами среды и допустить, что рост контролируют лишь три гена, то самые низкорослые люди будут иметь только рецессивные аллели и рост 150 см, а самые высокие – только доминантные аллели и рост 180 см.

Определите рост людей, гетерозиготных по всем трем парам аллелей.

4. ПЕНЕТРАНТНОСТЬ И ЭКСПРЕССИВНОСТЬ

Задача № 303. Арахнодактилия («паучьи пальцы») детерминирована доминантным аллелем аутосомного гена с 30% пенетрантностью, умение владеть левой рукой – рецессивным аллелем аутосомного гена со 100% пенетрантностью.

Определите вероятность рождения левши с арахнодактилией в семье, где родители являются гетерозиготами по обеим парам аллелей.

Задача № 304. Кареглазый мужчина, страдающий ретинобластомой (злокачественная опухоль глаза), мать которого была голубоглазой и происходила из благополучной в отношении ретинобластомы семьи, а отец – кареглазым и страдал ретинобластомой, женился на голубоглазой женщине, все предки которой были здоровыми.

Определите вероятность появления в этой семье голубоглазых детей с ретинобластомой, если пенетрантность её гена – 60%.

Задача № 305. Подагру¹⁰ детерминирует доминантный аллель аутосомного гена, пенетрантность которого у мужчин равна 20%, а у женщин – 0%.

Определите вероятность развития болезни у мужчины, если его родители гетерозиготы.

Определите вероятность развития болезни у обоих сыновей в семье, где один из родителей гетерозиготен, а другой гомозиготен по рецессивному аллелю.

Задача № 306. Черепно-лицевой дизостоз (преждевременное заращение черепных швов, незаращение большого родничка) детерминирован доминантным аллелем аутосомного гена, пенетрантность которого равна 50%.

Определите вероятность рождения больных детей в семье, где один из родителей гетерозиготен, а другой гомозиготен по рецессивному аллелю.

¹⁰ Моногенное по происхождению заболевание, которое характеризуется отложением в различных тканях организма кристаллов уратов в форме моноурата натрия или мочевой кислоты.

Задача № 307. Синдром Ван дер Хеве детерминирован доминантным аллелем аутосомного гена с плейотропным эффектом. Основными симптомами заболевания являются хрупкость костей, врожденная глухота, голубая склера. Голубую склеру имеют 100% обладателей мутантного аллеля, хрупкие кости – 63%, глухота характерна для 60%. Мужчина с голубой склерой и нормальным слухом, но без признаков хрупкости костей вступил в брак со здоровой женщиной из благополучной в отношении синдрома семьи.

Определите вероятность рождения детей с хрупкими костями, если известно, что у мужчины признаками синдрома обладал только один из родителей.

Задача № 308. По данным шведских ученых одна из форм шизофрении детерминирована доминантным аллелем аутосомного гена, пенетрантность которого у гомозигот составляет 100%, а у гетерозигот – 20%.

Определите вероятность рождения больных детей в семье, где один из супругов гетерозиготен, а другой гомозиготен по рецессивному аллелю.

Задача № 309. Карий цвет глаз – доминантный признак. Ретинобластома, злокачественная опухоль глаза, развивается при наличии в генотипе доминантного аллеля одного из аутосомных генов с пенетрантностью 60%.

Вычислить вероятность рождения голубоглазых детей, у которых может развиваться ретинобластома и здоровых кареглазых детей в семье, где родители являются дигетерозиготами.

Задача № 310. Ангиоматоз (резкое расширение и новообразование сосудов сетчатки, дегенерация нервных элементов сетчатки) возникает при наличии в генотипе доминантного аллеля аутосомного гена, пенетрантность которого равна 50%.

Определите вероятность того, что у носителей этого аллеля ребенок будет здоров.

5. СЦЕПЛЕННОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ

Алгоритм решения задачи на сцепленное с полом наследование

Задача (пример). У человека ген нормального слуха (В) доминирует над геном глухоты (b) и находится в аутосоме; ген цветовой слепоты (дальтонизма – d) рецессивный и сцеплен с X-хромосомой. В семье, где мать страдала глухотой, но имела нормальное цветовое зрение, а отец – с нормальным слухом (гомозиготен), дальтоник, родилась девочка с нормальным слухом, но дальтоник. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родителей, дочери, возможные генотипы детей и их соотношение. Какие закономерности наследования проявляются в данном случае?

Алгоритм решения задачи представлен в таблице 7.

Таблица 7

Алгоритм решения задачи на сцепленное с полом наследование

P	♀ bbX^DX^d	×	♂ BBX^dY
G	bX^D, bX^d		BX^d, BY
F₁	BbX^DX^d – девочка с нормальным слухом и зрением 25%; BbX^dX^d – девочка с нормальным слухом, дальтоник 25%; BbX^DY – мальчик с нормальным слухом и зрением 25%; BbX^dY – мальчик с нормальным слухом и зрением 25%.		

Ответ. Генотип матери – bbX^DX^d, генотип отца – BBX^dY, генотипы детей BbX^DX^d, BbX^dX^d, BbX^DY, BbX^dY в соотношении 1/4:1/4:1/4:1/4. Проявляется закон независимого наследования признаков и сцепленного с полом наследования признака

Задача № 311. В лаборатории скрещивали красноглазых самок дрозофилы с красноглазыми самцами. В потомстве оказалось 69 красноглазых и белоглазых самцов и 71 красноглазая самка.

Определите генотипы родителей и потомства, если известно, что красный цвет глаз доминирует над белым, а ген, детерминирующий цвет глаз находится в X-хромосоме.

Задача № 312. От скрещивания между собой красноглазых длиннокрылых дрозофил получено следующее потомство: $\frac{3}{4}$ красноглазых длиннокрылых и $\frac{1}{4}$ красноглазых с зачаточными крыльями самок; $\frac{3}{8}$ красноглазых длиннокрылых, $\frac{3}{8}$ белоглазых длиннокрылых, $\frac{1}{8}$ красноглазых с зачаточными крыльями, $\frac{1}{8}$ белоглазых с зачаточными крыльями самцов.

Определите наследование признаков, объясните их генетическую детерминацию и укажите генотипы родителей.

Задача № 313. Гомозиготную самку дрозофилы с жёлтым телом (y) и нормальными крыльями (vg+) скрестили с гомозиготным самцом, имеющим серое тело (y+) и зачаточные крылья (vg). В потомстве все самки получились серыми с нормальными крыльями, а все самцы – жёлтыми с нормальными крыльями.

Определите наследование признаков, объясните их генетическую детерминацию и укажите генотипы родителей.

Задача № 314. Один любитель птиц из города Таганрога (С.В. Максимов), спаривая коричневую с хохолком канарейку с зеленым самцом без хохолка, получил потомство в соотношении: 2 зеленые хохлатые самки, 1 коричневый хохлатый самец и 1 коричневый без хохолка самец.

Определите генотипы родителей, учитывая, что наличие хохолка аутосомный признак.

Задача № 315. У канареек аллели сцепленного с X-хромосомой гена детерминируют цвет оперения: В – зеленый, а b – коричневый. Наличие хохолка (С) или его отсутствие (с) детерминируют аллели аутосомного гена. Зеленого хохлатого кенара скрестили с коричневой самкой без хохла. Канарейки первого поколения все имели хохол.

Определите цвет оперения первого поколения.

Определите, каким будет второе поколение, если допустить, что кенар из родительского поколения был гомозиготен по доминантному аллелю В.

Задача № 316. У некоторых пород кур полосатое оперение доминирует над белым. Эти признаки детерминированы парой аллелей сцепленного с X-хромосомой гена. Гетерогаметный пол у кур женский.

А) На птицеферме белых кур скрестили с полосатыми петухами и получили полосатое оперение, как у петухов, так и у кур. Полосатых птиц нового поколения скрестили между собой и получили 594 полосатых петуха и 607 полосатых и белых кур.

Определите генотипы родителей и потомков первого и второго поколений.

Б) При скрещивании полосатых петухов и белых кур получено 40 полосатых петухов и кур и 38 белых петухов и кур.

Определите генотипы родителей и потомства.

Задача № 317. Селекционеры в некоторых случаях могут определить пол только что вылупившихся цыплят по цвету. Серебристое оперения детерминировано доминантным аллелем. У кур гетерогаметным является женский пол.

Определите однозначно генотипы родителей, если известно, что аллели одного гена, определяющие золотистое и серебристое оперение, сцеплены с X-хромосомой.

Задача № 318. У птиц гетерогаметным является женский пол. Полосатое оперение обусловлено доминантным аллелем сцепленного с X-хромосомой гена, а наличие гребня – доминантным аллелем аутосомного гена. Скрестили полосатых петуха и курицу, имеющих гребешки и получили двух цыплят: полосатого петушка с гребешком и не полосатую курочку без гребешка.

Определите генотипы родителей и потомства.

Задача № 319. Чёрного темнокожего петуха с розовидным гребнем скрестили с полосатой темнокожей курицей, имеющей листовидный гребень. Среди цыплят 12 полосатых темнокожих петушков, 4 полосатых белокожих петушка, 10 чёрных темнокожих курочек и 4 чёрные белокожие курочки. Все цыплята с розовидным гребнем.

Определите генотипы родителей.

Задача № 320. У кур породы плимутрок доминантный аллель серой окраски оперения (B) локализован в Z-хромосоме. Его рецессивный аллель (b) вызывает чёрную окраску оперения.

Определите фенотипы и генотипы петушков и курочек, полученных: а) от спаривания серой курицы с чёрным петухом; б) от спаривания гомозиготного серого петуха с чёрной курицей; в) от

спаривания гетерозиготного серого петуха с чёрной курицей.

Задача № 321. У кур рецессивный аллель одного сцепленного с полом гена вызывает гибель цыплят до вылупления. От скрещивания нормальной курицы с гетерозиготным петухом получено 120 живых цыплят.

Определите теоретически ожидаемое число самцов и самок среди них.

Задача № 322. После скрещивания породистого курчавоперого петуха с зелеными ногами с породистыми курами, имевшими нормальное оперение и жёлтые ноги, в первом поколении все петушки оказались курчавоперыми с жёлтыми ногами, а курочки – курчавоперыми с зелеными ногами. Во втором поколении появились курочки и петушки четырех фенотипов: 73 курчавоперые с жёлтыми ногами, 71 курчавоперые с зелеными ногами, 21 с нормальным оперением и жёлтыми ногами, 18 с нормальным оперением и зелеными ногами.

Определите детерминацию и наследование признаков.

Определите генотипы родителей и потомков двух поколений.

Задача № 323. У бронзовых индеек вибрация (дрожание) тела передается геном, сцепленным с полом. При спаривании вибрирующих индюков и нормальных самок в потомстве все самки были вибрирующими, а самцы – нормальными.

Определите, какой из двух признаков доминирует, установите генотипы родителей.

Задача № 324. У индеек бронзовой породы наблюдается наследственный признак своеобразного дрожания («вибрирование»), обусловленный рецессивным аллелем гена V , сцепленным с полом. Жизнеспособность такой птицы нормальная. При спаривании нормальной индейки с «вибрирующим» индюком получено 36 потомков. Все потомки женского пола аномальны, а потомки мужского пола нормальны.

Определите генотипы потомков и объясните распределение аномалии по полу.

Задача № 325. У овец аллель K^1 обуславливает комолость (безрогость), а аллель K – рогатость. Доминирование этой пары аллелей

зависит от пола. У баранов рогатость доминирует над комолостью, а у овец – комолость над рогатостью.

Определите:

а) расщепление в потомстве при скрещивании рогатой овцы с комолым бараном; наследование признака (отца или матери) для дочери и сыновей;

б) расщепление в потомстве от скрещивания рогатого барана с комолой овцой, если оба родителя гомозиготны; наследование признака (отца или матери) для сыновей и дочери;

в) расщепление в потомстве от скрещивания гетерозиготного рогатого барана с гетерозиготной комолой овцой.

Задача № 326. Окрас кошки (шерсти, кожи и глаз) обусловлен присутствием пигмента меланина. Меланин находится в виде микроскопических гранул, которые различаются по форме, размеру и количеству, что и вызывает различия в окрасе. Существует две разновидности меланина: эумеланин (eumelanin) и феомеланин (phaeomelanin). Гранулы эумеланина сферические и поглощают почти весь свет, давая чёрную пигментацию. Гранулы феомеланина продолговатые (эллипсоидной формы), и отражают свет в красно-желто-оранжевом диапазоне. Эумеланин отвечает за чёрный окрас (и его производные – шоколадный, циннамон, голубой, лиловый, фавн), а феомеланин – за красный (кремовый). Гены, которые отвечают за проявление красного (O – Orange) или чёрного (o – не Orange), расположены в X-хромосоме, то есть наследование окраса сцеплено с полом. Гетерозиготные особи, это практически всегда кошки, а не коты, имеют черепаховую окраску (случайные пятна по всему телу рыжего и чёрного цветов). Мозаицизм по цвету шерсти обусловлен инактивацией отцовской или материнской X-хромосомы в разных группах клеток на ранней стадии эмбрионального развития.

Определите вероятность получения в потомстве черепаховых котят от скрещивания черепаховой кошки с чёрным котом.

Определите потомство от скрещивания чёрной кошки с рыжим котом.

Объясните факт крайне редкого рождения черепаховых котят.

Задача № 327. Распространенный тип облысения определяется аллелем аутосомного гена, доминантным у мужчин и рецессивным у женщин. Нормальный мужчина женится на лысой женщине и у них

рождается рано облысевший сын.

Определите генотипы всех членов семьи.

Задача № 328. Допустим, что у человека плешивость доминирует над отсутствием таковой у мужчин, а у женщин она рецессивна. Кареглазый, не плешивый мужчина, правша, женился на кареглазой не плешивой левше. У них родилось трое детей: плешивый кареглазый сын – правша, не плешивая голубоглазая дочь – правша, и не плешивый кареглазый сын – левша.

Определите генотипы родителей и детей.

Задача № 329. Гипертрихоз (присутствие волос на ушной раковине) наследуется сцеплено с Y-хромосомой.

Вычислить вероятность рождения детей с этой аномалией в семье, где отец страдает гипертрихозом.

Задача № 330. Гипертрихоз наследуется как сцепленный с Y-хромосомой признак, а полидактилия является доминантным аутосомным признаком. В семье, где отец имел гипертрихоз, а мать – полидактилию, родилась дочь без аномальных признаков.

Определите вероятность того, что следующий ребенок в этой семье будет также без аномалий.

Задача № 331. Гипертрихоз наследуется как сцепленный с Y-хромосомой признак, который проявляется лишь к 17 годам. Одна из форм ихтиоза является рецессивным сцепленным с X-хромосомой признаком. В семье, где женщина здорова, а муж является обладателем только гипертрихоза, родился мальчик с признаками ихтиоза.

Определите вероятность проявления у этого мальчика гипертрихоза.

Определите вероятность рождения в этой семье детей без аномалий и определите пол детей.

Задача № 332. Женщина-дальтоник вышла замуж за мужчину с волосатыми ушами (гипертрихоз).

Определите наследование заболеваний детьми, если рецессивный аллель дальтонизма локализован в X-хромосоме, а аллель волосатых ушей в Y-хромосоме.

Задача № 333. Гипоплазия зубной эмали является доминантным признаком и наследуется сцеплено с X-хромосомой. В семье, где оба родителя страдали отмеченной аномалией, родился сын с нормальными зубами.

Определите наследование заболевания вторым сыном.

Задача № 334. Классическая гемофилия является рецессивным сцепленным с X-хромосомой признаком.

а) Мужчина, больной гемофилией, женился на женщине, не имеющей этого заболевания. У них родились здоровые дочери и сыновья, которые вступили в брак с не страдающими гемофилией лицами.

Определите появление гемофилии у внуков и вычислите вероятность появления больных в семьях дочерей и сыновей.

б) Мужчина, больной гемофилией, вступил в брак со здоровой женщиной, отец которой страдает гемофилией.

Определите вероятность рождения в этой семье здоровых детей.

Задача № 335. У человека рецессивный аллель локализованного в X-хромосоме гена определяет развитие одной из форм цветовой слепоты или дальтонизм.

А) Девушка, имеющая нормальное зрение, отец которой был дальтоником, вышла замуж за нормального мужчину, отец которого также страдал цветовой слепотой.

Определите наследование дальтонизма у детей от этого брака.

Б) Мужчина и женщина с нормальным цветовосприятием имеют: сына-дальтоника, у которого есть дочь с нормальным зрением; дочь, хорошо различающую все цвета и имеющую одного сына с нормальным зрением и одного сына – дальтоника; дочь с нормальным зрением, имеющую пятерых сыновей с нормальным зрением.

Установите генотипы родителей, детей и внуков.

Задача № 336. У супругов, обладающих способностью различать вкус фенилтиокарбамида и не страдающих дальтонизмом, родился сын – дальтоник, не различающий вкуса фенилтиокарбамида. У человека способность различать вкус фенилтиокарбамида определяется доминантным аутосомным геном, а дальтонизм – рецессивным геном, сцепленным с X-хромосомой.

Вычислите вероятность рождения в данной семье ребенка с

дальтонизмом (выразить в процентах).

Определите фенотипы среди дочерей и сыновей этой семьи.

Задача № 337. Аравийский шейх Махмуд, владелец нефтяных месторождений, был альбиносом и не имел потовых желёз. Его сын Джалиль и дочь Лейла имеют нормальный фенотип. После смерти Махмуда управление фирмы на себя взял его младший брат Анис (тоже альбинос без потовых желёз), но наследником фирмы он не является. Согласно завещанию, оставленному Махмудом, все имущество должен получить тот из его детей, у которого родится девочка-альбинос без потовых желёз. По совету своей матери Лейла вышла замуж за своего дядю Аниса, а Джалиль женился на его фенотипически нормальной дочери Сауд.

Вычислите шансы на получение наследства, учитывая, что альбинизм является аутосомным признаком, а отсутствие потовых желёз (ангидротическая эктодермальная дисплазия) сцепленным с X-хромосомой. Оба признака рецессивны.

Задача № 338. Кареглазая женщина, обладающая нормальным цветовым зрением, отец которой имел голубые глаза и страдал дальтонизмом, вышла замуж за голубоглазого мужчину, имеющего нормальное цветовосприятие.

Определите, каких детей можно ожидать от этой пары, если известно, что карие глаза – аутосомный доминантный признак, а дальтонизм – рецессивный сцепленный с X-хромосомой.

Задача № 339. Потемнение зубов определяют доминантные аллели двух генов, один из которых аутосомный, а второй сцеплен с X-хромосомой. В семье, где родители имеют темные зубы, родились девочка и мальчик с нормальным цветом зубов.

Определите вероятность рождения в этой семье ребенка без аномалии, если установлено, что темные зубы матери обусловлены только аллелем сцепленным с X-хромосомой гена, а темные зубы отца – только аллелем аутосомного гена.

Задача № 340. Одна из форм агаммаглобулинемии (Болезнь Брутона) детерминирована рецессивным аллелем аутосомного гена, а другая – рецессивным аллелем гена, локализованного в X-хромосоме.

Определите вероятность рождения больных детей в семье, где

мать гетерозиготна по обоим генам, а отец здоров и имеет лишь доминантные аллели этих генов.

Задача № 341. У человека дальтонизм обусловлен рецессивным аллелем сцепленного с X-хромосомой гена. Талассемия – аутосомный не полностью доминантный признак. У гомозигот развивается часто тяжелая, смертельная форма заболевания, у гетерозигот менее тяжелая. Женщина с нормальным цветовосприятием, но с легкой формой талассемии в браке со здоровым мужчиной, но дальтоником, имеет сына – дальтоника с легкой формой талассемии.

Установите вероятность рождения в этой семье сына без аномалий.

Задача № 342. У человека классическая гемофилия является рецессивным наследуемым с X-хромосомой признаком. Альбинизм обусловлен рецессивным аллелем аутосомного гена. У одной здоровой супружеской пары родился сын с обеими аномалиями.

Определите вероятность того, что у другого сына в этой семье также проявятся обе аномалии.

Задача № 343. Пигментный ретинит (наследственное, дегенеративное заболевание глаз) детерминирован рецессивным и доминантным аллелями двух разных аутосомных генов и рецессивным аллелем сцепленного с X-хромосомой гена.

Определите вероятность рождения больных детей в семье, где мать больна пигментным ретинитом и является гетерозиготной по всем трем генам, а отец здоров и гомозиготен.

Задача № 344. Женщина правша с карими глазами и нормальным зрением вышла замуж за мужчину правшу голубоглазого и дальтоника. У них родилась голубоглазая дочь – левша и дальтоник. Известно, что карий цвет глаз и преимущественное владение правой рукой – доминантные аутосомные, не сцепленные между собой признаки, а дальтонизм – рецессивный, сцепленный с X-хромосомой признак.

Определите вероятность того, что следующий ребенок в этой семье будет левшой и будет страдать дальтонизмом.

Установите наследование цвета глаз больными детьми.

Задача № 345. У здоровых родителей с кровью второй группы родился сын – гемофилик с кровью первой группы. Гемофилия наследуется как сцепленный с X-хромосомой признак.

Определите вероятность рождения здорового ребенка.

Задача № 346. Мужчина с голубыми глазами и нормальным зрением, оба родителя которого имели серые глаза и нормальное зрение, женился на нормальной по зрению женщине с серыми глазами. Родители женщины имели серые глаза и нормальное зрение, а голубоглазый брат был дальтоником. От этого брака родилась девочка с серыми глазами и нормальным зрением и два голубоглазых мальчика, один из которых оказался дальтоником.

Определите генотипы всех членов этой семьи, учитывая, что дальтонизм сцеплен с X-хромосомой, рецессивный признак.

Определите вероятность рождения сероглазой дочери с нормальным зрением.

Задача № 347. Женщина с кровью второй группы и нормальной свертываемостью вышла замуж за здорового мужчину с кровью третьей группы. От этого брака родилось три ребенка: Катя – здоровая с кровью второй группы; Витя – здоровый с кровью первой группы; Глеб – гемофилик с кровью второй группы. Известно, что родители женщины были здоровы, мать имела кровь первой группы, отец – четвертой. У мужчины отец и мать были здоровы, имели кровь второй и третьей группы соответственно. Гемофилия детерминирована рецессивным аллелем сцепленного с X-хромосомой гена.

Определите генотипы всех членов семьи.

Объясните, от кого Глеб унаследовал гемофилию.

Задача № 348. Шестипалость – аутосомно-доминантный признак, а дальтонизм – рецессивный сцепленный с X-хромосомой признак. От брака шестипалого мужчины-дальтоника и здоровой женщины родился шестипалый сын-дальтоник и здоровая дочь.

Установите генотипы родителей и детей.

Задача № 349. У человека аниридия (вид слепоты, при котором наблюдается отсутствие радужной оболочки глаз) зависит от доминантного аллеля аутосомного гена (гомозиготы по данному аллелю погибают), а оптическая атрофия (другой вид слепоты) – от рецес-

сивного аллеля гена, локализованного в X-хромосоме. Мужчина с оптической атрофией и аниридией женился на здоровой девушке, гомозиготной по обеим парам аллелей.

Определите возможные фенотипы потомства от этого брака и их частоты.

Задача № 350. Гипоплазия зубной эмали – доминантный признак и наследуется сцеплено с X-хромосомой, шестипалость – аутосомный доминантный признак. В семье, где мать шестипалая, а у отца гипоплазия зубной эмали, родился пятипалый здоровый мальчик.

Определите генотипы всех членов семьи.

Объясните, почему сын не унаследовал доминантные признаки родителей.

Вычислите вероятность рождения в этой семье ребенка с двумя аномалиями.

Задача № 351. У человека альбинизм обусловлен рецессивным аллелем аутосомного гена. Ангидротическая эктодермальная дисплазия (отсутствие потовых желёз) – сцепленный с X-хромосомой рецессивный признак. У одной здоровой супружеской пары родился сын с обеими аномалиями.

Вычислите вероятность того, что вторым ребенком в семье будет нормальная девочка.

Вычислите вероятность того, что следующим ребенком будет нормальный сын.

Задача № 352. Специфическая форма рахита, не поддающаяся лечению витамином D, сопровождается недостатком фосфора в крови. Среди детей от браков 14 мужчин, больных этой формой рахита, со здоровыми женщинами – 21 девочка и 16 мальчиков. Все девочки больны, все мальчики здоровы.

Определите тип наследования заболевания.

Алгоритм решения задачи на сцепленное наследование

Задача (пример). При скрещивании растения кукурузы с гладкими окрашенными семенами и растения с морщинистыми неокрашенными семенами все гибриды первого поколения имели гладкие окрашенные семена. От анализирующего скрещивания гибридов F₁

получено: 3800 растений с гладкими окрашенными семенами; 150 – с морщинистыми окрашенными; 4010 – с морщинистыми неокрашенными; 149 – с гладкими неокрашенными. *Определите генотипы родителей и потомства, полученного в результате первого и анализирующего скрещиваний. Составьте схему решения задачи. Объясните формирование четырёх фенотипических групп в потомстве от анализирующего скрещивания.*

Алгоритм решения задачи представлен в таблице 8.

Таблица 8

Алгоритм решения задачи на сцепленное наследование

Первое скрещивание		
P	<u>AB</u> AB Гладкие окрашенные	× <u>ab</u> ab Морщинистые неокрашенные
G	<u>AB</u>	<u>ab</u>
F₁	<u>AB</u> ab	
Анализирующее скрещивание		
P	<u>AB</u> ab	× <u>ab</u> ab
G	<u>AB</u> , <u>Ab</u> , <u>ab</u> , <u>ab</u>	<u>ab</u>
F₂	<u>AB</u> ab	Гладкие окрашенные семена (3800)
	<u>Ab</u> ab	Гладкие неокрашенные семена (149)
	<u>aB</u> ab	Морщинистые окрашенные семена (150)
	<u>ab</u> ab	Морщинистые неокрашенные семена (4010)

Ответ. Присутствие в потомстве двух групп особей с доминантными и рецессивными признаками примерно в равных долях, большой фенотипический класс (3800 и 4010), объясняется сцепленным наследованием признаков. Две другие фенотипические группы, малый фенотипический класс (149 и 150) образуются в результате кроссинговера между аллельными генами.

Задача № 353. У особи гамет DE и de в несколько раз больше, чем гамет De и dE.

Определите положение доминантных аллелей у дигетерозиготы DdEe (в цис-положении или транс-положении).

Задача № 354. Расстояние между генами A и D – 5%, между генами D и B – 6%.

Определите расстояние между генами A и B, если известно, что ген D лежит на конце хромосомы.

Задача № 355. Гены A, B, C и D составляют одну группу сцепления. Расстояние между генами A и D – 2%, между генами D и C – 5,5%, между C и B – 1,5%, а между A и B – 6%.

Составьте генетическую карту хромосомы.

Задача № 356. Гены A, B, C, D, E находятся в одной хромосоме. Расстояние между генами A и C – 2%, между B и C – 7%, между B и E – 3%, между D и E – 5%, между C и D – 9% и между A и B – 5%.

Составьте генетическую карту хромосомы и определите расстояние между генами A и D.

Задача № 357. В анализирующем скрещивании гетерозиготы AaBb были получены следующие результаты: AB – 903; Ab – 101; aB – 98; ab – 898.

По результатам анализирующего скрещивания определите фазу сцепления генов и расстояние между ними.

Задача № 358. В анализирующем скрещивании тригетерозиготы были получены следующие результаты: ABC – 255; ABc – 20; AbC – 128; Abc – 124; aBC – 136; aBc – 140; abC – 28; abc – 266.

По результатам анализирующего скрещивания определите фазу сцепления генов и расстояние между ними.

Задача № 359. В анализирующем скрещивании тригетерозиготы были получены следующие результаты: ABC – 84; ABc – 76; AbC – 82; Abc – 78; aBC – 86; aBc – 86; abC – 82; abc – 80.

По результатам анализирующего скрещивания определите фазу сцепления генов и расстояние между ними.

Задача № 360. В анализирующем скрещивании тригетерозиготы были получены следующие результаты: ABC – 71; ABc – 3; AbC – 14; Abc – 17; aBC – 18; aBc – 11; abC – 2; abc – 64.

По результатам анализирующего скрещивания определите фазу сцепления генов и расстояние между ними.

Задача № 361. В анализирующем скрещивании тригетерозиготы были получены следующие результаты: ABC – 126; ABc – 10; AbC – 64; Abc – 62; aBC – 68; aBc – 70; abC – 14; abc – 133.

По результатам анализирующего скрещивания определите фазу сцепления генов и расстояние между ними.

Задача № 362. В анализирующем скрещивании тригетерозиготы были получены следующие результаты: ABC – 0; ABc – 164; AbC – 2; Abc – 1; aBC – 2; aBc – 3; abC – 172; abc – 0.

По результатам анализирующего скрещивания определите фазу сцепления генов и расстояние между ними.

Задача № 363. В анализирующем скрещивании тригетерозиготы были получены следующие результаты: ABC – 29; ABc – 235; AbC – 27; Abc – 210; aBC – 239; aBc – 24; abC – 215; abc – 21.

По результатам анализирующего скрещивания определите фазу сцепления генов и расстояние между ними.

Задача № 364. В анализирующем скрещивании тригетерозиготы были получены следующие результаты: ABC – 1270; ABc – 95; AbC – 6; Abc – 68; aBC – 65; aBc – 7; авС – 86; abc – 1275.

По результатам анализирующего скрещивания определите фазу сцепления генов и расстояние между ними.

Задача № 365. В анализирующем скрещивании тригетерозиготы были получены следующие результаты: ABC – 151; ABc – 290; AbC – 37; Abc – 20; aBC – 21; aBc – 39; abC – 288; abc – 147.

По результатам анализирующего скрещивания определите фазу сцепления генов и расстояние между ними.

Задача № 366. В анализирующем скрещивании тригетерозиготы были получены следующие результаты: ABC – 19; ABc – 40; AbC – 289; Abc – 150; aBC – 148; aBc – 291; abC – 37; abc – 21.

По результатам анализирующего скрещивания определите фазу

сцепления генов и расстояние между ними.

Задача № 367. Установлено, что гены сцеплены и расположены в хромосоме в следующем порядке: А–В–С. Расстояние между А и В равно 8% кроссинговера, между В и С – 10%. Коэффициент совпадения (С) равен 0,6.

Вычислите ожидаемое соотношение фенотипов в потомстве от анализирующего скрещивания организма с генотипом АВс / аВс.

Задача № 368. Представлены 1 и 2 скрещивания (F₂):

1	+++	669	1	bcd	8
2	ab+	139	2	b++	441
3	a++	3	3	b+d	90
4	++c	121	4	+cd	376
5	+bc	2	5	+++	14
6	a+c	2280	6	++d	153
7	abc	658	7	+c+	64
8	+b+	2215	8	bc+	141

Установите порядок 4 генов и определите расстояние между генами.

Установите генотип гетерозиготного родителя.

Задача № 369. Представлено следующее расщепление в анализирующем скрещивании:

1	AbC	104	5	aBC	5
2	abc	180	6	Abc	5
3	aBc	109	7	abC	191
4	ABc	221	8	ABC	169

Определите генотип гетерозиготного родителя.

Определите частоту кроссинговера.

Определите порядок генов.

Задача № 370. Гаметы одного из родителей Ab, другого – aB.

Определите гаметы, которые образует возникший гибрид.

Определите соотношение гамет, если гены сцеплены и находятся на расстоянии 10%.

Задача № 371. Гены А и В сцеплены, и частота кроссинговера между ними составляет 20%,

Вычислите соотношение генотипов во втором поколении от скрещивания Ab/Ab и aB/aB .

Задача № 372. Гены А и В сцеплены, и частота кроссинговера между ними составляет 20%.

Вычислить соотношение генотипов от скрещивания AB/ab и AB/ab .

Задача № 373. Гены А и В сцеплены, частота кроссинговера между ними составляет 40%.

Определите, сколько появится в потомстве дигетерозиготы AB/ab при самоопылении её форм $aavv$ и $A-vv$.

Определите результат скрещивания при частоте кроссинговера 10%.

Задача № 374. Генотип особи $A/a BC/bc$. Гены В и С сцеплены, и частота кроссинговера между ними равна 40%.

Определите соотношение всех типов гамет, образуемых этим организмом.

Задача № 375. Гены А и В сцеплены, частота кроссинговера между ними составляет 10%, а ген С находится в другой группе сцепления.

Определите вид и соотношение гамет, которые будет образовывать гетерозиготы $AB/ab C/c$ и $Ab/aB C/c$.

Задача № 376. Тригетерозиготные клетки хламидомонады образовались в результате копуляции двух гаплоидных клеток с генотипом ABC и abc . Допустим, в потомстве тригетерозигот доля рекомбинантов по генам В и С составляет 20%, по генам А и С – 38%.

Вычислите типы дочерних клеток, которые могут возникнуть в результате мейоза.

Установите порядок расположения генов в хромосоме.

Задача № 377. Гладкая форма семян кукурузы и наличие пигмента антоциана в семенах – доминантные признаки. Морщинистые семена и отсутствие пигмента в них – рецессивные признаки. Форма и цвет семян наследуются сцеплено. После скрещивания двух растений, дигетерозиготного и гомозиготного по рецессивным аллелям,

получены потомки с разными семенами, из них: 4152 с окрашенными гладкими, 149 с окрашенными морщинистыми, 152 с неокрашенными гладкими, 4163 с неокрашенными морщинистыми.

Определите расстояние между генами, детерминирующими эти признаки.

Задача № 378. У кукурузы мучнистость эндосперма доминирует над восковидностью, фиолетовая окраска проростков – над зеленой. Гены, контролирующие эти признаки, сцеплены и находятся на расстоянии 12% друг от друга.

Определите фенотип и генотип для особи первого поколения от скрещивания двух генетически разных растений, каждое из которых было гомозиготным по доминантному аллелю одного гена и рецессивному аллелю другого гена.

Вычислите расщепление по фенотипу, которое произойдет среди потомков от анализирующего скрещивания гибридов первого поколения.

Задача № 379. У кукурузы аллель нормального содержания хлорофилла в проростках доминирует над аллелем отсутствия хлорофилла, аллель матовых листьев – над аллелем блестящих листьев, аллель нормальной фертильности – над аллелем пониженной фертильности. Все 3 гена находятся в одной хромосоме. Скрестили два растения кукурузы. Одно имеет бесхлорофилльные проростки, блестящие листья, пониженную фертильность; другое – проростки с нормальным содержанием хлорофилла, матовые листья, нормальную фертильность. Гибриды первого поколения имеют проростки с нормальным содержанием хлорофилла, матовые листья, нормальную фертильность. Эти гибриды скрещиваются с рецессивной родительской формой. Результаты анализирующего скрещивания следующие:

Фенотипы проростки	Листья	Фертильность	Число растений
Нормальные	Матовые	Нормальная	235
Нормальные	Блестящие	Пониженная	62
Нормальные	Матовые	Пониженная	40
Бесхлорофилльные	Матовые	Пониженная	4
Бесхлорофилльные	Блестящие	Пониженная	270
Нормальные	Блестящие	Нормальная	7
Бесхлорофилльные	Блестящие	Нормальная	48
Бесхлорофилльные	Матовые	Нормальная	70

Определите расстояние между генами и их порядок.

Задача № 380. И.А. Мюнтцинг приводит в книге Генетика (1967) хромосомные карты, всех 10 групп сцепления кукурузы. В одной из них расположены локусы генов, обуславливающие полосатые листья (*sr*), устойчивость к кобылкам (*ag*), мужскую стерильность (*ms*), окраску стерня початка (*p*). Расстояние между генами: ген *ag* дает 11% кроссоверных гамет с геном *ms*, 8% с геном *p*, 14% с геном *sr*. В свою очередь ген *ms* с геном *p* дает 3% кроссинговера, а с геном *sr* – 25%.

Постройте генетическую карту и определите местоположение каждого локуса.

Задача № 381. У сирени аллель махровости цветков доминирует над аллелем нормы, а аллель окрашенности семян – над аллелем неокрашенности. Оба гена находятся в одной хромосоме. Расстояние между ними равно 27,6%. В результате эксперимента была получена частота кроссинговера 26%.

Напишите схему скрещивания дигетерозиготного растения с гомозиготным рецессивным растением.

Определите величину интерференции.

Определите количество потомков каждого фенотипа, если общее число потомков равно 300.

Задача № 382. У примулы аллель фиолетовой окраски цветков доминирует над аллелем красной окраски, а аллель коротких пестиков – над аллелем длинных пестиков. Оба гена находятся в одной хромосоме. От скрещивания гетерозиготного фиолетового короткопестичного растения, 9% гамет которого оказались кроссоверными, с красным длинопестичным растением получено 600 потомков.

Определите количество потомков каждого фенотипа, которое должно быть среди них и опишите всех их варианты.

Задача № 383. У гороха при скрещивании гомозиготного стелющегося опушенного растения с белыми цветками с гомозиготным кустистым неопушенным растением с красными цветками все потомки в первом поколении оказались стелющимися опушенными с красными цветками. От скрещивания гибридов первого поколения с кустистым неопушенным растением с белыми цветками в анализирующем скрещивании получено расщепление: 61 стелющееся опушенное красное, 190 стелющихся опушенных белых, 56 стелющихся неопу-

шенных красных, 188 стелющихся неопушенных белых, 59 кустистых опушенных белых, 195 кустистых опушенных красных, 62 кустистых неопушенных белых, 193 кустистых неопушенных красных.

Запишите схемы скрещиваний и определите расстояние между генами, если A – ген стелющейся формы, a – ген кустистой формы, B – ген опушенности, b – ген неопушенности, C – ген красной окраски цветков, c – ген белой окраски цветков.

Задача № 384. У томатов (*Solanum lycopersicum*) высокий рост стебля доминирует над карликовым, а шаровидная форма плода – над грушевидной. Гены высоты стебля и формы плода сцеплены и находятся друг от друга на расстоянии 20%. Гетерозиготное по обеим парам аллелей растение (транс фаза сцепления) скрестили с растением, гомозиготным по рецессивным аллелям обеих пар.

Определите долю каждого фенотипического класса среди потомков от этого скрещивания.

Задача № 385. У томатов аллель высокого роста доминирует над аллелем карликового роста, а аллель шаровидной формы плодов – над аллелем грушевидной формы плодов. Высокое растение томата с шаровидными плодами, скрещиваясь с карликовым растением, имеющим грушевидные плоды, дало в потомстве 81 высокое шаровидное, 79 карликовых грушевидных, 22 высоких грушевидных, 17 карликовых шаровидных. Другое высокое растение с шаровидными плодами, скрещиваясь с карликовым растением, имеющим грушевидные плоды, дало в потомстве 21 высокое грушевидное, 18 карликовых шаровидных, 5 высоких шаровидных, 4 карликовых грушевидных.

Определите тип потомства и их соотношение от высоких шаровидных растений при скрещивании друг с другом.

Задача № 386. У томата плоды могут быть круглой (O) и овальной (o) формы, опушенные (P) и неопушенные (p), цветки одиночные (S) и собранные в соцветия (s). Гены, их детерминирующие, локализованы в одной хромосоме.

Фенотип	Число растений
OPS	73
OPs	348
OpS	2

Ops	96
oPS	110
oPs	2
opS	306
ops	63

Определите положение аллелей в гомологичных хромосомах и расстояние между генами по результатам анализирующего скрещивания.

Задача № 387. У наземной улитки *Cerata nemoralis* цвет раковины определяется 3 аллелями одного гена: Y – аллель коричневого цвета, y^1 – аллель розового цвета, y – аллель желтого цвета. Аллель коричневой окраски доминирует над аллелем розовой и желтой окраски, аллель розовой окраски доминирует над аллелем желтой окраски. С локусом окраски тесно сцеплены ген распределения окраски (полосатости). Аллель V определяет равномерное распределение окраски, аллель v^1 – появление широкой темной полосы на общем фоне, аллель v – появление нескольких узких полос. Аллель V доминирует над генами v^1 и v , а аллель v^1 – над аллелем v . В 4 разных опытах скрещивали коричневых улиток с равномерной окраской с розовыми улитками с широкой полосой. Генотипы улиток были $YyVv$ и $y^1y^1v^1v$. В первом варианте скрещивания получилось потомство: 2 коричневых равномерных, 1 розовая с широкой полосой и 1 желтая с узкими полосами. Во втором варианте получилось: 2 коричневых равномерных, 1 розовая с узкими полосами, 1 желтая с широкой полосой. В 2 остальных скрещиваниях получилось по 4 фенотипа в равных количествах: коричневая с широкой полосой, коричневая с узкими полосами, розовая равномерная и желтая равномерная.

Определите, в каком порядке были сцеплены гены у родителей во всех 4 вариантах скрещивания.

Задача № 388. У дрозофилы cv^+ детерминирует наличие поперечной жилки, cv – отсутствие поперечной жилки, ct^+ – отсутствие вырезов на крыльях, ct – наличие вырезов на крыльях, v^+ детерминирует темно-красный цвет глаз, v детерминирует ярко-красный цвет глаз.

Результаты анализирующего скрещивания:

Фенотипы		Число	Фенотипы		Число
1	cv ⁺ ct ⁺ v	73	5	cv ct ⁺ v	766
2	cv ⁺ ct ⁺ v ⁺	2	6	cv ct v ⁺	80
3	cv ⁺ ct v ⁺	759	7	cv ct ⁺ v ⁺	158
4	cv ⁺ ct v	140	8	cv ct v	2

Определите генотип тригетерозиготной самки дрозофилы, порядок генов и расстояние между ними.

Задача № 389. Приведены данные по частоте кроссинговера между генами b (black), cu (curved), pr (purple), sp (speck), S (star), vg (vestigial), которые локализованы во 2 хромосоме дрозофилы.

Гены	Количество мух	% кроссинговера
b-cu	62679	22,7
b-pr	48931	6,2
b-sp	685	47,0
b-S	16507	37,0
b-vg	20153	17,0
cu-pr	51136	20,0
cu-sp	10042	30,0
cu-S	19870	46,0
cu-vg	1720	8,2
pr-sp	11985	46,0
pr-S	8155	43,0
pr-vg	13601	12,0
sp-S	7135	48,0
sp-vg	2054	36,0
S-vg	450	43,0

На основании приведенных данных постройте генетическую карту.

Задача № 390. У дрозофилы аллели серой окраски тела и красного цвета глаз доминируют над аллелями чёрной окраски тела и коричневого цвета глаз. Оба признака наследуются сцеплено.

Определите результаты скрещиваний, в каждом из которых получено по 400 потомков:

а) гетерозиготной серой самки с красными глазами с гомозиготным чёрным самцом с красными глазами;

б) гетерозиготной серой самки с красными глазами, 23% гамет которой были кроссоверными, с чёрным самцом с коричневыми

глазами;

в) гетерозиготной серой самки с красными глазами, 17% гамет которой были кроссоверными, с гомозиготным серым самцом с коричневыми глазами.

Задача № 391. *ec* – размер фасеток глаза, *cv* – развитие поперечной жилки на крыле, *ct* – вырезка на крыле. Приведены результаты анализирующего скрещивания дрозофилы.

1	<i>ec cv+ ct</i>	2125
2	<i>ec+ cv+ ct</i>	265
3	<i>ec cv ct</i>	3
4	<i>ec cv ct+</i>	273
5	<i>ec+ cv ct</i>	223
6	<i>ec+ cv ct+</i>	2207
7	<i>ec cv+ ct+</i>	217
8	<i>ec+ cv+ ct+</i>	5

Определите генотип гетерозиготного родителя.

Определите порядок генов и расстояние между ними.

Задача № 392. У дрозофилы аллель серой окраски тела доминирует над аллелем желтой окраски тела, а аллель красного цвета глаз – над аллелем малинового цвета глаз. Оба гена расположены в одной хромосоме. Расстояние между ними равно 33,8%. От скрещивания гетерозиготной серой самки с красными глазами с жёлтым самцом с малиновыми глазами было получено 49 серых мух с малиновыми глазами, 46 жёлтых мух с красными глазами, 151 серая муха с красными глазами и 145 жёлтых мух с малиновыми глазами.

Напишите схему скрещивания и определите величину интерференции.

Задача № 393. У дрозофилы ген красного цвета глаз доминирует над геном киноварного цвета глаз, ген серой окраски тела – над геном чёрной окраски тела, ген нормальных крыльев – над геном зачаточных крыльев. Все гены находятся в одной хромосоме. После скрещивания гомозиготной самки дрозофилы с красными глазами (*cn+*), серым телом (*b+*) и нормальными крыльями (*vg+*) с гомозиготным рецессивным самцом с киноварными глазами (*cn*), чёрным телом (*b*) и зачаточными крыльями (*vg*) было получено гетерозиготное потомство. С гибридной самкой из F₁ провели анализирующее скре-

щивание. В результате было получено 1540 мух, имеющих 8 фенотипов: 631 красноглазая серая с нормальными крыльями, 575 чёрных бескрылых с киноварными глазами, 1 красноглазая чёрная бескрылая, 2 серых с нормальными крыльями и киноварными глазами, 91 красноглазая серая бескрылая, 80 чёрных с нормальными крыльями и киноварными глазами, 68 красноглазых чёрных с нормальными крыльями, 56 серых бескрылых с киноварными глазами.

Запишите ход скрещиваний.

Определите расстояние между генами и их порядок.

Задача № 394. В результате скрещивания самок дрозофилы с серым телом и нормальными щетинками с самцами, имеющими желтое тело и расщепленные щетинки, получено потомство только с серым телом и нормальными щетинками. Затем самок первого поколения скрестили с самцами родительского поколения и получили многочисленное потомство, среди которого 1,5% особей имели серое тело и расщепленные щетинки.

Определите генотипы родителей и потомков, положение аллелей, расстояние между генами, детерминирующими цвет тела и форму щетинок.

Задача № 395. У дрозофилы 4 группы сцепления. Генетические карты этих групп сцеплений приводит Н.Н. Медведевым (1968). Ниже даны упрощенные сведения по 3 группам сцепления.

9 генов. В X-хромосоме расположены гены: *b* – длина щетинок, *cb* – форма крыла (скомканное или расправленное), *cv* – развитие поперечной жилки на крыле, *dy* – цвет крыла, *ec* – размер фасеток глаза, *hw* – развитие добавочных щетинок на крыле, *oc* – развитие простых глазков, *s* – цвет тела, *sn* – форма щетинок и волосков на теле. Частота кроссинговера: *cv-ec* 8,2%, *cv-hw* 13,7%, *cv-cb* 2,3%, *cv-sn* 7,3%, *hw-ec* 5,5%, *hw-cb* 16%, *cb-sn* 5%, *cb-oc* 7,1%, *sn-oc* 2,1%, *sn-dy* 15,2%, *sn-s* 22%, *b-s* 23%, *b-dy* 29,8%, *b-oc* 42,9%.

7 генов. Во 2 хромосоме находятся гены: *ap* – развитие жужжалец, *al* – развитие щетинки усиков, *d* – число члеников на лапках, *dp* – рельеф поверхности грудных склеритов, *pys* – развитие добавочных жилок на крыле, *sm* – развитие волосков на брюшке, *sp* – число щетинок на боковых склеритах груди. Частота кроссинговера: *dp-sp* 9%, *dp-al* 13%, *dp-d* 18%, *sp-al* 22%, *sp-d* 9%, *sp-pys* 30%, *pys-d* 21%, *pys-ap* 3,4%, *pys-sm* 39,5%, *ap-sm* 36,1%, *ap-d* 24,4%.

7 генов. В 3 хромосоме находятся гены: *bd* – характер прерывистости основной жилки крыла, *cu* – форма крыла (прямое или загнутое на концах), *dl* – форма жилок на крае крыла, *dv* – положение крыльев, *fz* – положение щетинок на груди, *h* – развитие добавочных щетинок на щитке, *sz* – развитие темной полосы на среднеспинке. Частота кроссинговера: *cu-fz* 6%, *cu-sz* 12%, *cu-dl* 16,2%, *cu-bd* 43,8%, *sz-dl* 4,2%, *sz-bd* 31,8%, *sz-fz* 16%, *h-fz* 17,5%, *h-cu* 23,5%, *h-dv* 6,5%, *dv-fz* 24%.

Постройте генетические карты по 3 группам сцепления.

Задача № 396. У дрозофилы гены, детерминирующие форму глаз и длину тела, находятся в одной аутосоме, причем доминантный аллель первого гена детерминирует лопастную форму глаз, а рецессивный аллель второго – укороченное тело. Гомозиготную самку с укороченным телом и лопастными глазами скрестили с нормальным самцом.

Определите фенотип для гибридов первого поколения.

Определите расщепление по фенотипу и генотипу в потомстве от анализирующего скрещивания (у самцов кроссинговер отсутствует), если расстояние между генами равно 0,5%.

Задача № 397. У дрозофилы белые глаза и скомканные крылья обусловлены рецессивными аллелями двух генов, локализованных в половой хромосоме на расстоянии 15% друг от друга.

Определите гибридов первого поколения от скрещивания гомозиготной красноглазой длиннокрылой самки дрозофилы с белоглазым комкокрылым самцом.

Вычислите расщепление по фенотипу и генотипу в потомстве от скрещивания самки F_1 с белоглазым комкокрылым самцом.

Задача № 398. В результате скрещивания гетерозиготной по двум парам аллелей самки дрозофилы ($MmNn$) с гомозиготным по рецессивным аллелям самцом ($mmnn$) получено потомство, 47% которого имело генотип $MmNn$, 3% – $Mmnn$, 3% – $mmNn$ и 47% – $mmnn$.

Определите положение аллелей в хромосомах.

Определите расстояние между генами.

Задача № 399. У дрозофилы рецессивные аллели *cu* и *st* двух аутосомных генов детерминируют, соответственно, развитие загну-

тых вверх крыльев и глаз ярко-красного цвета. Доминантные аллели cu^+ и st^+ детерминируют развитие, соответственно, прямых крыльев и темно-красных глаз. После скрещивания дигетерозиготной по обоим парам аллелей самки с самцом гомозиготным по рецессивным аллелям обоих генов получено следующее потомство: 47,5% с темно-красными глазами и прямыми крыльями; 2,5% с ярко-красными глазами и прямыми крыльями, 47,5% с ярко-красными глазами и загнутыми крыльями, 2,5% с темно-красными глазами и загнутыми крыльями.

Определите расстояние между генами.

Определите генотипы потомков всех четырех фенотипических классов.

Задача № 400. У дрозофилы аллель серого цвета тела (b^+) доминирует над аллелем чёрного цвета тела (b), аллель длинных крыльев (vg^+) – над аллелем зачаточных крыльев (vg). От скрещивания серой длиннокрылой самки с самцом чёрного цвета с зачаточными крыльями получено потомство: 41,5% серых длиннокрылых; 41,5% чёрных зачаточнокрылых; 8,5% чёрных длиннокрылых; 8,5% серых зачаточнокрылых. В другом случае, от скрещивания фенотипически таких же самца и самки, получено потомство, среди которого 8,5% мух имели серое тело и длинные крылья, 8,5% – чёрное тело и зачаточные крылья, 41,5% – серое тело и зачаточные крылья, 41,5% – чёрное тело и длинные крылья.

Определите генотипы самок, использованных в обоих скрещиваниях.

Определите расстояние между генами, детерминирующими цвет тела и длину крыльев.

Задача № 401. У дрозофилы аллели красных глаз (w^+) и нормального брюшка (A^+) являются доминантными по отношению к аллелям, детерминирующим белые глаза (w) и измененное брюшко (A). Обе пары аллеломорфов сцеплены с полом. Расстояние между этими генами равно 3%.

Определите тип и частоту гамет: а) у дигетерозиготной самки; б) у красноглазого самца с нормальным брюшком; в) у белоглазого самца с измененным брюшком.

Задача № 402. У кур ген золотистого оперения доминирует над геном серебристого оперения, а ген рябьбого оперения – над геном рябьбого оперения. От скрещивания золотистых рябьбох кур с серебристыми рябьбыми петухами получили 34 золотистых рябьбох, 29 серебристых рябьбох, 32 золотистых рябьбох и 30 серебристых рябьбох потомков. Полученных серебристых рябьбох курочек и золотистых рябьбох петухов скрестили между собой. В потомстве от этого скрещивания были получены петухи и куры 4 фенотипов: 206 серебристых рябьбох, 382 золотистых рябьбох, 366 серебристых рябьбох, 212 золотистых рябьбох.

Напишите схему скрещивания и определите частоту кроссинговера.

Задача № 403. У псковских коротконогих кур аллель коротконогости доминирует над аллелем нормальных ног, а аллель розовидной формы гребня – над аллелем листовидной формы гребня. Оба гена наследуются сцепленно. От скрещивания гетерозиготного петуха с короткими ногами и розовидным гребнем с длинноногой курицей с листовидным гребнем было получено 244 коротконогих потомка с розовидным гребнем, 262 длинноногих потомка с листовидным гребнем, 35 длинноногих с розовидным гребнем и 41 коротконогий с листовидным гребнем.

Напишите схему скрещивания и определите частоту кроссинговера.

Задача № 404. У кур аллель золотистого оперения доминирует над аллелем серебристого оперения, а аллель рябьбого оперения – над аллелем рябьбого оперения. От скрещивания золотистых рябьбох кур с серебристыми рябьбыми петухами получили 34 золотистых рябьбох, 29 серебристых рябьбох, 32 золотистых рябьбох и 30 серебристых рябьбох потомков. Полученных серебристых рябьбох курочек и золотистых рябьбох петухов скрестили между собой. В потомстве от этого скрещивания были получены петухи и куры 4 фенотипов: 206 серебристых рябьбох, 382 золотистых рябьбох, 366 серебристых рябьбох, 212 золотистых рябьбох.

Напишите схему скрещивания и определите частоту кроссинговера.

Задача № 405. У кур аллель коротконогости доминирует над

аллелем нормальных ног, аллель чёрной окраски оперения – над аллелем белой окраски оперения. Оба признака наследуются сцепленно. От скрещивания гетерозиготного петуха с короткими ногами и чёрным оперением и курицы с длинными ногами и белым оперением получено 156 коротконогих чёрных, 136 длинноногих белых, 19 коротконогих белых и 24 длинноногих чёрных.

Напишите схему скрещивания и определите расстояние между генами.

Задача № 406. У мышей гены, детерминирующие цвет шерсти и яркость цвета, наследуются сцеплено. Жёлтый и яркий цвет шерсти являются доминантными признаками, а бледная шерсть и цвет агути (каждая шерстинка разделена на цветовые зоны: основную зону и зону кончиков шерсти) – рецессивными. От скрещивания жёлтых ярких мышей с мышами агути бледными было получено потомство: 52 мыши с яркой шерстью агути, 188 мышей жёлтых ярких, 41 мышь желтую бледную и 174 мыши агути бледных.

Определите генотипы родителей и потомков.

Определите расстояние между генами.

Задача № 407. У мышей аллель нормальной длины шерсти доминирует над аллелем длинной шерсти, а аллель извитой шерсти – над аллелем прямой шерсти. В результате анализирующего скрещивания было получено 27 мышей с нормальной прямой шерстью, 99 с нормальной извитой, 98 с длинной прямой, 24 с длинной извитой.

Напишите схему скрещивания и определите частоту кроссинговера.

Задача № 408. У кроликов рецессивные аллели двух сцепленных генов детерминируют белую пятнистость шерсти и ее длинношерстность (шерсть ангорского типа), а доминантные – отсутствие пятен на шерсти и ее короткошерстность. Расстояние между генами равно 14%. Гомозиготного короткошерстного пятнистого кролика скрестили с гомозиготной ангорской непятнистой крольчихой.

Определите фенотип и генотип для гибридов первого поколения.

Вычислите теоретическое число непятнистых длинношерстных кроликов должно быть среди 1280 потомков от анализирующего скрещивания гибридов первого поколения.

Задача № 409. У кроликов ген чёрной окраски шерсти доминирует над геном коричневой окраски шерсти, ген нормальной длины шерсти – над геном короткой шерсти, ген белой окраски жира – над геном желтой окраски жира. Все 3 гена находятся в одной хромосоме. Скрещиваются 2 породы кроликов. Одна характеризуется чёрной шерстью нормальной длины и белым жиром; другая – коричневой короткой шерстью и жёлтым жиром. Гибриды первого поколения имеют чёрную шерсть нормальной длины и белый жир. Эти гибриды скрещиваются с рецессивной родительской формой. Результаты анализирующего скрещивания следующие:

Фенотипы Длина шерсти	Окраска жира	Окраска шерсти	Количество особей
Нормальная	Белая	Чёрная	188
Короткая	Желтая	Чёрная	50
Нормальная	Желтая	Чёрная	6
Короткая	Белая	Чёрная	32
Нормальная	Желтая	Коричневая	38
Нормальная	Белая	Коричневая	56
Короткая	Желтая	Коричневая	216
Короткая	Белая	Коричневая	3

Составьте схему скрещиваний.

Определите расстояние между генами и их порядок.

Задача № 410. От скрещивания гомозиготных пегих короткошерстных кроликов с гомозиготными ангорскими без пятен получены пегие короткошерстные потомки. В дальнейшем всех особей первого поколения скрестили с ангорскими без пятен и получили многочисленное потомство: 72 пегих короткошерстных кролика, 69 гладкоокрашенных ангорских, 11 пегих ангорских, 13 гладкоокрашенных короткошерстных.

Определите генотипы родителей и потомков, расстояние между генами, детерминирующими окраску и длину шерсти.

Задача № 411. У кроликов гены длины и окраски шерсти наследуются сцеплено. Аллель короткой шерсти доминирует над аллелем длинной шерсти, а аллель пятнистой окраски – над аллелем белой окраски. От скрещивания гетерозиготных английских кроликов с короткой пятнистой шерстью с ангорскими кроликами с длинной белой шерстью получено 380 пятнистых короткошерстных, 380 белых

длинношерстных, 59 пятнистых длинношерстных и 66 белых короткошерстных.

Напишите схему скрещивания и определите расстояние между генами.

Задача № 412. У крыс аллель чёрной окраски шерсти доминирует над аллелем белой окраски шерсти, а аллель темного цвета глаз – над аллелем светлого цвета глаз. Оба признака наследуются сцепленно. Расстояние между генами – 54,7%. От скрещивания гетерозиготной чёрной самки с темными глазами с белым самцом со светлыми глазами было получено 66 чёрных крыс со светлыми глазами, 61 белая с темными глазами, 144 чёрных с темными глазами и 147 белых со светлыми глазами.

Напишите схему скрещивания и определите величину интерференции.

Задача № 413. У человека резус-фактор и эллиптоцитоз – сцепленные признаки. Гены, контролирующие эти признаки, находятся на расстоянии 3% друг от друга. Резус-положительность и эллиптоцитоз (заболевание, связанное с изменением формы эритроцитов) являются доминантными аутосомными признаками, а резус-отрицательность и нормальная форма эритроцитов – рецессивными. В семье один из супругов дигетерозиготен, причем резус-положительность он унаследовал от матери, а эллиптоцитоз – от отца. Второй супруг имеет эритроциты нормальной формы и резус-отрицательную кровь.

Определите вероятность рождения в этой семье детей со всеми возможными генотипами и фенотипами.

Задача № 414. Классическая гемофилия и дальтонизм, рецессивные признаки, наследуются сцепленно с X-хромосомой. Расстояние между генами, контролирующими эти признаки, равно 9,8%.

А) Девушка, отец которой страдает одновременно гемофилией и дальтонизмом, а мать здорова и происходит из благополучной по этим заболеваниям семьи, вышла замуж за здорового мужчину.

Определите фенотипы детей от этого брака и их вероятность.

Б) Женщина, мать которой страдала дальтонизмом, а отец – гемофилией, вступила в брак с мужчиной, страдающим обеими аномалиями.

Определите вероятность рождения в этой семье детей одновременно с обеими аномалиями.

Задача № 415. Гены, у которых рецессивные аллели детерминируют цветовую и ночную слепоту, сцеплены с X-хромосомой и находятся на расстоянии 50% друг от друга.

Определите вероятность рождения детей одновременно с двумя аномалиями в семье, где жена и муж имеют нормальное зрение, но мать жены страдала ночной, а отец жены – цветовой слепотой.

Задача № 416. Джон Спок, второй помощник командира трансгалактического звездолета «Enterprise», был сыном двух планет: Вулкании и Земли. Его отец был вулканийцем и имел характерные для своего народа заостренные уши, сердце с правой стороны и небольшие надпочечники. Все три признака доминируют над земными. Мать Джона Спока была землянкой. Гены, детерминирующие положение сердца и размеры надпочечников, сцеплены и находятся на расстоянии 20% друг от друга, ген формы ушей находится в другой группе сцепления. Джон женится на земной женщине.

Установите вероятность наследования набора признаков ребенком как у его отца.

Установите вероятность, что первый ребенок будет иметь небольшие надпочечники, но округлые ушные раковины и сердце с левой стороны.

Задача № 417. Синдром дефекта ногтей и коленной чашечки детерминирован полностью доминантным аллелем аутосомного гена. На расстоянии 10% от него находится локус групп крови системы АВО. Один из супругов имеет кровь второй группы, другой – третьей. У супруга с кровью второй группы есть дефект ногтей и коленной чашечки. Известно, что его отец имел кровь первой группы и не имел этих аномалий, а мать, с кровью четвертой группы, имела оба дефекта. Супруг, имеющий кровь третьей группы, здоров и гомозиготен по обоим парам аллелей.

Определите вероятность рождения в этой семье детей, страдающих дефектом ногтей и коленной чашечки.

Установите у них характер наследования групп крови.

Задача № 418. У человека гены, контролирующие свертывае-

мость крови и цветовосприятие, находятся в X-хромосоме на расстоянии 10% и являются рецессивными. Здоровая женщина, отец которой страдал гемофилией, а мать цветовой слепотой, вышла замуж за нормального мужчину.

Вычислите вероятность рождения у них ребенка с обеими аномалиями и какого пола он будет.

Задача № 419. Нейросенсорная глухота детерминирована рецессивным аллелем, который находится в I хромосоме, на расстоянии 20% от гена, рецессивный аллель которого детерминирует развитие сосочковой карциномы (злокачественной опухоли). В семье, где жена здорова, а муж хорошо слышит, но был прооперирован по поводу карциномы почки, родился глухой мальчик со злокачественной опухолью почки.

Определите генотипы родителей и вероятность рождения такого ребенка.

Задача № 420. Ген, определяющий группы крови по системе Даффи (D+), находится в I хромосоме. На расстоянии примерно 5% от него находится ген глаукомы (рецессивный признак, приводящий к развитию заболевания глаз). Муж имеет отличное зрение и группу крови D+ (известно, что у его матери была глаукома, а у отца группа крови D-). У жены глаукома и группа крови D+ (у её матери была группа крови D-).

Рассчитать вероятность рождения здорового ребенка с группой крови D-.

Задача № 421. Аллель рака толстой кишки и аллель подверженности микобактериальным инфекциям локализируются на расстоянии 18% друг от друга, во II хромосоме. Обе аномалии являются рецессивными признаками. Девушка, унаследовавшая аллель рака толстой кишки от отца, а аллель подверженности микобактериальным инфекциям от матери, вышла замуж за мужчину, страдающего подверженностью к микобактериальным инфекциям, и нормального в отношении рака толстой кишки (данное заболевание не встречалось ранее в родословной этого мужчины).

Определите, какие и с какой вероятностью могут родиться дети в этой семье, и вычислите их предрасположенности к заболеваниям.

Задача № 422. Ген мелкоклеточной карциномы легкого (злокачественная опухоль, рецессивный признак) локализуется в III хромосоме, на расстоянии около 25% от него находится ген чувствительности к вирусу герпеса (доминантный признак). Жена, страдающая мелкоклеточной карциномой, унаследовала ген чувствительности к вирусу герпеса от матери. Её муж является гетерозиготным по обоим генам, при этом обе патологии он унаследовал от отца.

Рассчитайте вероятность рождения: а) здорового ребенка; б) ребенка с обеими патологиями; в) ребенка чувствительного к вирусу герпеса.

Задача № 423. Катаракта и полидактилия у человека обусловлены доминантными аллелями двух аутосомных тесно сцепленных генов. Рецессивные аллели этих генов контролируют развитие нормальных признаков.

А) Женщина унаследовала катаракту от матери, а полидактилию – от отца. Её муж нормален в отношении обоих признаков.

Вычислите вероятность рождения в этой семье детей: с катарактой и полидактилией; без аномальных признаков; только с одной какой-то аномалией.

Б) Известно, что мать жены также страдала обеими аномалиями, а отец её был здоров.

Вычислите предрасположенность потомства к заболеваниям в семье, где муж имеет нормальные признаки, а жена гетерозиготна по обоим парам аллелей.

Задача № 424. Рецессивные аллели врожденной катаракты и сосочковой карциномы почки (злокачественная опухоль) локализируются в I хромосоме на расстоянии 20% друг от друга. Муж страдает сосочковой карциномой почки, а в отношении катаракты он здоров, здоровы все его родственники. Жена унаследовала аллель врожденной катаракты от отца, а аллель сосочковой карциномы почки от матери.

Определите, какие и с какой вероятностью могут родиться дети в этой семье, и вычислите их предрасположенности к заболеваниям.

Задача № 425. Ген врожденной катаракты (доминантный признак) находится в I хромосоме. На расстоянии около 15% от него находится ген, определяющего группу крови по системе Даффи (D+ и

D-). Аллель D+ является доминантным. Женщина с хорошим зрением и группой крови Даффи + (группа крови её отца D-), вышла замуж за мужчину, страдающего врожденной катарактой, имеющего группу крови D-.

Определите, какие и с какой вероятностью могут родиться дети в этой семье, и вычислите их предрасположенности к заболеваниям.

Задача № 426. Ген рака толстой кишки и ген рака печени локализируются во II хромосоме на расстоянии 18%. Муж унаследовал рецессивный аллель рака толстой кишки от отца, а рецессивный аллель рака печени от матери, у жены мать умерла от рака толстой кишки, по второму гену она нормальна.

Рассчитать вероятность рождения здорового ребенка в этой семье.

Задача № 427. Ген синдрома сморщенной кожи и ген подверженности микобактериальным инфекциям локализируются во II хромосоме на расстоянии 25% друг от друга. Муж страдает синдромом сморщенной кожи (рецессивный признак), а жена – подверженностью микобактериальным инфекциям (рецессивный признак). В этой семье родился ребенок с синдромом сморщенной кожи.

Определите генотипы родителей и вероятность рождения здорового ребенка – носителя аллелей обоих заболеваний.

Задача № 428. Гены мелкоклеточной карциномы легкого и почечной карциномы, локализируются в III хромосоме на расстоянии 19%. На расстоянии 25% от гена мелкоклеточной карциномы легкого находится ген чувствительности к вирусу герпеса (доминантный признак). Муж унаследовал рецессивный аллель мелкоклеточной карциномы легкого и доминантные аллель чувствительности к вирусу герпеса от матери, жена унаследовала рецессивный аллель почечной карциномы от отца, а чувствительность к вирусу герпеса от матери.

Определите, какие и с какой вероятностью могут родиться дети в этой семье, и вычислите их предрасположенности к заболеваниям.

Задача № 429. Ген нейросенсорной глухоты (рецессивный признак) и синдрома Ваарденбурга (частичный альбинизм и глухота де-

терминированы доминантным аллелем с пенетрантностью 67%) локализируются в первой хромосоме на расстоянии 10% друг от друга. Оба супруга являются транс-дигетерозиготами по этим генам.

Вычислите вероятность рождения здорового ребёнка в этой семье.

Вычислите вероятность рождения ребёнка с двумя заболеваниями.

Задача № 430. У человека ген, определяющий ген дефекта ногтей и коленной чашечки, и ген, определяющий группу крови по системе АВО, сцеплены между собой и находятся на расстоянии 10%. Ген определяющий резус-фактор и ген эллиптоцитоза находятся в другой хромосоме и расположены друг от друга на расстоянии 3%. Синдром дефекта ногтей, эллиптоцитоз и резус-положительность определяется доминантными аллелями.

А) Один супруг гетерозиготен по всем анализируемым генам и имеет IV группу крови. Синдром дефекта ногтей он унаследовал от отца вместе с геном II группы крови. Второй супруг гомозиготен по всем рецессивным генам и имеет I группу крови.

Вычислите вероятность рождения в этой семье ребенка с резус-положительной III группой крови, без синдрома дефекта ногтей и коленной чашечки, и эритроцитами нормальной формы.

Б) Один супруг гетерозиготен по всем анализируемым генам и имеет II группу крови. Синдром дефекта ногтей он унаследовал от отца вместе с геном II группы крови. Второй супруг гомозиготен по всем рецессивным генам и имеет I группу крови.

Вычислите вероятность рождения в этой семье ребенка с резус-отрицательной I группой крови, без синдрома дефекта ногтей и коленной чашечки и эритроцитами нормальной формы.

В) Один супруг гетерозиготен по всем генам и имеет III группу крови. Синдром дефекта ногтей он унаследовал от отца вместе с геном III группы крови. Второй супруг гомозиготен по всем рецессивным генам и имеет I группу крови.

Вычислить вероятность рождения в этой семье ребенка с резус-положительной III группой крови, с синдромом дефекта ногтей и коленной чашечки и эллиптоцитозом.

Г) Один из супругов гетерозиготен по синдрому дефекта ногтей и коленной чашечки, имеет IV группу крови, отрицательный резус, эритроциты нормальной формы. Известно, что его отец не страдал

дефектом ногтей и имел III группу крови. Второй супруг имел нормальное строение ногтей и I группу крови, а по резус-фактору и эллиптоцитозу гетерозиготен. Мать его была резус положительной и с эллиптоцитозом.

Определите вероятность рождения детей в этой семье без эллиптоцитоза и дефекта ногтей, с положительным резус-фактором и их возможные группы крови.

Задача № 431. У человека гены резус-фактора и эллиптоцитоза находятся в одной хромосоме на расстоянии 3% друг от друга. Ген цветовой слепоты и ген ночной слепоты находятся в X-хромосоме на расстоянии 40% друг от друга. Резус-положительность и эллиптоцитоз – доминантные аллели, а ночная и цветовая слепота – рецессивные.

А) Гетерозиготная по всем признакам женщина, у предков которой кроссинговера не наблюдалось, выходит замуж за мужчину, страдающего ночной и цветовой слепотой, с резус-отрицательной кровью и нормальными эритроцитами.

Определите вероятность рождения в этой семье ребенка с нормальным зрением, резус-положительной кровью и нормальными эритроцитами.

Б) Гетерозиготная по всем генам женщина, мать которой страдала эллиптоцитозом и имела резус-отрицательную кровь, а отец ночной и цветовой слепотой, вышла замуж за мужчину, страдающего ночной и цветовой слепотой, с резус-отрицательной кровью и нормальными эритроцитами.

Определите вероятность рождения в этой семье ребенка с ночной слепотой, резус-отрицательной кровью и эллиптоцитозом.

В) Гетерозиготная по всем генам женщина, у предков которой кроссинговера не наблюдалось, вышла замуж за мужчину, страдающего ночной и цветовой слепотой, с резус-отрицательной кровью и нормальными эритроцитами.

Определите вероятность рождения в этой семье мальчика с цветовой слепотой, резус-положительной кровью и нормальными эритроцитами.

Г) Гетерозиготная по всем генам женщина, мать которой страдала эллиптоцитозом и ночной слепотой, а отец имел резус-отрицательную кровь и страдал цветовой слепотой, вышла замуж за мужчину, страдающего ночной и цветовой слепотой, с резус-отрицательной кровью и нормальными эритроцитами.

Определите вероятность рождения в этой семье девочки с нормальным зрением слепотой, резус-отрицательной кровью и без эллиптоцитоза.

Д) Резус-положительная женщина с эритроцитами нормальной формы и с нормальным зрением вышла замуж за мужчину с резус-отрицательной кровью, эллиптоцитозом и страдающего ночной слепотой. Известно, что отец женщины был резус-отрицательным и не различал цвета, а мать различала цвета нормально, но страдала ночной слепотой. У мужчины страдал эллиптоцитозом только отец, а мать страдала ночной слепотой.

Определите вероятность рождения в этой семье резус-положительных детей без других аномалий.

Е) Резус-положительная женщина с нормальной формой эритроцитов и с нормальным зрением вышла замуж за мужчину с резус-отрицательной кровью, эллиптоцитозом и страдающего ночной слепотой. Известно, что отец женщины был резус-отрицательным и не различал цвета, а мать различала цвета нормально, но страдала ночной слепотой. У мужчины страдал эллиптоцитозом только отец, а мать страдала ночной слепотой.

Определите вероятность рождения в этой семье резус-положительных детей с эллиптоцитозом и цветовой слепотой.

Ё) Резус-положительная женщина с нормальной формой эритроцитов и с нормальным зрением вышла замуж за мужчину с резус-отрицательной кровью, эллиптоцитозом и страдающего ночной слепотой. Известно, что отец женщины был резус-отрицательным и не различал цвета, а мать различала цвета нормально, но страдала ночной слепотой. У мужчины страдал эллиптоцитозом только отец, а мать страдала ночной слепотой.

Определите вероятность рождения в этой семье резус-отрицательного ребенка с нормальными эритроцитами, страдающего ночной и цветовой слепотой.

Ж) Резус-положительная женщина с нормальной формой эритроцитов и с нормальным зрением вышла замуж за мужчину с резус-отрицательной кровью, эллиптоцитозом и страдающего ночной слепотой. Известно, что отец женщины был резус-отрицательным и не различал цвета, а мать различала цвета нормально, но страдала ночной слепотой. У мужчины страдал эллиптоцитозом только отец, а мать страдала ночной слепотой.

Определите вероятность рождения в этой семье резус-

отрицательного мальчика с эллиптоцитозом, страдающего ночной и цветовой слепотой.

З) Гетерозиготная по всем генам женщина вышла замуж за резус-отрицательного мужчину, нормального по всем остальным признакам. Известно, что отец женщины был резус-отрицательным, имел эллиптоцитоз, страдал ночной слепотой, но цвета различал нормально.

Определите вероятность рождения в этой семье резус-положительных детей с эллиптоцитозом и нормальным зрением.

И) Гетерозиготная по всем генам женщина вышла замуж за резус-отрицательного мужчину, нормального по всем остальным признакам. Известно, что отец женщины был резус-отрицательным, имел эллиптоцитоз, страдал ночной слепотой, но цвета различал нормально.

Определите вероятность рождения в этой семье резус-отрицательного сына нормального по всем остальным признакам.

К) Гетерозиготная по всем генам женщина вышла замуж за резус-отрицательного мужчину, нормального по всем остальным признакам. Известно, что отец женщины был резус-отрицательным, имел эллиптоцитоз, страдал ночной слепотой, но цвета различал нормально.

Определите вероятность рождения в этой семье дочери с положительным резус-фактором, с эллиптоцитозом и нормальным зрением.

Задача № 432. У человека ген гемофилии и ген цветовой слепоты расположены в X-хромосоме на расстоянии 9,8% и наследуются рецессивно. Ген синдрома дефекта ногтей и коленной чашечки находится в аутосоме на расстоянии 10% от него расположен ген, определяющий группу крови по системе АВО. Синдром дефекта ногтей и коленной чашечки определяется доминантным аллелем.

А) Женщина с IV группой крови и гетерозиготная по остальным анализируемым признакам выходит замуж за мужчину с I группой крови и нормального по остальным признакам. Известно, что отец женщины страдал одновременно гемофилией и ночной слепотой, имел дефект ногтей и II группу крови.

Определите вероятность рождения детей в этой семье без аномалий и их группы крови.

Б) Женщина со II группой крови и гетерозиготная по остальным анализируемым признакам выходит замуж за мужчину с III группой крови, дальтоника и нормального по остальным признакам. Известно, что у матерей супругов была I группа крови и обе страдали только

цветовой слепотой.

Определите вероятность рождения детей в этой семье без аномалий и их группы крови.

Задача № 433. В.Н. Микельсаар (1974) приводит карту 2 участков X-хромосомы человека. В одном участке сцеплены гены сывотки крови (X_m), 2 форм слепоты – дейтеранопии (d) и протанопии (p), гемофилии (h) и ген дефицита глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы (G). В другом участке сцеплены гены группы крови (X_g), глазного альбинизма (a), ихтиоза (i) и ангиокератомы (ac). Для первого участка известно, ген X_m дает 7% кроссинговера с геном d , 11% – с геном G , 16% – с геном p . Ген G дает 4% кроссинговера с геном d , 5% – с геном p . Ген p дает 3% кроссинговера с геном h . Ген h дает 6% кроссинговера с геном d . Для второго участка известно, что гены X_g и ac образуют 28% кроссоверных гамет, X_g и i – 11%, X_g и a – 18%, a и ac – 10%, i и a – 7%.

Постройте карты обеих участков X-хромосомы человека.

6. ГЕНЕАЛОГИЧЕСКИЙ И БЛИЗНЕЦОВЫЙ МЕТОДЫ ГЕНЕТИКИ

В случаях, когда невозможно применить гибридологический анализ, например, при малочисленном потомстве, используются другие методы генетического анализа, в том числе генеалогический, включающий в себя анализ нескольких поколений родственников. Этот метод применяется обычно у человека и домашних животных, иногда у растений.

Генеалогический метод включает в себя два этапа:

- составление родословной и её графическое изображение;
- генетический анализ полученных данных.

Сбор сведений о семье начинается с **пробанда** – индивида, который является предметом интереса врача (исследователя) в конкретной родословной. Чаще всего это больной или носитель изучаемого признака. Родословная включает известных родственников как по нисходящей линии (дети, внуки, правнуки и т. д.), так и по восходящей (родители, деды, прадеды и т. д.). Дети одной родительской пары (братья и сестры) называются **сибсами**. Обычно родословная собирается по одному или нескольким признакам. Чем больше поколений прослежено в родословной, тем она полнее и выше шансы на получение достоверных сведений. Сбор генетической информации производится путем опроса, анкетирования, личного обследования семьи. При составлении родословной ведется краткая запись данных о каждом члене рода с указанием его родства по отношению к пробанду, а также указываются фамилия, имя, отчество, дата рождения и смерти, возраст, национальность, место жительства семьи, профессия, наличие хронических заболеваний в семье, причина смерти умерших и др.

После сбора сведений составляют графическое изображение родословной, используя систему условных обозначений (рисунок 5).

Составляя графическое изображение родословной, соблюдают следующие правила:

- начинают родословную с пробанда (особи, на которую составляется родословная);
- братья и сестры пробанда располагаются в порядке рождения слева направо, начиная со старшего;

- представители каждого поколения в родословной располагаются строго в один ряд;
- римскими цифрами обозначаются поколения: слева от родословной сверху вниз;
- арабскими цифрами нумеруется потомство одного поколения (весь ряд) слева направо последовательно (под каждым представителем – родственником).

Таким образом, каждый член родословной имеет свой шифр, например II-3, III-6.

Чтобы получить правильные и точные генетические выводы, надо стремиться к получению наиболее полного и объективного первичного материала, который является основой статистического и генетического анализа.

Генеалогический метод относится к универсальным методам в медицинской генетике и часто называется клинико-генеалогическим, поскольку речь идет об изучении патологических признаков (болезней) в семье с привлечением приемов клинического обследования. Он широко применяется при решении теоретических и практических задач, таких как:

- установление наследственного характера заболевания;
- определение типа наследования признака;
- оценка пенетрантности гена;
- расшифровка механизмов взаимодействия генов.

Особое место генеалогический метод занимает в медико-генетическом консультировании, являясь подчас единственным при уточнении природы заболевания, постановке диагноза наследственного заболевания, оценке прогноза заболевания, расчете риска для потомства и др.

Целью генеалогического анализа является установление генетических закономерностей.

Первая задача при анализе родословной – установление наследственного характера признака. Если в родословной встречается один и тот же признак (или болезнь) несколько раз, можно думать о его наследственной природе.

После того как установлен наследственный характер признака или заболевания, необходимо установить тип наследования. Для этого используют принципы генетического анализа и различные статистические методы обработки данных, полученных из родословной.

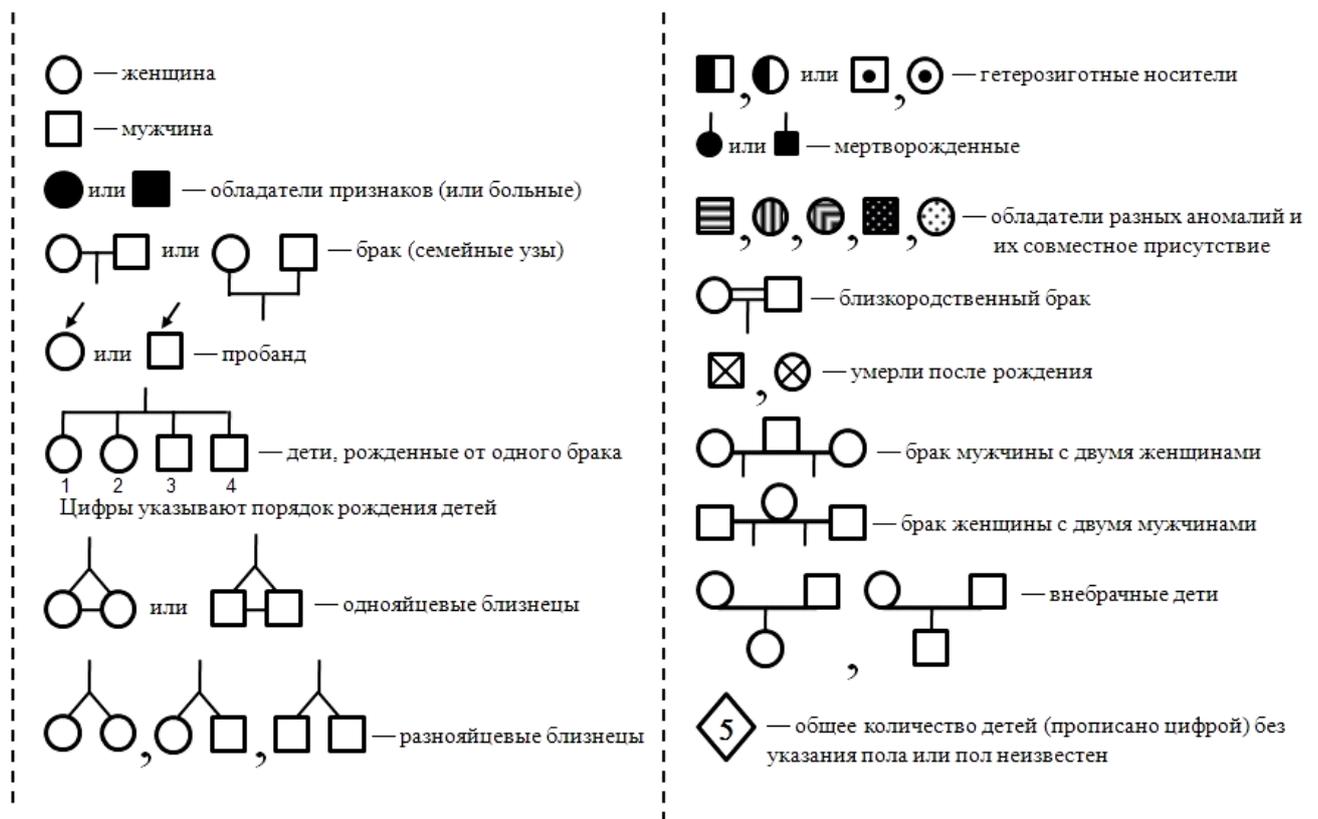


Рис. 5. Система условных обозначений для составления родословной

Менделеевским закономерностям наследования подчиняются только моногенные наследственные заболевания, т. е. заболевания, этиологическим фактором которых является мутация одного гена. В зависимости от локализации и свойств гена различают: **аутосомно-доминантный** и **аутосомно-рецессивный** типы наследования, когда ген расположен в одной из 22 пар аутосом (неполовых хромосом), **X-сцепленный доминантный** и **рецессивный** типы наследования, когда ген расположен в X-хромосоме, **Y-сцепленное (голандрическое)** наследование, когда ген расположен в Y-хромосоме.

Точность анализа при этом будет зависеть от числа проанализированных поколений и количества персон в каждом поколении при безусловно хороших знаниях закономерностей, рассмотренных в предыдущих главах. Кратко рассмотрим основные закономерности наследования различных типов, отклоняющихся от нормы признаков.

Наследование аутосомно-доминантного признака. Если заболевание обусловлено редким аутосомно-доминантным геном, то абсолютное большинство больных в популяции рождаются в браках между пораженным и здоровым супругом. В этом случае один из родите-

лей гетерозиготен по аутосомно-доминантному гену (Aa), а другой гомозиготен по нормальному аллелю (aa). В таком браке возможны следующие варианты генотипов у потомства: Aa, Aa, aa, aa. Таким образом, каждый будущий ребенок независимо от его пола в 50% случаев имеет вероятность получить от больного родителя как аллель А (и, следовательно, быть пораженным), так и нормальный аллель а, и быть здоровым. Отношение числа здоровых детей в потомстве к числу пораженных равно 1:1 и не зависит от пола ребенка.

Основными критериями, позволяющими предполагать **аутосомно-доминантный** тип наследования, являются:

- заболевание проявляется в каждом поколении без пропусков («вертикальный» тип);
- каждый ребенок от родителя, больного аутосомно-доминантным заболеванием, имеет 50%-ный риск унаследовать это заболевание;
- непораженные дети больных родителей свободны от мутантного гена и имеют здоровых детей;
- заболевание наследуется лицами мужского и женского пола одинаково часто и со сходной клинической картиной.

На сегодняшний день описано около 3000 аутосомно-доминантных признаков человека. По этому типу у человека наследуются брахидактилия, или короткопалость (укороченные и частично редуцированные фаланги пальцев рук и ног), полидактилия, или многопалость (на руке или ноге от 6 до 9 пальцев), арахнодактилия (сильно удлинённые «паучьи» пальцы), некоторые формы близорукости и другие признаки.

Для **аутосомно-рецессивного наследования** характерны следующие признаки:

- родители больного ребенка, как правило, здоровы и являются гетерозиготными носителями патологического аллеля;
- мальчики и девочки заболевают одинаково часто;
- повторный риск рождения ребенка с аутосомно-рецессивным заболеванием составляет 25%;
- «горизонтальное» распределение больных, т. е. пациенты чаще встречаются в пределах потомства одной родительской пары;
- увеличение частоты больных детей в родственных браках, причем, чем реже аутосомно-рецессивные заболевания, тем чаще больные происходят из кровнородственных браков;
- в браке двух пораженных родителей все дети больны.

По аутосомно-рецессивному типу наследуются мягкие прямые волосы, курносый нос, светлые глаза, тонкая кожа и резус-отрицательная первая группа крови. Наиболее частыми и значимыми в клиническом отношении болезнями с аутосомно-рецессивным типом наследования являются: муковисцидоз, фенилкетонурия, многие формы нарушения зрения и слуха и другие.

Наследование X-сцепленного признака. X-сцепленное рецессивное заболевание (или признак) всегда проявляется у мужчин, имеющих соответствующий ген, а у женщин – только в случаях гомозиготного состояния (что наблюдается крайне редко).

Основные признаки X-сцепленного рецессивного наследования следующие:

- заболевание встречается в основном у лиц мужского пола;
- признак (заболевание) передается от больного отца через его фенотипически здоровых дочерей половине внуков;
- заболевание никогда не передается от отца к сыну;
- у женщин-носителей иногда выявляются субклинические признаки патологии;
- в браке женщины-носительницы с больным мужчиной 50% дочерей будут больны, 50% дочерей будут носителями, 50% сыновей также будут больны, а 50% сыновей – здоровые (при заболеваниях, не снижающих репродуктивную способность больных мужчин). По такому типу наследуется гемофилия А, дальтонизм и другие.

Заболевания с **X-сцепленным доминантным типом наследования** встречается в 2 раза чаще у женщин, чем у мужчин. Главная характеристика X-сцепленного доминантного наследования заключается в том, что больные мужчины передают аномальный ген (или заболевание) всем своим дочерям и не передают его сыновьям. Больная женщина передает X-сцепленный доминантный ген половине своих детей независимо от пола.

Основные признаки X-сцепленного доминантного типа наследования следующие:

- болезнь встречается у мужчин и женщин, но у женщин примерно в два раза чаще;
- больной мужчина передает мутантный аллель всем дочерям и не передает сыновьям, поскольку последние получают от отца Y-хромосому;
- больные женщины передают мутантный аллель 50% своих детей

- независимо от пола;
- женщины в случае болезни страдают менее (они гетерозиготны), чем мужчины.

Y-сцепленное, или голандрическое, наследование. Длительное время полагали, что Y-хромосома содержит только генетически неактивные участки. В настоящее время в Y-хромосоме выявлена локализация около 20 генов, в том числе генов, определяющих развитие семенников, отвечающих за сперматогенез, контролирующих интенсивность роста, определяющих оволосение ушной раковины, средних фаланг кистей и некоторых других. Признак, гены которого локализованы в Y-хромосоме, передается от отца только всем мальчикам.

Наследование частично сцепленного с полом рецессивного признака (аллели гена имеются в X- и Y-хромосомах) отличается от аутосомно-рецессивного тем, что признак, как правило, в родословной проявляется у потомков одного пола, а именно того, который нес этот признак.

Примеры решения задач на родословные

А) Представлена родословная (рис. 6). В родословной, очевидно, аутосомно-доминантное наследование признака, так как с ним наиболее часто появляются потомки разного пола только в семьях, где один из родителей (I-4) имел признак. В семьях, где не было родителей с признаком, дети тоже не появлялись с этим признаком.

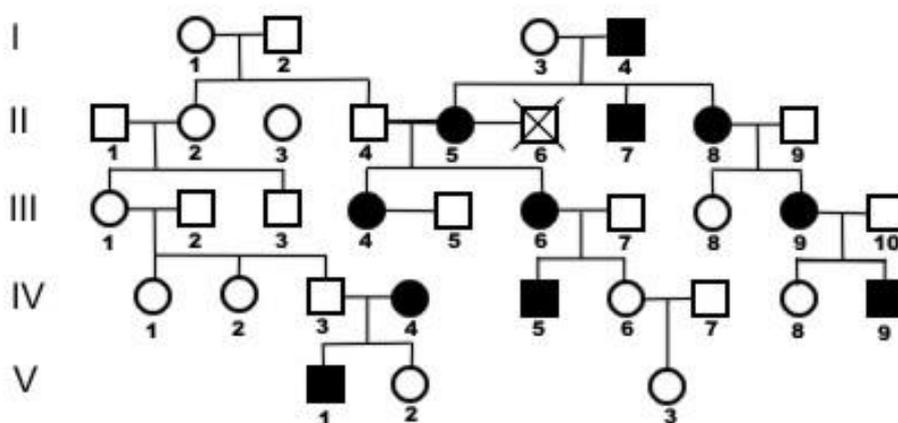


Рис. 6. Родословная к задаче А

Б) Представлена родословная (рис. 7). В этой родословной рецессивный признак сцеплен с полом, так как в исходной семье, не имеющей признака родителей, появляются с признаком только

потомки мужского пола (II-2, II-5, II-7, III-3, IV-1). Следовательно, в одной из X-хромосом матери (I-1) имеется рецессивный ген, определяющий этот признак. Обладательница признака (III-7) появилась только в одной семье, где у отца (II-7) был признак, а мать, по-видимому, в одной X-хромосоме имела рецессивный ген.

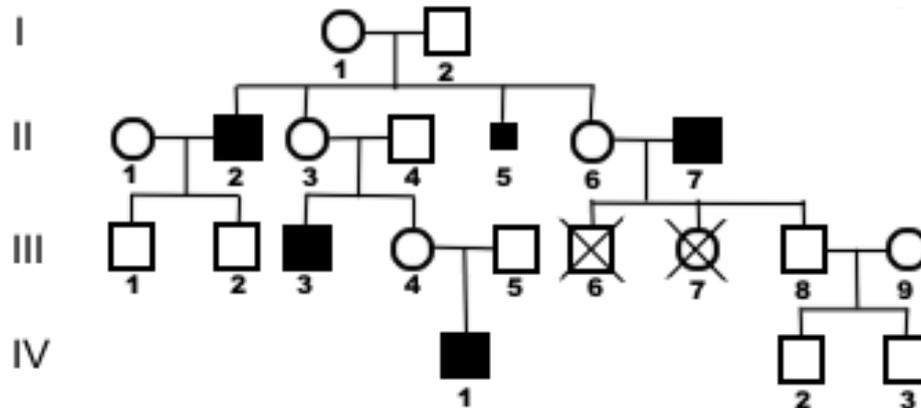


Рис. 7. Родословная к задаче Б

В) Представлена родословная (рис. 8). В этой родословной с признаком в потомстве появляются только мужчины, так что можно было предположить, что признак – голандрический. Однако в одной семье с признаком появилась женщина (III-6). В этой семье отец (II-8) имел признак, а мать (II-7), по-видимому, была гетерозиготна, тогда в потомстве возможно появление гомозиготной дочери. Признак у женщин проявляется только в гомозиготном, а у мужчин в гомо- и гетерозиготном состояниях, что характерно для зависимого от пола признака, т. е. у мужчин он доминирует, у женщин – рецессивен.

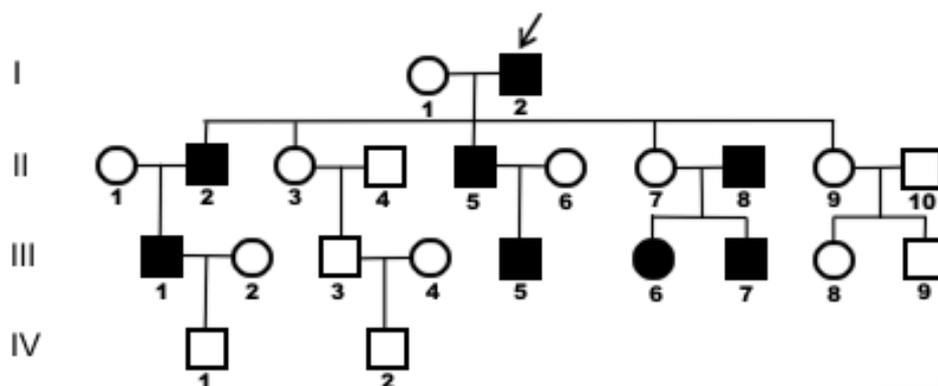


Рис. 8. Родословная к задаче В

Г) Представлена родословная (рис. 9). Здесь наблюдается наследование, характерное для частично сцепленного с полом рецессивного признака. В этом случае появляются потомки с

признаком (V-2, V-3) того же пола, который изначально имел признак (I-1) в результате того, что правнучка (IV-2) и её муж (IV-3) (правнук) в X-хромосоме имели рецессивный ген изучаемого признака. Однако, правнучка (IV-8) так же имела рецессивный ген в X-хромосоме. Она вышла замуж за мужчину (IV-9), имеющего в X- и Y-хромосомах рецессивный ген изучаемого признака. Это привело к тому, что все потомки (V-7, V-8, V-9) родились с признаком. В этой семье все дети с признаком появились чисто случайно.

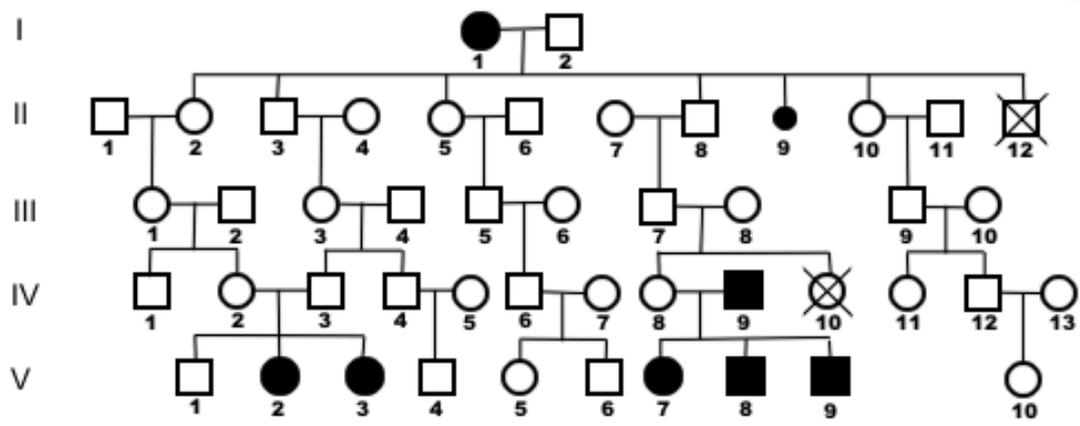


Рис. 9. Родословная к задаче Г

Д) Представлена родословная (рис. 10). В родословной оба пола имеют признак. Частота его выше в тех семьях, где один из родителей имеет признак, а второй, вероятно, гетерозиготен. Однако не во всех ветвях родословной он проявляется, например в том случае, где один из родителей имеет признак (I-2). Все это указывает на то, что признак наследуется по аутосомно-рецессивному типу, так как такой признак может появиться в потомстве в том случае, если оба родителя гетерозиготны или же один из родителей гетерозиготен (II-9), а второй (II-10) имеет этот рецессивный признак.

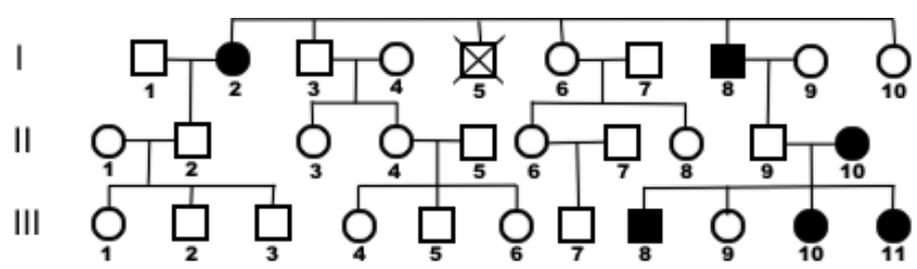


Рис. 10. Родословная к задаче Д

Е) Представлена родословная (рис. 11). В этой родословной мы имеем дело с голландрическим признаком, так как все сыновья (II-2, II-6, II-8) имеют признак, если их отец (I-2) его имеет, т. е. отец с

Y-хромосомой передает сыновьям этот ген.

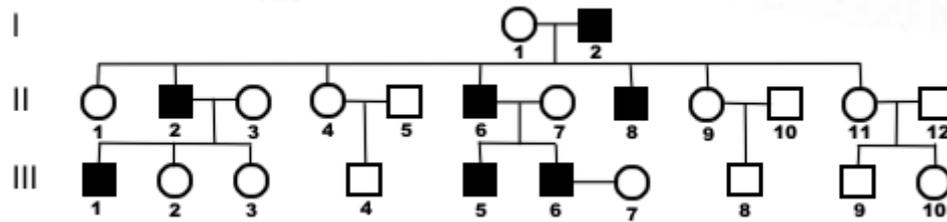


Рис. 11. Родословная к задаче E

Ж) Представлена родословная (рис. 12). В этой родословной наследование признака явно характерно для сцепленного с полом доминантного гена, так как если отец (I-2) имеет в X-хромосоме данный ген, то все дочери (II-1, II-5, II-8, II-10) в семье появляются с признаком. Если мать (II-1) имеет хотя бы в одной X-хромосоме доминантный ген, то могут появиться с признаком как дочери (III-2), так и сыновья (III-1), потому что от матери оба пола получают X-хромосому.

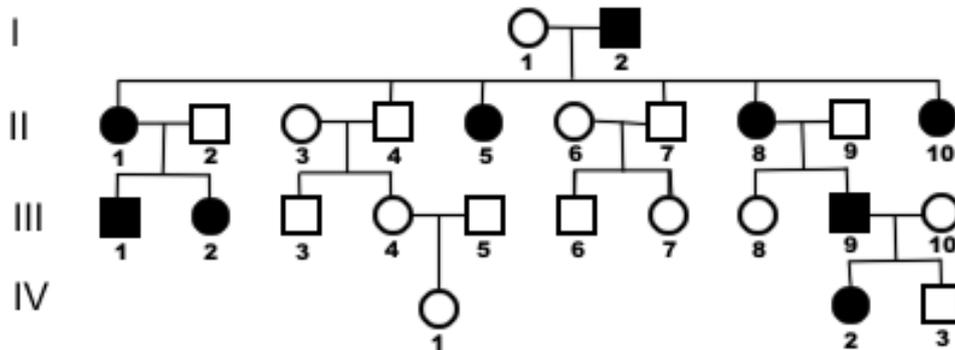


Рис. 12. Родословная к задаче Ж

Задача № 434 В родословной (рис. 13) представлено наследование семейной эпилепсии.

Проанализируйте тип наследования заболевания.

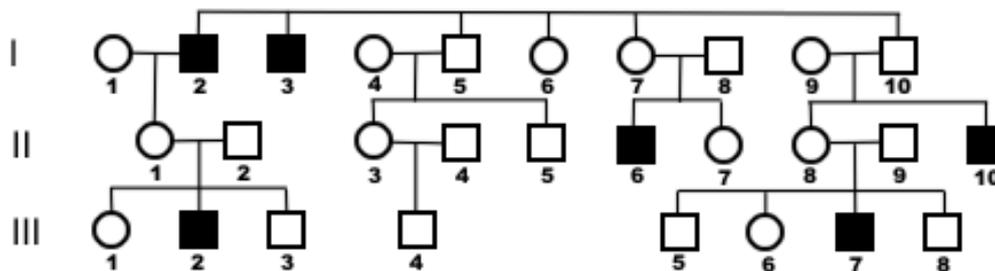


Рис. 13. Родословная к задаче 434

Задача № 435. В родословной (рис. 14) представлено наследование семейной эпилепсии.

Проанализируйте тип наследования заболевания.

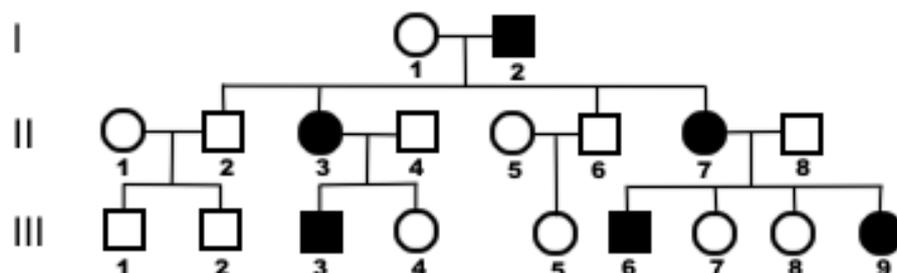


Рис. 14. Родословная к задаче 435

Задача № 436. У айроширских коров («каракульских») представлена родословная по наследованию извитой шерсти (рис. 15).

Определите тип наследования извитой шерсти, если характер волосяного покрова у родоначальников неизвестен.

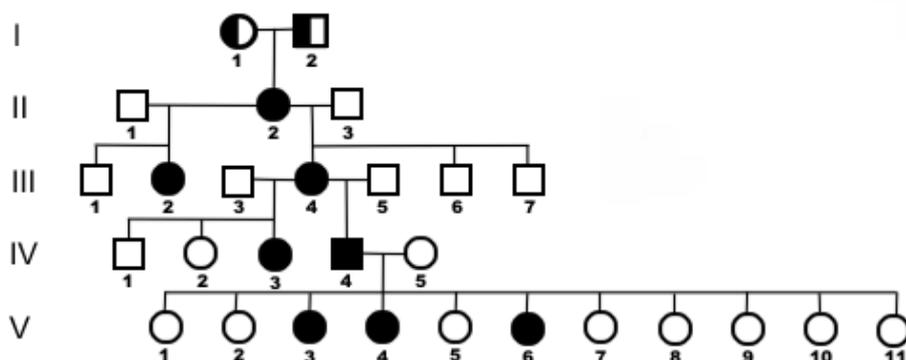


Рис. 15. Родословная к задаче 436

Задача № 437. Представлена родословная гернсийских коров (рис. 16).

Определите характер наследования безволосости тела.

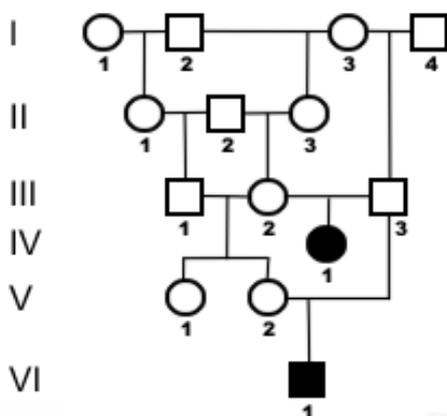


Рис. 16. Родословная к задаче 437

Задача № 438. Представлена родословная собак (рис. 17).

Проанализируйте родословную двух страдающих мозжечковой атаксией щенят, родившихся в одном помете от нормальных родителей.

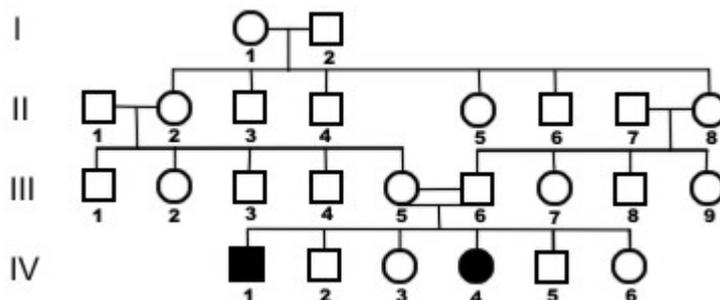


Рис. 17. Родословная к задаче 438

Задача № 439. На рисунке 18 приведена родословная.

Проанализируйте, как наследуется признак «Изогнутый мизинец» у человека.

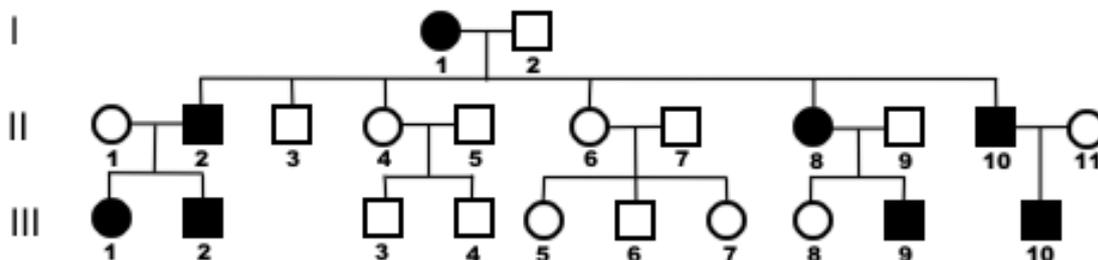


Рис. 18. Родословная к задаче 439

Задача № 440. Представлена родословная (рис. 19).

Проанализируйте наследование у человека признак «ямочка на щеке».

Установите родоначальников.

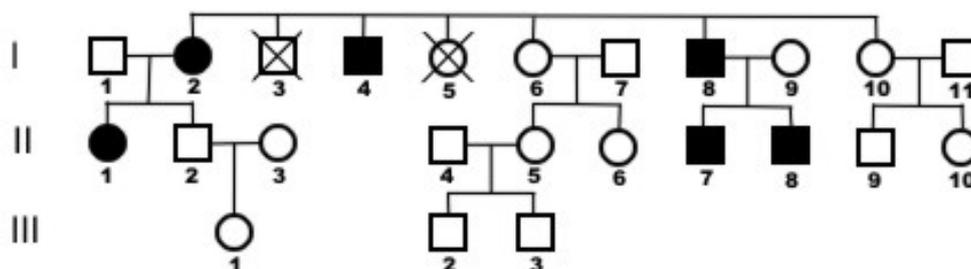


Рис. 19. Родословная к задаче 440

Задача № 441. Представлена родословная человека (рис. 20).

Определите характер наследования признака «маленькие глаза».

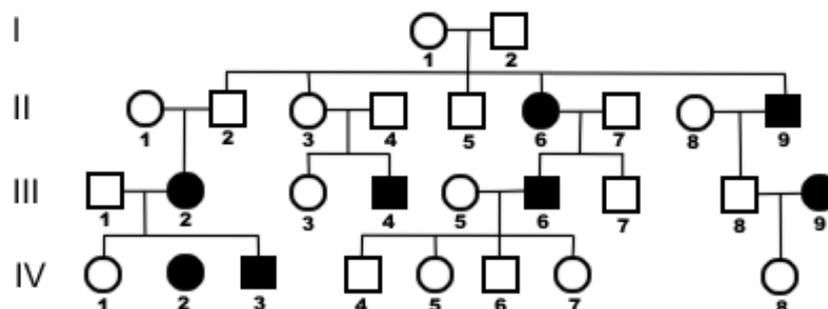


Рис. 20. Родословная к задаче 441

Задача № 442. Представлена родословная с наследственным альбинизмом (рис. 21). Люди-альбиносы имеют белые волосы, белую кожу и бесцветную радужную оболочку глаз (глаза кажутся красными, так как просвечивают кровеносные сосуды глазного дна). Известно, что альбинизм вызывается рецессивным геном.

По представленной родословной проследите за передачей этого гена и определите генотипы возможно большего числа лиц.

Определите частоту появления детей альбиносов от брака женщины (III-3) и нормального мужчины (III-2), не состоящего с ней в родстве?

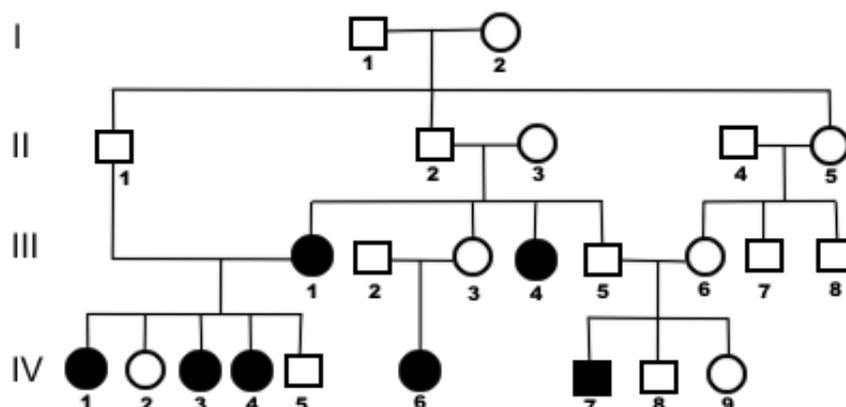


Рис. 21. Родословная к задаче 442

Задача № 443. В пяти родословных человека (рис. 22 А, Б, В, Г, Д) особи, отмеченные чёрным цветом, несут изучаемый признак.

Определите для каждой родословной способ наследования изучаемого признака (доминантный или рецессивный).

Определите, по возможности, генотипы каждой особи, встречающейся в представленных родословных.

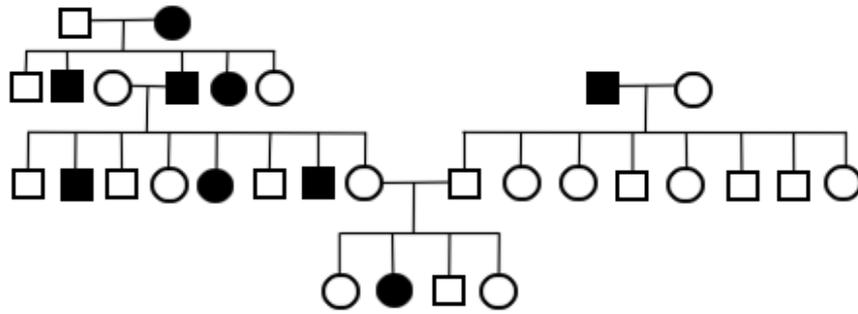


Рис. 22 А. Родословная семьи с леворукостью

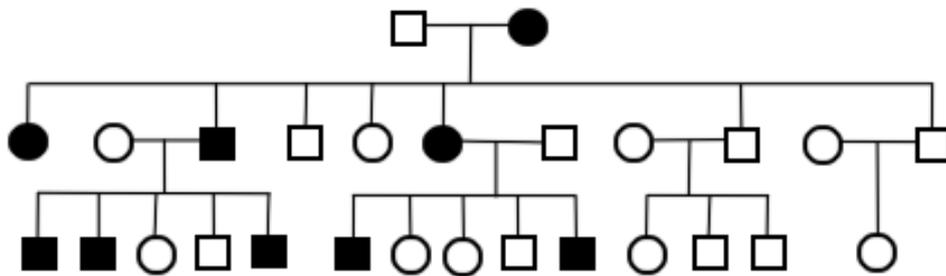


Рис. 22 Б. Родословная семьи с полидактилией

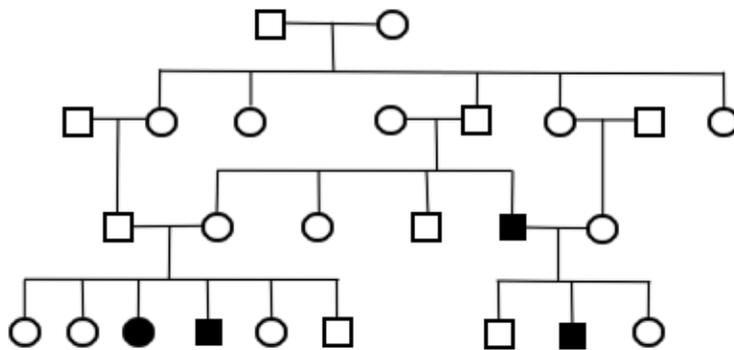


Рис. 22 В. Родословная семьи с мышечной атрофией

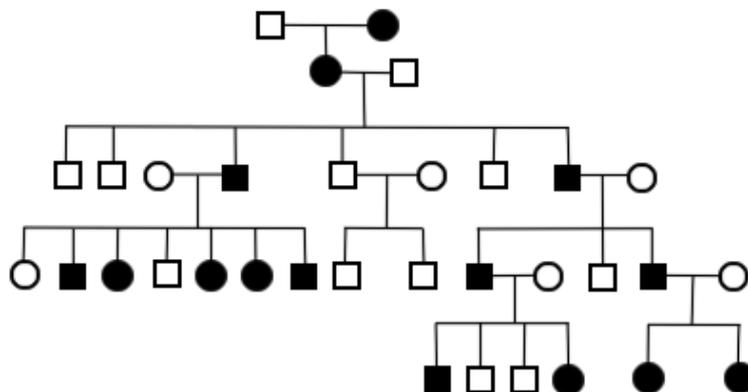


Рис. 22 Г. Родословная семьи с неизвестным признаком

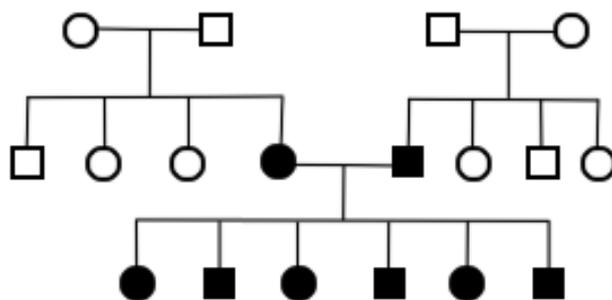


Рис. 22 Д. Родословная семьи с неизвестным признаком

Задача № 444. В четырех родословных человека показано наследование доминантных и рецессивных признаков (рис. 23 А, Б, В, Г). Допустим, что скрещиваемые особи не имеют детей и единственным указанием на их генотип является характер распределения признака в представленной родословной. Допустим также, что посторонние особи, вступающие в брак с представителями данной семьи и не проявляющие рецессивного признака, не несут обуславливающих его рецессивных генов.

Вычислите вероятность проявления признака в потомстве различных скрещиваний:

- в родословной А (с доминантным признаком) – особей III-1 и III-3; III-2 и III-4;
- в родословной Б (с доминантным признаком) – особей III-1 и III-5; III-2 и III-4;
- в родословной В (с рецессивным признаком) – особей III-1 и III-6; III-3 и III-4; III-1 и III-7; III-2 и III-9; III-6 и III-11;
- в родословной Г (с рецессивным признаком) – особей III-1 и III-7; III-2 и III-4; III-6 и III-8.

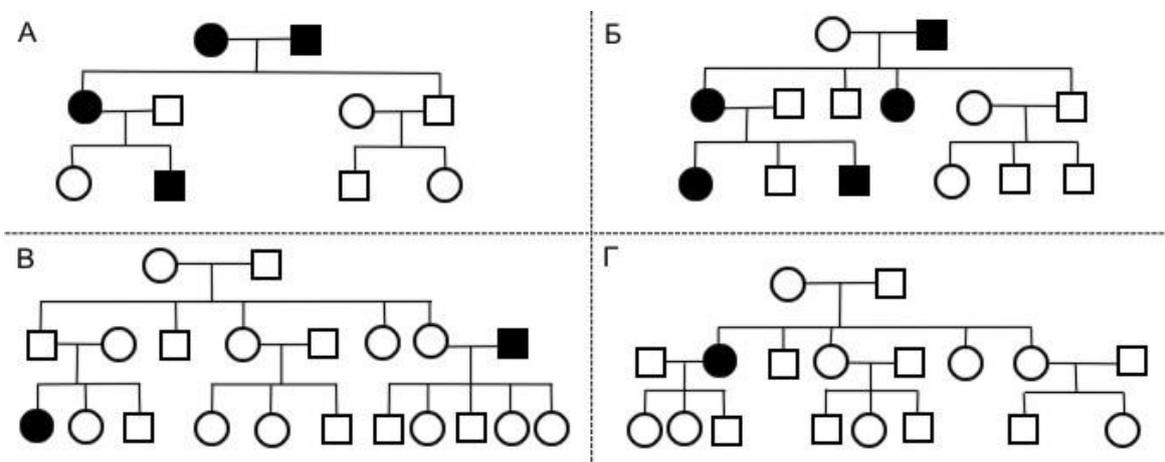


Рис. 23. Родословные четырех семей с доминантными и рецессивными признаками

Задача № 445. Пробанд имеет белую прядь в волосах. Брат пробанда без пряди. По линии отца пробанда аномалии не отмечено. Мать пробанда с белой прядью. Она имеет трех сестер: две сестры с прядью и одна без пряди. У первой тётки пробанда сын с прядью и дочь без пряди. У второй – сын и дочь с прядью, и дочь без пряди. Третья тетка пробанда со стороны матери без пряди имеет двух сыновей и одну дочь без пряди. Дед пробанда по линии матери и двое его братьев имели белые локоны, а еще двое были без прядей. Прадед и прапрадед также имели белую прядь надо лбом.

Определите вероятность рождения детей с белой прядью надо лбом в случае, если пробанд вступит в брак со своей двоюродной сестрой, имеющей этот белую прядь.

Задача № 446. Молодожены нормально владеют правой рукой. В семье женщины было ещё две сестры, нормально владеющие правой рукой, и три брата – левши. Мать женщины – правша, отец – левша. У отца есть сестра и брат – левши и сестра и два брата – правши. Дед по линии отца правша, бабка – левша. У матери молодой жены есть два брата и сестра – все правши. Мать мужа – правша, отец – левша. Бабушки и деды со стороны матери и отца мужа нормально владели правой рукой.

Определите вероятность рождения в этой семье детей, владеющих левой рукой.

Задача № 447. Пробанд – здоровая женщина, имеет двух здоровых братьев и двух братьев, больных алкаптонурией (выделение с мочой гомогентизиновой кислоты). Мать пробанда здорова и имеет двух здоровых братьев. Отец пробанда болен алкаптонурией и является двоюродным дядей своей жены. У него есть здоровый брат и здоровая сестра. Бабка по линии отца была больной и состояла в браке со своим двоюродным здоровым братом. Бабка и дед пробанда по линии матери здоровы, отец и мать деда также здоровы, при этом мать деда является родной сестрой деда пробанда со стороны отца.

Определите вероятность рождения больных алкаптонурией детей в семье пробанда при условии, если она выйдет замуж за здорового мужчину, мать которого страдала алкаптонурией.

Задача № 448. Пробанд – здоровая девушка, имеет двух здоровых братьев и больную алкаптонурией сестру. Мать и отец пробанда

здоровы. Две сестры матери пробанда здоровы. Бабушка со стороны матери страдает алкаптонурией, а дедушка здоров. Два дяди со стороны отца пробанда и две тётки здоровы, дедушка со стороны отца и бабушка здоровы. Обе тетки пробанда со стороны отца вступили в брак со здоровыми мужчинами. Все дети в этих семьях здоровы. У тетки со стороны матери здоровый муж и двое здоровых детей.

Составить родословную и определить вероятность рождения больного алкаптонурией ребенка, если пробанд вступит в брак с больным алкаптонурией мужчиной.

Задача № 449. Пробанд – нормальная женщина, имеет пять сестер, две из которых однояйцевые близнецы, две – разнаяйцевые близнецы. Все сестры имеют шесть пальцев на руке. Мать пробанда нормальна, отец – шестипалый. Со стороны матери все предки нормальны. У отца два брата и четыре сестры – все пятипалые. Бабушка по линии отца шестипалая. У нее было две шестипалые сестры и одна пятипалая. Дедушка по линии отца и все его родственники – пятипалые.

Определите вероятность рождения в семье пробанда шестипалых детей при условии, что она выйдет замуж за нормального мужчину.

Задача № 450. Ш. Ауэрбах, (1969) приводит такую родословную по шестипалости. Две шестипалые сестры Маргарет и Мэри вышли замуж за нормальных мужчин. В семье Маргарет было пятеро детей: Джеймс, Сусанна и Дэвид были шестипалыми, Элла и Ричард – пятипалыми. В семье Мэри была единственная дочь Джейн с нормальным строением руки. От первого брака Джеймса с нормальной женщиной родилась шестипалая дочь Сара, от второго брака также с нормальной женщиной у него было шесть детей: одна дочь и два сына нормально пятипалые, две дочери и один сын – шестипалые. Элла вышла замуж за нормального мужчину. У них было два сына и четыре дочери – все пятипалые. Дэвид женился на нормальной женщине. Единственный их сын Чарльз оказался шестипалым. Ричард женился на своей двоюродной сестре Джейн. Две их дочери и три сына были пятипалыми.

Определите вероятность рождения шестипалых детей в случае брака нормальной дочери Джеймса с одним из сыновей Ричарда; в случае брака Сары с сыном Дэвида.

Задача № 451. Брахидактилия характеризуется укорочением пальцев. Пробанд – больная брахидактилией женщина. Одна её сестра и один её брат также больны брахидактилией, а две сестры здоровы в отношении анализируемого заболевания. Мать пробанда больна, а отец здоров. У отца брат и две сестры здоровы. Дедушка и бабушка со стороны отца пробанда здоровы. Кроме того, у бабушки здоровые брат и сестра. Все их родственники здоровы. Мать пробанда имеет больного брахидактилией брата и двух здоровых сестер. Их отец болен, а мать – здорова. Пробанд вышла замуж за здорового мужчину, у которого все родственники здоровы.

Определите генотип пробанда и всех её родственников, а также вероятность рождения больных брахидактилией детей у пробанда.

Задача № 452. Пробанд – здоровая девушка, имеет здорового брата и больную синдактилией (сращение пальцев) сестру. Отец пробанда здоров, а мать – больна. У отца все родственники здоровы. У матери пробанда здоровые брат и сестра и больная сестра. Обе сестры вышли замуж за здоровых мужчин. В семье здоровой сестры родился здоровый сын, а в семье больной сестры – здоровая дочь и больной сын. Дедушка пробанда по линии матери болен, но имеет здоровую сестру и здорового брата. Бабушка со стороны матери здорова и имеет двух здоровых братьев.

Определите вероятность рождения больного ребенка в семье пробанда, если она выйдет замуж за гетерозиготного мужчину относительно анализируемого признака.

Задача № 453. У пробанда (мужчины) полидактилия. Его отец также многопалый, а мать с нормальным строением кисти. Дальнейшая родословная известна только по линии отца. У отца есть брат и сестра с нормальным строением кисти, а также многопалые брат и сестра. Многопалый дядя пробанда был дважды женат на женщинах с нормальным строением кисти. От одного брака у него была дочь с полидактилией, от второго брака было шестеро детей: две дочери и один сын с полидактилией и два сына и одна дочь с нормальным строением кисти. Тётя пробанда с нормальной кистью была замужем за мужчиной без анализируемой аномалии. У них было три мальчика и три девочки с нормальным строением кисти. Дедушка пробанда без аномалии, а бабушка многопалая.

Вычислить вероятность рождения многопалых детей в семье пробанда, если он вступит в брак с женщиной, имеющей нормальное строение кисти.

Задача № 454. Пробанд – девушка, имеющая нормальное строение пальцев. Её мать и отец также с нормальным строением пальцев. У отца пробанда есть сестра с брахидактилией и брат с нормальными пальцами. Тётя пробанда по линии отца, имеющая брахидактилию, состоит в браке с мужчиной без анализируемой аномалии. Их сын с брахидактилией. Бабушка пробанда по линии отца с брахидактилией, дедушка без аномалии. У бабушки пробанда по линии отца была сестра тоже с брахидактилией. Прадедущка и прабабушка (отец и мать бабушки пробанда по линии отца) с брахидактилией. Прадедущка был женат дважды. Его вторая жена без брахидактилии. От второго брака у прадедущки было две дочери без аномалии и четыре сына с брахидактилией. Все дети прадедущки от второго брака были женаты или замужем за лицами, не имеющими аномалии. У одной его дочери было две девочки и мальчик без брахидактилии, у второй дочери – мальчик без аномалии, у одного сына – девочка с брахидактилией, у второго сына – одна нормальная девочка и две девочки-близнецы с брахидактилией, у двух остальных сыновей – по одному мальчику без аномалии.

Определите вероятность рождения детей с аномалией в семье пробанда при условии, если она вступит в брак с таким же по генотипу мужчиной, как сама.

Задача № 455. Пробанд – девушка с брахидактилией. У нее три брата и одна сестра с нормальным строением пальцев. Отец пробанда с брахидактилией, мать без аномалии. У отца пробанда брат с брахидактилией и две сестры, одна из них с нормальным строением пальцев, другая с брахидактилией. Брат отца пробанда женат на женщине без аномалии. У них четыре сына и шесть дочерей, из которых один сын и две дочери с нормальным строением пальцев, остальные с брахидактилией. Бабушка пробанда по линии отца с брахидактилией, дедушка без аномалии. У бабушки пробанда по линии отца было семь сестер и четыре брата, из них три сестры и один брат с нормальным строением пальцев, остальные с брахидактилией. Два брата и три сестры бабушки пробанда, страдавшие брахидактилией, имели супругов с нормальным строением пальцев. У одного брата бабушки про-

банда было две дочери с брахидактилией, состоявшие в браке с мужчинами, имевшими нормальное строение пальцев. У первой дочери брата бабушки пробанда три сына с нормальным строением пальцев, один сын с брахидактилией, одна дочь с нормальным строением пальцев и две дочери с брахидактилией. У второй дочери – два мальчика с аномалией и два с нормальным строением кисти, одна девочка с брахидактилией и одна с нормальным строением кисти. У другого брата бабушки пробанда по линии отца – дочь без аномалии и дочь с брахидактилией. Дочь одного брата бабушки пробанда с брахидактилией от мужа с нормальным строением пальцев имеет сына без аномалии и сына с брахидактилией. У одной сестры бабушки пробанда по линии отца было две дочери без аномалии. У второй сестры бабушки пробанда – сын без аномалии и две дочери с брахидактилией, одна из которых от брака с нормальным мужем имеет сына с нормальным строением пальцев. У третьей сестры бабушки пробанда по линии отца две дочери без аномалии и сын с брахидактилией, который от жены с нормальным строением пальцев имеет дочь, пораженную анализируемой аномалией, и дочь с нормальным строением пальцев. Прадед (отец бабушки пробанда по линии отца) с брахидактилией, его жена без аномалии. У этого прадеда было шесть братьев без аномалии и три сестры с брахидактилией. Мать прадеда с брахидактилией, отец без аномалии.

Определите генотипы всех упомянутых в родословной лиц и подсчитайте соотношение здоровых и пораженных аномалией прямых потомков матери деда пробанда по линии отца.

Сопоставьте это отношение с менделевским расщеплением.

Задача № 456. Пробанд – женщина с короткопалостью, имеет трех здоровых братьев и одну здоровую сестру. Отец пробанда короткопалый. Со стороны отца дядя и одна тетка короткопалые, а вторая тетка имеет нормальную кисть. У дяди из десяти детей семеро с короткопалой кистью (три сына и четыре дочери), а один сын и две дочери с нормальной кистью. Бабка по отцу была короткопалой, а все родственники по матери нормальные.

Составьте родословную семьи по короткопалости, определите характер наследования этого признака и генотипы указанных в родословной лиц.

Задача № 457. Пробанд – здоровая женщина. Её сестра также

здоровая, а два брата страдают дальтонизмом. Мать и отец пробанда здоровы. Четыре сестры матери пробанда здоровы, мужья их также здоровы. О двоюродных сибсах со стороны матери пробанда известно следующее: в одной семье один больной брат, две сестры и брат здоровы; в двух других семьях по одному больному брату и по одной здоровой сестре; в четвертой семье – одна, здоровая сестра. Бабушка пробанда со стороны матери здорова, дед страдал дальтонизмом. Со стороны отца пробанда больных дальтонизмом не отмечено.

Определите вероятность рождения у пробанда больных дальтонизмом детей при условии, если она выйдет замуж за здорового мужчину.

Задача № 458. Пробанд (мужчина) страдает ночной слепотой. Его два брата также больны. По линии отца пробанда страдающих ночной слепотой не было. Мать пробанда больна. Две сестры и два брата матери пробанда здоровы. Они имеют только здоровых детей. По материнской линии дальше известно: бабушка больна, дед здоров; сестра бабушки больна, а брат здоров; прадедушка, отец бабушки, страдал ночной слепотой; сестра и брат прадедушки были больны; прапрадедушка и его брат больны; брат прадедушки имеет больную дочь и двух больных сыновей. Жена пробанда, её родители и родственники здоровы.

Определите вероятность рождения больных детей в семье пробанда.

Задача № 459. В крови пробанда нормальный гемоглобин А заменен гемоглобином S и гемоглобином Гопкинс-2. У пробанда две сестры и два брата с гемоглобином S, один брат с гемоглобином Гопкинс-2 и один брат с гемоглобином S и гемоглобином Гопкинс-2 одновременно. Отец пробанда нормален по гемоглобину (гемоглобин А), а мать имеет одновременно гемоглобин S и гемоглобин Гопкинс-2. Мать пробанда, её два брата и сестра имеют одинаковый гемоглобин; кроме них у матери пробанда есть сестра с гемоглобином S и брат, гемоглобин которого не исследован. Бабушка пробанда по линии матери с гемоглобином S и гемоглобином Гопкинс-2 одновременно, а дедушка с нормальным гемоглобином А. Неисследованный на гемоглобин дядя пробанда по линии матери был женат на женщине, имевшей гемоглобин S. Их две дочери имеют одновременно гемоглобин S и гемоглобин Гопкинс-2. Эти две двою-

родные сестры пробанда замужем за мужчинами с нормальным гемоглобином А. У одной из них девочка с нормальным гемоглобином и девочка с гемоглобином S и гемоглобином Гопкинс-2 одновременно, у другой два сына: один с гемоглобином S, другой с гемоглобином Гопкинс-2. Тётя пробанда по линии матери была замужем дважды. От первого брака с женщиной, гемоглобин которого не был исследован в связи с его смертью, она имеет дочь с гемоглобином Гопкинс-2. От второго брака с женщиной, имеющей нормальный гемоглобин А, у нее сын и дочь – оба с гемоглобином Гопкинс-2.

Определите характер наследования аномальных гемоглобинов. Вычислите вероятность появления детей одновременно с двумя аномальными гемоглобинами в семье пробанда, если она вступит в брак с таким же по генотипу мужчиной.

Задача № 460. Пробанд – здоровый юноша, имеет здоровую сестру и больного гемофилией брата. Заболевание характеризуется кровотечениями, гемартрозами. Отец пробанда и его родители – здоровы. Мать пробанда здорова, имеет больного брата и здоровую сестру, которая вышла замуж за здорового мужчину. У них родилась здоровая дочь и больной гемофилией сын. Родители мужа сестры матери пробанда – здоровы. Бабушка и дедушка пробанда со стороны матери здоровы. Пробанд женился на здоровой девушке, у которой генотип такой же, как у матери пробанда. В семье пробанда родилась здоровая девочка.

Составьте родословную и проанализируйте ее.

Определите вероятность рождения больного гемофилией мальчика.

Задача № 461. Пробанд страдает легкой формой серповидно-клеточной анемии. Его супруга здорова. Они имеют дочь также с легкой формой серповидно-клеточной анемии, остальные сибсы матери и её отец здоровы. У жены пробанда есть сестра, больная легкой формой анемии, вторая сестра умерла от анемии. Мать и отец жены пробанда страдали анемией, кроме того, известно, что у отца были два брата и сестра с легкой формой анемии, и что в семье сестры отца двое детей умерли от серповидно-клеточной анемии.

Определите вероятность рождения детей с тяжелой формой анемии в семье дочери пробанда, если она выйдет замуж за такого же мужчину, как её отец.

Задача № 462. Пробанд болен легкой формой эллиптоцитоза (эритроциты овальной формы). У гетерозигот заболевание протекает в легкой форме, у гомозигот развивается тяжелая гемолитическая анемия. Пробанд состоит в браке со здоровой женщиной и имеет больную дочь и здорового сына. Отец пробанда болен, а мать здорова. Мать пробанда имеет здоровую сестру и здоровых родителей. Дедушка по линии отца болен, а бабушка здорова. Пробанд имеет по линии отца здоровых тетю и дядю. Дядя женат на здоровой женщине. Их три сына (двоюродные братья пробанда по линии отца) здоровы.

Вычислите вероятность появления в семье дочери пробанда больных внуков, если она выйдет замуж за гетерозиготного по эллиптоцитозу мужчину.

Задача № 463. Пробанд (мужчина) и пять братьев его здоровы. Мать и отец пробанда глухонемые. Два дяди и тётка со стороны отца, также глухонемые. Со стороны матери четыре тетки и дядя здоровы, а одна тётка и один дядя глухонемые. Бабушка и дед (по материнской линии) здоровы. Бабушка и дед по отцу глухонемые. Бабка по отцу имеет глухонемого брата и двух глухонемых сестер. Дед по отцу имеет двух братьев, один из которых здоров, другой глухонемой, и пять сестёр, две из которых глухонемые. Мать и отец бабушки со стороны отца здоровы, мать и отец бабушки со стороны отца глухонемые.

Определите вероятность рождения детей глухонемыми в семье пробанда, если он вступит в брак с нормальной в отношении глухонемоты женщиной, происходящей из благополучной по этому заболеванию семьи.

Задача № 464. Пробанд – нормальная женщина, одна её сестра и один брат больны отосклерозом (глухота), а две сестры и два брата здоровы. Мать пробанда больна, а отец здоров. У отца брат болен, а сестра здорова. Дедушка со стороны отца и бабушка здорова. У бабушки один больной брат, две здоровые сестры и один здоровый брат. Отец бабушки болен, а мать и её родители здоровы. У матери пробанда брат болен, а три сестры здоровы. Бабушка и дедушка пробанда со стороны матери здоровы, у дедушки со стороны матери один брат болен, а другой брат и сестра здоровы.

Составьте родословную и определите вероятность рождения

больных отосклерозом детей у пробанда, если она выйдет замуж за здорового мужчину.

Задача № 465. Пробанд – здоровая девушка, имеет двух здоровых братьев и больную врожденной глухотой сестру. Мать и отец пробанда здоровы. Две сестры и родители матери пробанда также здоровы относительно анализируемого заболевания. Отец пробанда имеет здорового брата, одну больную и одну здоровую сестер. Больная сестра отца вышла замуж за нормального мужчину и у них родились здоровые сын и дочь. Здоровая сестра отца пробанда вышла замуж за здорового мужчину, и у них родились две здоровые девочки. Дед и бабушка пробанда со стороны отца – здоровы, бабушка имеет здоровую сестру и больного брата.

Определите вероятность рождения больного ребенка, если пробанд, выйдет замуж за здорового мужчину.

Задача № 466. Пробанд – юноша, страдающий глухотой. Его сестра с нормальным слухом. У матери пробанда пять сестер с нормальным слухом и один брат глухой. Три сестры матери пробанда замужем за здоровыми мужчинами. У одной сестры матери пробанда здоровая дочь, у второй – здоровый сын, у третьей – здоровая дочь и глухой сын. Бабушка пробанда по линии матери здорова, её муж здоров. У бабушки пробанда по линии матери три здоровые сестры, один здоровый и один глухой братья. Здоровые сестры бабушки по линии матери имели здоровых мужей, а здоровый брат женат на здоровой женщине. У первой сестры бабушки пробанда четыре здоровые дочери и один глухой сын. У второй сестры бабушки здоровая дочь и глухой сын. У третьей сестры бабушки здоровая дочь, один здоровый и один глухой сын. Отец и мать бабушки пробанда по линии матери здоровы.

Определите вероятность рождения глухих детей в семье пробанда при условии, что его жена будет иметь такой же генотип, как мать пробанда.

Задача № 467. Пробанд (мужчина) здоров. Отец пробанда болен буллёзным эпидермолизом. Мать и её родственники здоровы. Две сестры пробанда здоровы, один брат болен. Три дяди со стороны отца и их дети здоровы, а три дяди и одна тётка – больны. У одного больного дяди от первого брака есть больной сын и здоровая дочь, а от

второго брака больные дочь и сын. У второго больного дяди есть две здоровые дочери и больной сын. У третьего больного дяди – два больных сына и две больные дочери. Бабушка по отцу больна, а дед здоров; здоровы были три сестры и два брата бабушки.

Определите вероятность рождения больных детей в семье пробанда при условии, что он вступит в брак со здоровой женщиной.

Задача № 468. Пробанд имеет нормальные по окраске зубы. У его сестры зубы коричневые. У матери пробанда зубы коричневые, у отца – нормальной окраски. Семь сестёр матери пробанда с коричневыми зубами, а четыре брата – с нормальной окраской. Одна тётка пробанда по линии матери, имеющая коричневые зубы, замужем за мужчиной с нормальными зубами. У них трое детей: дочь и сын с коричневыми зубами и дочь с нормальной окраской. Два дяди пробанда по линии матери женаты на женщинах без аномалии в окраске зубов. У одного из них два сына и дочь, у другого – две дочери и сын. Все они с нормальной окраской зубов. Коричневые зубы имел дед пробанда по линии матери, а бабка по линии матери имела нормальной окраски зубы. Два брата деда по линии матери с нормальной окраской зубов. Прабабушка (мать деда по линии матери) и прапрабабушка (мать этой прабабушки) имели коричневые зубы, а их мужья были с нормальной окраской зубов.

Определите, какие дети могут быть у пробанда, если он вступит в брак с женщиной, имеющей такой же генотип, как и его сестра.

Задача № 469. В Северной Ирландии изучили наследование глухонемоты в нескольких семьях. В одной из таких семей у здоровых родителей родилось 8 детей, четверо из которых (два сына и две дочери) были глухонемыми. В другой семье у глухонемых родителей было три дочери и один сын, все глухонемые. Глухонемой сын из первой семьи был женат на одной из дочерей из второй семьи и все их дети, дочь и три сына, были глухонемыми. Один из этих трех сыновей женился на глухонемой девушке, не состоящей в родстве с этими семьями, и их шестеро сыновей были здоровы.

Составьте родословную.

Дайте объяснение приведенным фактам.

Задача № 470. Пробанд – здоровый юноша, имеет двух сестер с гипоплазией эмали зубов. Мать пробанда здорова, а отец болен. У

матери две здоровые сестры, здоровый брат. Оба родителя матери тоже здоровы. У отца одна сестра здоровая и одна – больная. Обе сестры имеют здоровых мужей. У здоровой сестры один сын здоровый, а у больной сын и дочь – оба страдают гипоплазией эмали. Дедушка пробанда по линии отца здоров, а бабушка больна. У бабушки две больные сестры и здоровый брат. Отец больной бабушки пробанда болен, а мать – т. е. прабабушка пробанда здорова. Пробанд женится на девушке, страдающей гипоплазией зубной эмали. У девушки старший брат болен и имеет здоровую жену и больную дочь. Младший брат здоров, и имеет здоровую жену. Детей у него нет. Мать жены пробанда больна, а отец здоров. У матери жены пробанда больная сестра и здоровый брат. Дедушка жены пробанда по линии матери болен, а бабушка здорова.

Определите вероятность рождения больных детей в семье пробанда, а также в семьях его родственников.

Задача № 471. Пробанд – здоровый юноша, имеет двух больных синдромом витилиго (очаговая депигментация кожи) сестер и здорового брата. Мать пробанда и её брат здоровы. Со стороны матери, дед, бабушка и две её сестры здоровы. Родители бабушки пробанда со стороны матери тоже здоровы. Отец пробанда здоров, имеет больную сестру и здорового брата. Дед пробанда со стороны отца болен синдромом витилиго, а две его сестры и брат здоровы, бабушка здорова. В семье брата пробанда – больной сын и здоровая дочь. Определите вероятность рождения здоровых и больных детей в семье пробанда, если он женится на здоровой девушке.

Составьте родословную и проанализируйте ее.

Задача № 472. В МГК обратилась здоровая женщина, с целью выяснить прогноз по полипозу кишечника для своего потомства. Её брат болен, мать и отец здоровы. Родственники отца: две сестры, отец и мать здоровы. Два брата матери пробанда здоровы, а один – болен. Бабушка пробанда со стороны матери здорова. У этой бабушки: брат, сестра и их родители здоровы. Дед пробанда со стороны матери и одна сестра больны полипозом кишечника, а ещё один брат и сестра – здоровы. Прабабушка и прадедушка пробанда со стороны матери здоровы.

Составьте родословную и проанализируйте ее. Определите прогноз потомства пробанда, если она выйдет замуж за здорового мужчину.

Задача № 473. Ихтиоз – резкое изменение покровов кожи. Пробанд и две его сестры здоровы, а его два брата больны ихтиозом. Мать пробанда и её сестра здоровы. В семье здоровой тёти пробанда со стороны матери имеется здоровая двоюродная сестра и больной брат. Дедушка пробанда со стороны матери болен, а две его сестры здоровы. Бабушка пробанда со стороны матери здорова и имеет здоровых брата и сестру. Отец пробанда здоров, имеет здоровых брата и сестру. Бабушка пробанда со стороны отца и дедушка здоровы.

Определите тип наследования заболевания, генотипы родственников и прогноз потомства при браке пробанда с гетерозиготной девушкой.

Задача № 474. Пробанд – юноша, больной синдромом Аарского. Данный синдром характеризуется: отставанием в росте (90%), гипертелоризмом, птозом, а также разболтанностью суставов, брахидактилией и т. д. Пробанд имеет двух здоровых сестер и здорового брата. Отец пробанда, две его сестры и их родители абсолютно здоровы относительно анализируемого заболевания. Мать пробанда здорова и имеет здоровых брата и сестра, а также одного больного брата. Братья и сестра матери пробанда имеют здоровых супругов. У братьев матери пробанда по одной здоровой дочери, а у сестры – больной сын. Дедушка и бабушка пробанда со стороны матери здоровы. Дедушка имеет здоровую сестру и здорового брата. У бабушки больной брат и здоровая сестра.

Определите вероятность рождения больных детей в семье пробанда и семьях его двоюродных брата и сестер, если у них будут здоровые супруги.

Задача № 475. Пробанд – здоровый юноша, имеет здоровую сестру и больного синдромом Хартнупа брата. Данное заболевание обусловлено нарушением абсорбции и реабсорбции триптофана и других аминокислот. У больных отмечается отставание в росте, раздражительность, запоры. Отец пробанда и его сестры здоровы, их родители также здоровы. Дедушка пробанда со стороны отца имеет здорового брата, а бабушка здоровую сестру. Мать пробанда здорова, имеет здоровых брата и сестру. Бабушка пробанда со стороны матери здорова, а дедушка болен заболеванием. Дедушка пробанда со стороны матери имеет двух здоровых сестер, их мать и отец здоровы.

Дайте прогноз потомства пробанда, если он женится на гете-

розиготной относительно анализируемого заболевания женщине.

Задача № 476. Прогнатизм мандибулярный характеризуется чрезмерным развитием нижней челюсти и недоразвитием верхней. В МГК обратились здоровые молодожены, у которых это заболевание встречается с обеих сторон. У девушки имеется два здоровых брата и одна больная сестра. Её мать здорова. Родители матери тоже здоровы. Отец девушки болен, он имеет двух сестер и одного здорового брата. Дедушка по линии отца болен, а бабушка здорова. Муж девушки здоров и имеет здоровую сестру. Его мать больна, а сестра матери здорова. У тетки мужа по линии матери трое детей: один сын болен, а ещё один сын и дочь здоровы. Бабушка мужа по линии матери больна, а дедушка здоров. Отец мужа здоров. Здоровы все его родственники.

Определите вероятность рождения в этой семье больного ребенка.

Задача № 477. Пробанд страдает дефектом ногтей и коленной чашечки, а его брат нормален. Этот синдром был у отца пробанда, а мать была здорова. Дедушка пробанда по линии отца с синдромом, а бабушка здорова. Отец пробанда имеет трех братьев и четырех сестер, из них два брата и две сестры с синдромом дефекта ногтей и коленной чашечки. Больной дядя по линии отца женат на здоровой женщине и имеет двух дочерей и сына. Все они здоровы.

Определите вероятность появления детей с заболеванием в семье пробанда, если его супруга не будет страдать дефектом ногтей и коленной чашечки.

Задача № 478. Пробанд – женщина, больная мозжечковой атаксией. Её супруг здоров. У них шесть сыновей и три дочери. Один сын и одна дочь больны мозжечковой атаксией, остальные дети здоровы. Пробанд имеет здоровую сестру и трех больных братьев. Здоровая сестра замужем за здоровым мужчиной и имеет здоровую дочь. Три больных брата пробанда женаты на здоровых женщинах. В семье одного брата два здоровых сына и одна здоровая дочь, в семье второго брата здоровый сын и больная дочь, в семье третьего – два сына и две дочери – все здоровы. Отец пробанда болен, а мать здорова.

Вычислите вероятность появления больных детей у больной дочери пробанда, если она выйдет замуж за здорового мужчину.

Задача № 479. Пробанд – здоровый юноша, имеет четверых братьев, больных мышечной дистрофией типа Дюшенна. Мать и отец пробанда здоровы. У матери пробанда две здоровые сестры, один здоровый брат и два брата, больные мышечной дистрофией. Бабушка и дедушка пробанда со стороны матери здоровы. У бабушки было три здоровых сестры, два здоровых брата и один брат, больной мышечной дистрофией. Все здоровые братья и сестры бабки имели здоровых супругов. У обоих братьев было по пять детей – все девочки и мальчики здоровы. У одной из сестер бабки был больной дистрофией сын, у второй сестры бабки три здоровых сына и одна здоровая дочь. Третья сестра бабки выходила замуж несколько раз за здоровых мужчин. От первого брака у нее родился больной дистрофией сын, от второго брака – один сын здоровый, а второй – больной, от третьего брака – один здоровый сын, одна здоровая дочь и два больных дистрофией сына. Родители бабки пробанда по линии матери были здоровы.

Определите вероятность рождения в семье пробанда больных детей, если его супруга будет иметь такой же генотип, как мать пробанда.

Задача № 480. Одна из форм рахита не излечивается обычными дозами витамина Д. Пробанд – юноша, страдающий этой формой рахита. Его сестра здорова. Мать пробанда больна рахитом, отец здоров. У матери пробанда было трое братьев – все здоровы. Дед пробанда по линии матери болен, бабушка здорова. Дед имел двух здоровых братьев и одного больного. У здоровых братьев деда от здоровых жен было пять здоровых сыновей (у одного четыре сына, у другого – один). У больного брата деда жена была здорова. У них было три больные дочери и два здоровых сына. У двух больных дочерей брата деда пробанда от здоровых мужей было по одной здоровой дочери. Еще у одной больной дочери брата деда пробанда, состоящей в браке со здоровым мужчиной, было два сына, один из которых был болен и больная дочь. У здоровых сыновей брата деда пробанда жены здоровы, здоровы их дети.

Определите вероятность рождения больных рахитом детей в семье пробанда, если он вступит в брак со своей больной троюродной сестрой.

Задача № 481. Составьте родословную семьи со случаем диабета. Здоровые муж и жена (двоюродные сибсы) имеют больного ре-

бенка. Мать мужа и отец жены (родные сибсы) здоровы. Брат мужа, две сестры жены, общий дядя супругов и бабушка здоровы. Дед страдал диабетом. Все родственники со стороны отца мужа (два дяди, двоюродная сестра, дед и бабушка) и матери жены (тетка, двоюродный брат, дед и бабушка) здоровы.

Определите характер наследования болезни и отметьте тех членов семьи, гетерозиготность которых по гену диабета не вызывает сомнения.

Задача № 482. Составьте родословную семьи со случаем шизофрении. Пробанд – женщина, больная шизофренией. Её брат, сестра и отец здоровы. Со стороны отца имеются следующие родственники: дядя, больной шизофренией, и две тетки – здоровые. Одна из теток имеет трех здоровых детей, вторая – здорового сына. Дед и бабушка со стороны отца здоровы; сестра бабушки болела шизофренией. Мать пробанда, дядя, дед и бабушка с материнской стороны здоровы; у дяди два здоровых ребенка.

Определите характер наследования болезни и укажите генотипы возможно большего числа лиц.

Задача № 483. Составьте родословную семьи с редким заболеванием эпилоией, которое детерминируется геном с летальным действием. Большинство лиц с врожденной эпилоией (паталогическое разрастание кожи, умственная отсталость, судорожные припадки, наличие опухолей сердца, почек и других органов) погибает, не достигнув половой зрелости. При слабой выраженности синдрома некоторые из таких больных выживают и дают потомство. Пробанд – женщина, страдающая эпилоией, в браке со здоровым мужчиной имела троих детей: здоровых сына и дочь, и больную дочь, у которой впоследствии родилось пятеро детей: здоровые два сына и две дочери и одна дочь с эпилоией. Установлено, что у этой больной женщины – дочери пробанда – было два мертворожденных ребенка.

Определите, каким геном, доминантным или рецессивным, детерминируется это заболевание и объясните различный эффект этого гена.

Задача № 484. Пробанд нормального роста имеет сестру с ахондроплазией. Мать пробанда нормальна, а отец страдает ахондроплазией. По линии отца пробанд имеет двух нормальных теток, одну тет-

ку с ахондроплазией и одного дядю с ахондроплазией. Тётя, имеющая ахондроплазию, замужем за здоровым мужчиной. У них есть сын карлик. Здоровая тётя от здорового мужа имеет двух мальчиков и двух девочек – все они здоровы. Дядя карлик женат на здоровой женщине. У него две нормальные девочки и сын карлик. Дедушка по линии отца карлик, а бабушка нормальна.

Определите вероятность появления карликов в семье пробанда, если его жена будет иметь такой же генотип, как он сам.

Вычислите вероятность появления карликов в семье сестры пробанда, если она вступит в брак со здоровым мужчиной.

Задача № 485. Пробанд – юноша, страдающий ночной слепотой. У него сестра и брат с нормальным зрением. Мать пробанда имеет пять братьев и одну сестру. У сестры матери нормальное зрение. Она состоит в браке с нормальным по зрению мужчиной и имеет сына с цветовой слепотой. Три брата матери страдают одновременно ночной и цветовой слепотой, один брат – только ночной слепотой и один брат – только цветовой слепотой. Бабушка пробанда по линии матери имеет нормальное зрение и состоит в браке с нормальным по зрению мужчиной. У бабушки один брат с ночной слепотой и еще один брат и пять сестер с нормальным зрением. Все сестры бабушки замужем за мужчинами с нормальным зрением. У двух сестер бабушки по одному сыну, страдающих одновременно ночной и цветовой слепотой. У третьей сестры – два сына с цветовой слепотой и дочь с нормальным зрением, имеющая от брака с мужчиной с нормальным зрением сына тоже с нормальным зрением. У пятой сестры один сын с ночной слепотой и две дочери с нормальным зрением. Обе дочери пятой сестры замужем за нормальными в отношении зрения мужчинами и имеют по два сына с нормальным зрением. Прабабушка (мать бабушки со стороны матери пробанда) и её супруг с нормальным зрением. Сестра прабабушки с нормальным зрением, была замужем за нормальным в отношении зрения мужчиной и имела дочь с нормальным зрением, от брака которой с нормальным мужчиной есть внук с цветовой слепотой и внучка с нормальным зрением. Родители прабабушки – с нормальным зрением.

Определите генотипы родителей прабабушки.

Вычислите вероятность рождения детей с нарушением зрения в семье пробанда при условии, если он вступит в брак с женщиной, происходящей из семьи, благополучной по анализируемым заболеваниям.

Задача № 486. Роза и Алла – родные сестры и обе, как и их родители, страдают ночной слепотой. У них есть еще сестра с нормальным зрением, а также сестра и брат, страдающие ночной слепотой. Роза и Алла вышли замуж за мужчин с нормальным зрением. У Аллы было две девочки и четыре мальчика, страдающих ночной слепотой. У Розы – два сына и дочь с нормальным зрением и еще один сын, страдающий ночной слепотой.

Определите генотипы Розы и Аллы, их родителей и детей.

Вычислите вероятность появления у Розы и Аллы внуков, страдающих ночной слепотой, при условии, что все их дети вступят в брак с лицами, нормальными в отношении зрения.

Задача № 487. Пробанд болен врожденной катарактой (офтальмологическое заболевание, связанное с помутнением хрусталика глаза и вызывающее различные степени расстройства зрения). Он состоит в браке со здоровой женщиной и имеет больную дочь и здорового сына. Отец пробанда болен катарактой, а мать здорова. Мать пробанда имеет здоровую сестру и здоровых родителей. Дедушка по линии отца болен, а бабушка здорова. Пробанд имеет по линии отца здоровых родных тетю и дядю. Дядя женат на здоровой женщине. Их три сына (двоюродные братья пробанда по линии отца) здоровы.

Вычислите вероятность появления в семье дочери пробанда больных детей, если она выйдет замуж за гетерозиготного по катаракте этого типа мужчину.

Задача № 488. Пробанд болеет глаукомой (патологические изменения глаз, ведущие к слепоте) и имеет двух здоровых сестер. Жена пробанда и её родители здоровы относительно анализируемого заболевания. Родители пробанда здоровы. Родители и сестра отца пробанда здоровы тоже. Мать пробанда имеет больную сестру, которая вышла замуж за здорового мужчину и у них родились здоровый мальчик и больная девочка. Дедушка пробанда со стороны матери болен, а бабушка здорова.

Определите, какова вероятность рождения больного ребенка в семье пробанда.

Задача № 489. Пробанд – девушка, страдающая высокой (выше -5.0) близорукостью. Её брат страдает умеренной (от -2.0 до -4.0) близорукостью. Отец пробанда обладает нормальным зрением.

ем, мать страдала высокой близорукостью. У матери пробанда есть сестра с умеренной близорукостью. Муж сестры матери пробанда с нормальным зрением, а две их дочери с умеренной близорукостью. Муж сестры матери пробанда с нормальным зрением, а две их дочери с умеренной близорукостью. У мужа сестры матери пробанда есть брат и сестра с нормальным зрением, их родители также с нормальным зрением. Бабушка пробанда по линии матери с умеренной близорукостью, её муж (дед пробанда по линии матери) с высокой близорукостью. У бабушки пробанда по линии матери три брата с нормальным зрением. Мать бабушки пробанда по линии матери с умеренной близорукостью, а её муж с нормальным зрением. У деда пробанда по линии матери было три брата: один с умеренной близорукостью, другой с высокой; о состоянии зрения третьего брата ничего неизвестно. Брат деда пробанда по линии матери, имеющий умеренную близорукость, женат на женщине с нормальным зрением. Другой брат деда пробанда по линии матери, имеющий высокую близорукость, женат на женщине с нормальным зрением. Отец деда пробанда по линии матери был с нормальным зрением, его жена с высокой близорукостью. Бабушка и дедушка по линии отца пробанда имели нормальное зрение, все их родственники и родители здоровы.

Определите вероятность рождения детей близорукими и характер близорукости в семье пробанда, если она выйдет замуж за мужчину с таким же генотипом, каким обладала его мать.

7. ПОПУЛЯЦИОННО-СТАТИСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ГЕНЕТИКИ

Задача № 490. Система группы крови Лютеран определяют два аллеля: Lu^a (лютеран-положительные) и Lu^b (лютеран-отрицательные). Гетерозиготы – $Lu^a Lu^b$ – являются лютеран-положительными. У англичан лютеран-положительные составляют 8% населения, а среди населения г. Кракова – 11,5% (В. Соха, 1979).

Определите частоты аллелей Lu^a и Lu^b англичан и жителей г. Кракова.

Задача № 491. Система групп крови Даффи определяют три аллеля одного гена: Fy^a , Fy^b и Fy^c . Однако, аллель Fy^c обнаружен только у негров. Fy^a доминирует над Fy^b , а лица, несущие ген Fy^a , являются даффи-положительными. По данным В. Соха (1970) и Л.О. Бадаляна (1971), ген Fy^a в гомо- или гетерозиготном состоянии встречается у 74,53% русских, у 66,46% итальянцев и у 69,9% поляков.

Определите частоту генов Fy^a и Fy^b у указанных русских, итальянцев и поляков.

Задача № 492. Система групп крови Кидд (Kidd) определяют два аллеля: Ik^a и Ik^b . Аллель Ik^a является доминантным по отношению к Ik^b , а лица, имеющие его, кидд-положительные. Частота гена Ik^a среди населения г. Кракова равна 0,458 (В. Соха, 1970). Частота кидд-положительных людей среди негров составляет 80% (К. Штерн, 1965).

Определите генетическую структуру популяции г. Кракова и негров по системе Кидд (Kidd).

Задача № 493. Популяция состоит из 9000 особей. Из них: 3000 особей имеют генотип АА, 4500 особей – генотип Аа, 1500 особей – генотип аа.

Определите частоту встречаемости аллелей А и а в данной популяции.

Задача № 494. В популяции 1000 особей имеют генотип СС, 2000 особей – генотип Сс и 7000 особей – генотип сс.

Определите частоту аллелей С и с.

Задача № 495. Две популяции имеют следующие структуры: первая – 0,33АА:0,14Аа:0,53аа; вторая – 0,24АА:0,32Аа:0,44аа.

Вычислите соотношение генотипов в следующем поколении в обеих популяциях при условии панмиксии.

Задача № 496. Имеются три группы особей со следующей частотой генотипов: 60% ЕЕ и 40% ее; 50% ЕЕ, 30% её и 20% ее; 30% ЕЕ, 40% её и 30% ее.

Определите, какие частоты генотипов установятся во втором поколении в каждой из трех групп при условии панмиксии.

Задача № 497. Исходное соотношение генотипов в некоей панмиктической популяции 2АА:1Аа:3аа.

Определите генотипическую структуру этой популяции в F₃.

Задача № 498. В панмиктической популяции соотношение трех пар аллелей следующее – 1А:1а, 99В:1b, 1D:99d.

Определите частоты разных генотипов по каждой паре аллелей.

Задача № 499. Популяция состоит из особей с тремя вариантами генотипов в соотношении 9АА:6Аа:1аа.

Установите, находится ли данная популяция в состоянии генетического равновесия.

Рассчитайте генотипический состав популяции следующего поколения при панмиксии.

Задача № 500. Доля особей АА в большой свободно-скрещивающейся популяции равна 0,09.

Рассчитайте часть популяции, которая должна быть гетерозиготной по гену А.

Задача № 501. Гомозиготные особи аа составляют в популяции 1%.
Вычислите (в%) частоты генотипов АА, Аа и аа.

Задача № 502. Даны частоты генотипов соответственно: АА, Аа, аа.

а) 0,5:0:0,5;

б) 25:10:1;

в) 0,36:0,15:0,49;

- г) 0,09:0,10:0,81;
- д) 1:1:0,25;
- е) 0,45:0,45:0,10;
- ж) 0,22:0,36:0,42;
- з) 0,5625:0,3750:0,0625.

Укажите, какие из перечисленных ниже популяций равновесны, а какие – нет.

Задача № 503. Доля особей АА в большой перекрестно-скрещивающейся популяции равна 0,09.

Определите часть популяции, которая должна быть гетерозиготна по А, если принять, что все генотипы обладают одинаковыми репродуктивными потенциалами относительно этого гена.

Задача № 504. Исходное соотношение генотипов 25% АА, 25% аа и 50% Аа.

Определите состояние популяции, подчиняющейся правилу Харди–Вайнберга за 10 поколений.

Задача № 505. Представлены следующие выборки из популяций:

- а) 400 особей АА и 100 особей аа;
- б) 700 особей СС и 300 особей сс;
- в) 60 особей ММ и 40 особей мм.

Вычислите частоту доминантного и рецессивного аллелей.

Задача № 506. Две популяции имеют следующие генотипические частоты: первая – 0,24 АА, 0,32 Аа, 0,44 аа; вторая – 0,33 АА, 0,14 Аа, 0,53 аа.

Вычислите соотношение генотипов в следующем поколении при условии панмиксии.

Задача № 507. В популяции А частота рецессивного аллеля равна 20%, в популяции В, имеющей такую же численность, частота этого аллеля равна 4%.

Вычислите частоты генотипов, если объединить популяции, и в новой популяции будет иметь место панмиксия.

Задача № 508. В панмиктической популяции соотношения ал-

лелей, в каждой из трёх пар, следующие: 1A:1a, 99B:1b, 1D:99d.

Определите частоты всех генотипов в этой популяции по каждой паре аллелей отдельно.

Задача № 509. В одной панмиктической популяции частота рецессивного аллеля b равна 0,1, а в другой – 0,9.

Определите популяцию, где выше частота гетерозигот.

Задача № 510. Соотношение в выборке следующее – 10aa:1AA:10Aa.

Определите генотипическую структуру F_3 при самоопылении и панмиксии.

Задача № 511. Популяция состоит из 80% особей с генотипом AA и 20% – с генотипом aa.

Определите в долях единицы частоты генотипов AA, Aa и aa после установления равновесия в популяции.

Задача № 512. В одной популяции имеется три генотипа по аутосомному локусу в соотношении 9AA:6Aa:1aa.

Установите, находится ли данная популяция в состоянии генетического равновесия. Рассчитайте генотипический состав популяции следующего поколения при панмиксии.

Задача № 513. Соотношение генотипов в выборке следующее: 1 AA к 1 aa.

Определите генотипическую структуру популяций в пятом поколении в случае самоопыления и панмиксии.

Задача № 514. Соотношение генотипов в выборке следующее: 7 aa, 1 AA, 1 Aa.

Определите генотипическую структуру популяции в пятом поколении в случае самоопыления и панмиксии.

Задача № 515. Исходное растение – гетерозигота Bb.

Определите частоты генотипов в F_8 при самоопылении.

Задача № 516. У сорта кукурузы альбиносные растения (aa) встречаются с частотой 0,0025.

Вычислите частоту аллелей A и a и частот генотипов AA и Aa у этого сорта.

Задача № 517. В первом поколении гибрида ячменя число гетерозиготных форм по паре аллелей составляет 100%.

Определите долю гомозиготных форм в потомстве этого растения после самоопыления в пятом поколении.

Задача № 518. Рожь – перекрестноопыляемое растение, пшеница – самоопыляемое.

Определите растения, где выше доля гетерозигот по большому числу генов.

Задача № 519. Хлорофильная недостаточность – рецессивный аллель, мутанты жизнеспособны, горох – строгий самоопылитель.

Определите соотношение зеленых растений и хлорофильных мутантов гороха можно ожидать в пятом поколении от самоопыления гетерозиготного растения.

Задача № 520. На пустынный островок случайно попало одно зерно пшеницы, гетерозиготной по некоторому гену B . Оно возшло и дало начало серии поколений самоопылителей.

Вычислите долю гетерозиготных растений среди представителей шестого поколения.

Задача № 521. На остров ветром занесло семечко однолетнего самоопыляющегося растения, гетерозиготного по одному гену.

Определите растительный покров на острове через три года, если предположить, что все особи выживают, производя одно поколение в год.

Вычислите вероятность нахождения через пять лет растения, идентичного по генотипу с прародительским.

Задача № 522. Альбинизм у ржи наследуется как аутосомный признак. На обследованном участке среди 84000 растений обнаружено 210 альбиносов.

Определите частоту гена альбинизма у ржи.

Задача № 523. Альбинизм у кукурузы наследуется как аутосом-

ный рецессивный аллель. У некоторых сортов кукурузы растения – альбиносы встречаются с частотой 25:10 000.

Определите частоту гена альбинизма у этих сортов кукурузы.

Задача № 524. Высеяны в равных количествах семена пшеницы краснозерной (AA и Aa) и белозерной (aa).

Вычислите соотношение красных и белых семян через 10 лет.

Задача № 525. Высеяны в равных количествах семена краснозерной пшеницы (AA и Aa) и белозерной (aa).

Вычислите соотношение краснозерных и белозерных растений будет через 5 лет, при условии, что в течение этих лет растения только самоопылялись.

Задача № 526. Альбинизм у подсолнечника наследуется как рецессивный аллель. На опытном участке у одного из сортов подсолнечника из обследованных 17 385 растений 39 оказались альбиносами.

Определите частоту аллеля альбинизма и генотипическую структуру этого сорта.

Задача № 527. В опыте было использовано 4 растения гороха красноцветковых гетерозиготных (Aa) и 1 растение красноцветковое гомозиготное (AA).

Определите соотношение генотипов и фенотипов в популяции в четвёртом поколении, при условии само- и перекрёстного опыления.

Задача № 528. Исходная группа животных, состоящая из 10% особей с генотипом AA и 90% – с генотипом aa.

Установите частоты генотипов AA, Aa и aa в этой популяции в F₃ при условии панмиксии.

Задача № 529. В один сосуд помещено 10 пар мух дрозофилы из линии с рецессивными коричневыми глазами и 50 пар – из линии дикого типа с доминантными красными глазами.

Вычислите соотношение фенотипов в пятом поколении при условии панмиксии.

Задача № 530. У крупного рогатого скота породы шортгорн красная масть не полностью доминирует над белой. Гибриды от

скрещивания красных с белыми имеют чалую масть. В районе, специализирующемся на разведении шортгорнов, зарегистрировано 4169 красных животных, 3780 чалых и 756 белых.

Определите частоту аллелей красной и белой масти скота в этом районе.

Задача № 531. В популяции крупного рогатого скота 4169 особей имели красную окраску, 3780 – чалую и 756 – белую.

Определите соотношение аллелей и генотипов в F3 этой популяции при условии панмиксии (чалую окраску имеют особи, гетерозиготные по аллелям красной и белой окрасок).

Задача № 532. В популяции мышей в течение одного года родилось 2% альбиносов (рецессивный аллель).

Определите частоты аллелей и долю гетерозигот в этой популяции при условии панмиксии.

Задача № 533. На одном из островов было отстреляно 10000 лисиц, из них оказалось 9991 рыжая и 9 белых особей. Рыжий цвет доминирует над белым.

Определите частоты аллелей рыжей и белой окраски и генетическую структуру популяции.

Задача № 534. Из 14345 лисиц, изученных Ромашовым и Ильиной, 12 лисиц чёрные, 678 – промежуточной окраски, а 13655 лисиц – рыжие.

Найдите частоты аллелей чёрной и рыжей окраски меха в популяции лисиц.

Задача № 535. Альбинизм – рецессивный аутосомный аллель. Заболевание встречается с частотой 1:20000.

Определите генетическую структуру популяции.

Задача № 536. Аниридия (отсутствие радужной оболочки глаза у человека) наследуется как аутосомный доминантный признак и встречается с частотой 1:20000.

Определите частоту гена аниридии и генотипическую структуру изолированной популяции.

Задача № 537. Аниридия наследуется как доминантный ауто-сомный признак и встречается в некоторой популяции с частотой 1:10000 (В.П. Эфроимсон, 1969).

Определите генетическую структуру популяции.

Задача № 538. Фенилкетонурия у человека наследуется как ре-цессивный аутосомный признак и встречается с частотой 1:40000.

Определите частоту аллелей и генотипическую структуру по-пуляции

Задача № 539. В одном городе с устоявшимся составом населе-ния в течение пяти лет среди 25000 новорожденных зарегистрировано 2 больных фенилкетонурией, которую детерминирует рецессивный аллель аутосомного гена.

Определите теоретически ожидаемое число гетерозигот среди 500000 населения данного города.

Задача № 540. Среди белого населения Северной Америки доля ре-зус-отрицательных индивидов (pp) составляет 15%.

Исходя из того, что выбор супругов не определяется антигена-ми их крови, вычислите, какова средняя вероятность того, что ре-зус-отрицательная девушка станет женой мужчины: а) pp; б) Pp; в) PP.

Задача № 541. Алкаптонурия детерминирована рецессивным аллелем аутосомного гена. В старости при этой аномалии развивается артрит. Заболевание встречается с частотой 1:1000000 (В.П. Эфроим-сон, 1968).

Вычислите теоретически ожидаемое число гетерозигот в по-пуляции численностью 1 млн человек.

Задача № 542. В районе с населением в 500000 человек зареги-стрировано 5 больных алкаптонурией (наследование аутосомно-рецессивное).

Определите количество гетерозигот по анализируемому при-знаку в данной популяции.

Задача № 543. Средняя частота заболевания аутосомно-рецессивной глухонемой для европейских стран равна 2:10000.

Определите возможное число гетерозиготных по глухонемоте людей в районе, включающем 8000000 жителей.

Задача № 544. В популяции численностью 500 тыс. встречаемость рецессивного заболевания составляет 1 на 400 человек.

Определите число носителей мутантного аллеля в этой популяции.

Задача № 545. Арахнодактилия («паучьи пальцы») детерминирована доминантным аллелем аутосомного гена, пенетрантность которого равна 30%. В Европе больные арахнодактилией встречаются с частотой 0,04 на 1000.

Определите частоту этого аллеля в популяции численностью 300 тыс. человек.

Задача № 546. Ретинобластома и арахнодактилия – аутосомные доминантные признаки. Пенетрантность аллелей, их детерминирующих, равна 60% и 30%, соответственно. В Европе больные ретинобластомой встречаются с частотой 0,03, а арахнодактилией 0,04 на 1000.

Определите частоту аллелей, детерминирующих эти заболевания среди европейцев.

Задача № 547. При полном обследовании населения (280000 человек) в одном из районов Европы зарегистрировано 7 случаев болезни Шпильмейера–Фогта (юношеская форма амавротической идиотии). Болезнь детерминирована рецессивным аллелем аутосомного гена.

Определите теоретически ожидаемое число гетерозиготных носителей этого аллеля среди 1 миллиона человек.

Задача № 548. В популяциях Европы частота болезни Тэй–Сакса (детская форма амавротической идиотии), наследуемой по рецессивному типу, составляет 4:1000.

Вычислите число особей в популяции, на которых приходится один носитель.

Задача № 549. Из 84000 детей, родившихся в течение 10 лет в родильных домах одного города, у 210 детей обнаружили патологию.

ческий рецессивный признак.

Определите генетическую структуру популяции.

Задача № 550. Выделение аминomásляной кислоты с мочой обусловлено рецессивным аллелем аутосомного гена. Больные среди белого населения США составляют 10%.

Определите генетическую структуру популяции.

Задача № 551. Наследственная метгемоглобинемия (повышенное содержание метгемоглобина в крови вследствие дефекта фермента диафоразы) наследуется как рецессивный признак. В популяции эскимосов Аляски болезнь встречается с частотой 0,09% (П.Б. Гофман–Кадошников, 1969).

Определите генетическую структуру анализируемой популяции по метгемоглобинемии.

Задача № 552. Подагра встречается у 2% людей и обусловлена доминантным аллелем аутосомного гена. У женщин ген подагры не проявляется, у мужчин пенетрантность его равна 20% (В.П. Эфроимсон).

Определите генетическую структуру популяции по анализируемому признаку, исходя из этих данных.

Задача № 553. В одном из американских городов в части, представляющей изолят из итальянских переселенцев, в период с 1928 по 1942 гг. среди 26000 новорожденных 11 оказалось с тяжелой формой талассемии – генотип ТТ (К. Штерн).

Определите число гетерозигот среди итальянцев-переселенцев данного города.

Задача № 554. Врожденный вывих бедра наследуется как аутосомный доминантный признак, со средней пенетрантностью 25%. Заболевание встречается с частотой 6:10000 (В.П. Эфроимсон, 1968).

Определите число гомозиготных особей по рецессивному аллелю. Определите теоретически ожидаемое число гетерозигот в популяции численностью 250000.

Задача № 555. В популяции, состоящей из 100 млн человек, 40 тыс. поражено заболеванием, вызываемым рецессивным геном.

Определите количество больных в следующем поколении, при условии, если этим лицам воспрепятствовать в воспроизведении потомства и, если численность популяции не изменится.

Задача № 556. Из 84 тыс. детей, родившихся в родильных домах в течение 10 лет в городе К., у 210 детей обнаружен патологический рецессивный признак. Популяция этого города отвечает условиям панмиксии и генотипического равновесия для двухаллельной генетической системы.

Определите частоту рецессивного аллеля в данной популяции и её генетическую структуру.

Задача № 557. Фруктозурия (редкий, рецессивно наследуемый дефект углеводного обмена), встречается в популяции людей с частотой $7:1000000$.

Определите частоты аллелей и генотипов в этой популяции. Вычислите число особей, на которых приходится один носитель заболевания.

Задача № 558. В популяции встречаемость заболевания, связанного с гомозиготностью по рецессивному гену, составляет 1 на 400 человек.

Определите долю носителей заболевания и частоты разных генотипов в этой популяции при допущении двухаллельного механизма генного контроля изучаемого признака.

Задача № 559. Из 27312 детей, родившихся в городе, у 32 обнаружен патологический рецессивный признак.

Определите частоты аллелей в популяции и установите на какое число новорожденных приходится один носитель заболевания.

Задача № 560. Женщины, имеющие безобидный рецессивный признак, сцепленный с X-хромосомой, встречаются в популяции в количестве 1 на 10000.

Определите частоту пораженных этим признаком мужчин.

Задача № 561. Частота встречаемости рецессивного аллеля, обуславливающего неспособность свертывать язык «продольной трубочкой» составляет 0,6.

Определите частоту встречаемости индивидов, обладающих способностью свертывать язык «трубочкой» и не обладающих ею.

Задача № 562. В популяции I частота встречаемости сцепленного с полом рецессивного гена равна 20%, а в популяции II частота – 4%.

Установите уровень частот возможных генотипов после панмиксии в течение многих поколений, в которой обе популяции участвовали в равных количествах.

Задача № 563. В популяции частота встречаемости аллеля Rh- равна 0,1.

Вычислите процент беременностей, который может подвергнуться отбору, направленному против гетерозигот.

Задача № 564. Все китайцы имеют группу крови Rh+, а среди негров такие лица составляют лишь 91%.

Какую пропорцию индивидов Rh+ и Rh- следует ожидать, если равночисленные популяции негров и китайцев будут свободно вступать в браки, и в течение многих поколений будет господствовать панмиксия.

Задача № 565. Допустим, что частота встречаемости некоторого рецессивного заболевания, сцепленного с полом равна у мужчин 1 на 10000, а у женщин носителей – 1 на 5000.

Вычислите частоту встречаемости больных мужчин в следующем поколении, если пораженные индивиды не в состоянии воспроизводиться.

Определите частоту встречаемости женщин-носителей.

Задача № 566. Альбинизм общий (молочно-белая окраска кожи, отсутствие меланина в коже, волосах луковиц и эпителии сетчатки) наследуется как рецессивный аутосомный признак. Заболевание встречается с частотой 1:20000 (А. Штерн, 1965).

Вычислите количество гетерозигот в популяции.

Задача № 567. Одна из форм фруктозурии (повышение содержания её в моче) проявляется субклинически. Дефекты обмена снижаются при исключении фруктозы из пищи. Заболевание наследуется аутосомно-рецессивно и встречается с частотой 7:1000000 (В.П. Эф-

роимсон).

Определите число гетерозигот в популяции.

Задача № 568. Способность ощущать вкус фенилтиокарбамида (белое кристаллическое вещество, которое одни люди (около 70 %) считают горьким на вкус, а другие – безвкусным) является рецессивным признаком. У 31,5% англичан, 16% малайцев, 7,1% японцев была выявлена неспособность ощущать вкус фенилтиокарбамида.

Определите генетическую структуру трёх разных популяций.

Задача № 569. Дж. Ниль и У. Шелл (1958) приводят следующие данные о частоте рецессивного гена нечувствительности к фенилтиокарбому среди различных групп населения земного шара.

Древнеевропейская	0,5
Кавказская	0,65
Негроидная	0,45

Вычислите частоту встречаемости лиц, чувствительных к фенилтиокарбому среди популяций каждой из этих групп.

Задача № 570. Частота лиц, чувствующих фенилтиокарбомид в одной из популяций составляет 70%. В выделенной группе из 150 человек оказалось 135 человек ощущающих фенилтиокарбомид.

Укажите, является ли найденное отклонение от нормы статистически значимым.

Задача № 571. Пентозурия эссенциальная наследуется как аутосомно-рецессивный признак и встречается с частотой 1:50000 (Л.О. Бадалян).

Определите частоту доминантного и рецессивного аллеля в популяциях.

Задача № 572. Выделение β -аминоизомасляной кислоты с мочой обусловлено рецессивным аллелем аутосомного гена. По данным В.П. Эфроимсона (1968), «экскреторы» встречаются: среди белого населения США – 10%, негров США – 30%, китайцев и японцев – 40%

Определите генетическую структуру указанных популяций.

Задача № 573. В одной из популяций американских индейцев

частота гомозигот с кровью первой группы составляет 0,986, а частота гомозигот и гетерозигот с кровью второй группы – 0,014. Частоты аллелей O и A равны, соответственно, 0,993 и 0,007. В популяции не зарегистрированы люди с кровью третьей и четвёртой групп.

Определите, находится ли данная популяция в равновесии.

Задача № 574. Среди населения земного шара гены группы крови по системе АВО распределены неравномерно. Имеются популяции, в которых встречается лишь два каких-то аллеля из трех. Так в сводках Д. Ниля, У. Шелла (1958) и В.П. Эфроимсона (1969) указано, что у американских индейцев племени Уты, Тоба, Нахвало, чёрноногих и аборигенов западной Австралии встречаются только I и II группы крови (00, A0, AA), у бушменов – только I и III группы крови (00, 0B, BB). Число лиц с I группой крови в популяциях определено (в %):

Уты	97,4
Чёрноногие	23,5
Тоба	98,5
Австралийские аборигены	48,1
Нахвало	77,7
Бушмены	83

Исходя из представленных данных, определите генетическую структуру указанных популяций.

Задача № 575. Разнообразие групп крови по системе MN обусловлено сочетанием антигенов M и N. Им соответствуют генотипы $L^M L^M$, $L^M L^N$, $L^N L^N$.

Белое население США	54	Эскимосы восточной Гренландии	91,3
Негры США	53,2	Айны	43
Индейцы США	77,6	Австралийские аборигены	17,8

Определите генетическую структуру указанных популяций, если в сводке Штерна (1965) приведены следующие частоты аллеля L^M среди различных групп населения (в %):

Задача № 576. В справочнике Л.О. Бадаляна (1971) структура популяций по гену «системы групп крови MN» определена (%) среди:

Население СССР	Европейцы	Папуасы Новой Гвинеи
MM – 36	MM – 30	MM – 1,1
MN – 48	MN – 50	MN – 15,9
NN – 16	NN – 20	NN – 83

Определите генетическую структуру популяций.

Задача № 577. При обследовании населения южной Польши обнаружено: с группой крови MM – 11163 человек, MN – 15267, NN – 5134 (В. Соха, 1970).

Определите частоту аллелей среди населения южной Польши.

Задача № 578. У коренных жителей Австралии из 730 обследованных кровь группы M (генотип MM) обнаружена у 22 человек, кровь группы MN (генотип MN) – у 216, кровь группы N (генотип NN) – у 492.

Определите генетическую структуру популяции.

Задача № 579. Систему групп крови Диего определяют два аллеля аутосомного гена – D и d. Диего-положительные лица (DD, Dd) встречаются среди представителей монголоидной расы. Частота встречаемости диего-положительных среди некоторых племен южноамериканских индейцев составляет 36%, а у японцев – 10%.

Определите частоты аллелей D и d в упомянутых популяциях.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биология. В 2 т. Т. 1 [Электронный ресурс] : учеб. / под ред. В. Н. Ярыгина. Электрон. текстовые дан. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 736 с. – Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru>
2. Биология. В 2 т. Т. 2 [Электронный ресурс] : учеб. / под ред. В. Н. Ярыгина. Электрон. текстовые дан. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 560 с. – Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru>
3. Жимулёв, И.Ф. Общая и молекулярная генетика [Электронный ресурс] : учеб. пособие для вузов / И.Ф. Жимулёв; под ред. Е.С. Беляева, А.П. Акифьева. – 4-е изд., стер. – Новосибирск : Сибирское университетское издательство, 2007. – 479 с. – Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru>
4. Костерин, О.Э. Основы генетики [Электронный ресурс] : учеб. пособие : в 2 ч. Ч.1: Основные понятия, определение пола и смежные вопросы, генетическая рекомбинация / Костерин О.Э. – М. : Новосибирск: РИЦ НГУ, 2015. – 410 с. – Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru>
5. Гершензон, С.М. Основы современной генетики / С.М. Гершензон – Киев: Наукова Думка, 1979. – 507с.
6. Бочков, Н.П. Клиническая генетика [Электронный ресурс] : учебник / Н.П. Бочков, В.П. Пузырев, С.А. Смирнихина; под ред. Н.П. Бочкова. – 4-е изд., доп. и перераб. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 592 с. – Режим доступа : <http://www.studentlibrary.ru>

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

АЛЛЕЛОМОРФ – вариант одного признака.

АЛЛЕЛЬ – одна из двух (или нескольких) альтернативных форм гена.

АНАЛИЗИРУЮЩЕЕ СКРЕЩИВАНИЕ – скрещивание особи, обладающей доминантным признаком, с целью определения её генотипа, с особью гомозиготной по рецессивному аллелю (анализатором); если в потомстве будут выявлены особи двух классов в равных долях, анализируемая особь гетерозиготна; если все потомки будут обладать доминантным признаком, анализируемая особь гомозиготна.

АНАФАЗА МИТОЗА – фаза митоза, во время которой сестринские хроматиды, соединённые в области центромеры, отделяются друг от друга и двигаются к разным полюсам.

АНЕУПЛОИДИЯ – изменение числа хромосом в клетке или организме в плюс или минус сторону, не затрагивающее всего основного набора, то есть некратное изменение.

АНТИГЕН – чужеродная молекула, проникновение которой в организм вызывает синтез антитела (иммуноглобулина)

АУТОСОМЫ – все хромосомы набора кроме половых; неполовые хромосомы.

БИВАЛЕНТ – пара гомологичных хромосом, конъюгирующих в профазе редукционного деления.

ВЕДУЩАЯ (ЛИДИРУЮЩАЯ) ЦЕПЬ – цепь ДНК, синтезирующаяся непрерывно в 5'-3'-направлении.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕНОВ – взаимодействие продуктов двух нескольких или многих генов при формировании признака (фенотипа).

ВОЗВРАТНЫЕ СКРЕЩИВАНИЯ – скрещивания особей первого поколения с особями обеих родительских линий.

ВЫРОЖДЕННОСТЬ ГЕНЕТИЧЕСКОГО КОДА. Соответствие нескольких кодонов одной аминокислоте. Замена в третьем основании кодона не всегда приводит к замене аминокислоты.

ГАМЕТА – половая клетка (яйцеклетка, сперматозоид).

ГАМЕТОГЕНЕЗ – процесс формирования половых клеток (оогенез и сперматогенез).

ГАПЛОИДНЫЙ НАБОР ХРОМОСОМ – одинарный набор хромосом (n).

ГЕМИЗИГОТНОСТЬ – отсутствие у аллеля какого-либо гена партнёра в генотипе диплоидного организма.

ГЕН – функциональная единица наследственности, материально представленная последовательностью нуклеотидов геномной нуклеиновой кислоты, определяющей специфическую функционально значимую последовательность аминокислот в полипептиде или нуклеотидов РНК (транспортной или рибосомальной).

ГЕН-МОДИФИКАТОР – ген, влияющий на фенотипический эффект других генов.

ГЕНОМ – гаплоидный набор хромосом вида (n) или вся ДНК гаплоидного набора.

ГЕНОТИП – генетическая конституция организма (гены, характер их сцепления, совокупность аллелей всех генов, наличие перестроек).

ГЕНОФОНД – совокупность аллелей всех генов у всех особей, составляющих популяцию или вид, их частоты и комбинации.

ГЕТЕРОГАМЕТНАЯ ОСОБЬ – особь любого пола, у которой образуются гаметы разного типа в отношении половых хромосом.

ГЕТЕРОГАМЕТНЫЙ ПОЛ – пол, у представителей которого образуются гаметы разных типов в отношении половых хромосом.

ГЕТЕРОЗИГОТА – особь, у которой ген (гены) представлен в генотипе разными аллелями.

ГЕТЕРОХРОМАТИН. Генетически неактивные участки хромосом; постоянно находятся в конденсированном состоянии.

ГЕТЕРОХРОМОСОМЫ – половые хромосомы.

ГОМОГАМЕТНАЯ ОСОБЬ – особь любого пола, у которой образуются гаметы одного типа в отношении половых хромосом.

ГОМОГАМЕТНЫЙ ПОЛ – пол, у представителей которого образуются гаметы одного типа в отношении половых хромосом.

ГОМОЗИГОТА – особь, у которой ген (гены) представлен в генотипе одинаковыми аллелями.

ГОМОЛОГИЧНЫЕ ХРОМОСОМЫ (ГОМОЛОГИ) – хромосомы, имеющие одинаковые набор и последовательность генов.

ГОНОСОМЫ – половые хромосомы (гетерохромосомы).

ГРУППА СЦЕПЛЕНИЯ – совокупность генов (аллелей), локализованных в одной хромосоме и наследуемых преимущественно вместе.

ДИПЛОИДНЫЙ НАБОР ХРОМОСОМ – двойной набор хромосом ($2n$).

ДИСКОРДАНТНОСТЬ – различие между близнецами в отношении анализируемого признака.

ДОМИНАНТНЫЙ АЛЛЕЛЬ – аллель, определяющий фенотип гетерозиготы.

ДОМИНАНТНЫЙ ПРИЗНАК – признак (одного из родителей), которым обладают гетерозиготы (гибриды первого поколения); признак одного из родителей, которым обладает три четверти особей второго поколения моногибридного скрещивания.

ДОМИНИРОВАНИЕ – один из типов взаимоотношений аллелей, при котором у гетерозигот только один аллель из пары даёт фенотипический эффект.

ЗАКОН МЕНДЕЛЯ 1 (закон наследственности) – закон единообразия первого поколения; гибриды первого поколения, полученные от скрещивания контрастно различающихся по одному признаку форм, фенотипически одинаковы.

ЗАКОН МЕНДЕЛЯ 2 (закон расщепления) – закон расщепления; среди гибридов второго поколения в строгих числовых соотношениях присутствуют особи с фенотипами исходных родительских форм и гибридов первого поколения; при полном доминировании второе поколение состоит из особей с доминантным признаком и особей с рецессивным признаком в пропорциях $3/4 : 1/4$, причём среди особей с доминантным признаком с вероятностью $1/3$ присутствуют гомозиготы по доминантному аллелю и с вероятностью $2/3$ – гетерозиготы; второе поколение состоит из особей трёх генотипических классов: с генотипом первой родительской формы, с генотипом гибридов первого поколения и с генотипом второй родительской формы в пропорциях $1/4 : 1/2 : 1/4$ соответственно

ЗАКОН МЕНДЕЛЯ 3 (закон наследования) – закон независимого наследования; каждая пара аллеломорфов наследуется независимо друг от друга, при полном доминировании и учёте двух пар аллеломорфов во втором поколении выявляют особи четырёх фенотипических классов в пропорциях $9/16 : 3/16 : 3/16 : 1/16$. Третий закон Менделя ограничен: независимо может наследоваться такое число признаков, которое не превышает числа хромосом гаплоидного набора.

ЗИГОТА – клетка, дающая начало новому организму при половом размножении; образуется в результате слияния яйцеклетки и сперматозоида.

ИНТЕРКИНЕЗ – короткий период между редукционным и эквационным делениями, во время которого не происходит удвоение ДНК.

ИНТЕРФАЗА – часть клеточного цикла между окончанием од-

ного митотического деления и началом следующего; состоит из пресинтетического (G_1), синтетического (S) и постсинтетического (G_2) периодов.

КАРИОКИНЕЗ – процессы, происходящие во время митоза с ядерным материалом и приводящие к образованию генетически равноценных ядер дочерних клеток.

КАРИОТИП – совокупность признаков хромосомного набора данного вида организмов: число хромосом ($2n$), число хроматидных плеч (NF), размеры, форма хромосом каждой пары,

КЛЕТОЧНЫЙ ЦИКЛ (митотический) – совокупность процессов в клетке во время митоза и интерфазы.

КОДОМИНИРОВАНИЕ – тип межallelных отношений, при котором фенотип гетерозиготы определяют оба аллеля.

КОДОН – триплет нуклеотидов, соответствующий определенной аминокислоте или терминирующему сигналу.

КОМПЛЕМЕНТАРНОСТЬ – один из типов взаимодействия генов, при котором доминантные аллели всех взаимодействующих генов, входя в состав одного генотипа, дополняют фенотипический эффект друг друга, формируют новый вариант признака, как правило нормальный, то есть дикого типа.

КОНКОРДАНТНОСТЬ – сходство между моно- и дизиготными близнецами по какому-либо признаку. Мера конкордантности (коэффициент совпадения) – доля пар близнецов, сходных по анализируемому признаку, от общего числа изученных пар близнецов.

КРОССИНГОВЕР – реципрокный (взаимный) обмен идентичными сегментами гомологичных хромосом, приводящий к рекомбинации сцепленных генов (аллелей).

КРОССОВЕР – особь рекомбинантная по сцепленным генам (аллелям).

ЛЕТАЛЬ – мутация, вызывающая гибель организма на той или иной стадии онтогенеза до достижения половой зрелости.

ЛОКУС – место гена на генетической карте хромосомы.

МЕЖАЛЛЕЛЬНЫЕ ОТНОШЕНИЯ – отношения между разными вариантами одного гена, обусловленные разной активностью (полное и неполное доминирование) или качественным отличием полипептидов, синтез которых разные аллели детерминируют (кодоминирование, межallelная комплементация).

МЕЙОЗ – деление созревания, приводит к редукции числа хромосом и к переходу клеток из диплоидного состояния в гаплоидное.

Состоит из двух последовательных делений, в процессе которых удвоение ДНК происходит один раз. В результате мейоза образуются четыре гаплоидные генетически различающиеся клетки.

МЕНДЕЛЕВСКОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ – наследование признаков с моногенной детерминацией; гены локализованы в разных парах аутосом.

МЕТАФАЗА МИТОЗА – процессы деления клетки от момента выстраивания хромосом в экваториальной плоскости до разделения хроматид и начала расхождения их от экватора к полюсам.

МИТОЗ – непрямоe деление клетки; основной тип деления эукариотической клетки, приводящий к эквивалентному распределению редуцированных хромосом между двумя дочерними клетками, обеспечивая генетическую равноценность дочерних клеток.

МУТАГЕНЫ – факторы, увеличивающие частоту возникновения мутаций, вызывая изменения в ДНК.

МУТАЦИИ СДВИГА РАМКИ – делеции или вставки, размеры которых не кратны трем основаниям, приводят к изменению рамки считывания при трансляции триплетов в белок.

МУТАЦИЯ – любое резкое скачкообразное изменение наследственного материала; внезапный переход гена или хромосомы в новую устойчивую форму, воспроизводящуюся в новых поколениях.

НАСЛЕДОВАНИЕ – передача информации, обеспечивающей материальную и функциональную преемственность между предками и потомками в ряду поколений.

НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ – передаваемая в ряду поколений программа развития признаков и свойств организма, обеспечивающая материальную и функциональную преемственность между предками и потомками, то есть непрерывность жизни биологических видов.

НЕЗАВИСИМОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ – передача от родителей потомкам генов, локализованных в разных, негомологичных, хромосомах.

НЕКРОССОВЕР – особь нерекомбинантная по сцепленным генам (аллелям).

НЕПОЛНОЕ ДОМИНИРОВАНИЕ – тип межаллельных отношений, при котором различия в фенотипе гетерозигот и гомозигот обусловлены разной дозой (разным числом) неполностью доминантного аллеля в генотипе особей.

НЕРАВНЫЙ КРОССИНГОВЕР – рекомбинационное событие, при котором точки рекомбинации находятся не в идентичных локусах

двух родительских молекул.

НЕРАСХОЖДЕНИЕ – неспособность хроматида (дублированных хромосом) расходиться к противоположным полюсам во время митоза или мейоза.

НУКЛЕОСОМА – основная структурная единица хроматина, состоящая из ≈ 200 нуклеотидных пар ДНК и октамера гистоновых белков.

ПЕНЕТРАНТНОСТЬ ГЕНА – способность гена давать фенотипический эффект, то есть "пробиваться в признак". Количественная оценка пенетрантности состоит в определении доли особей с признаком, детерминируемым данным аллелем, среди всех особей, имеющих в генотипе этот аллель.

ПЕРИОД G_1 – период клеточного цикла между последним митозом и началом репликации ДНК.

ПЕРИОД G_2 – период клеточного цикла после окончания репликации ДНК и до начала следующего митоза.

ПЛАЗМИДА – кольцевая внехромосомная ДНК, способная к автономной репликации.

ПЛЕЙОТРОПИЯ – множественное фенотипическое проявление гена на основе того, что продукт гена принимает участие в формировании нескольких или многих признаков (плейотропное действие генов впервые было обнаружено Г. Менделем, который установил, что у растений с пурпурными цветками всегда имелись красные пятна в пазухах листьев, а семенная кожура была серого или бурого цвета).

ПОЛ – совокупность признаков и свойств организма, обеспечивающих воспроизводство и наследование на основе специализированных клеток – гамет.

ПОЛИМЕРИЯ – один из видов взаимодействия генов; различают кумулятивную и некумулятивную полимерию. При кумулятивной полимерии фенотип особи зависит от числа взаимодействующих генов (аллелей), чем больше аллелей, тем ярче выражен признак. При некумулятивной полимерии фенотип зависит от наличия в генотипе особи доминантных аллелей (число не имеет значения) взаимодействующих генов или от их полного отсутствия.

ПОЛИМОРФИЗМ – одновременное существование популяции нескольких аллельных вариантов какого-либо гена; обнаруживается либо по различию в фенотипах, соответствующих разным аллелям, либо по характеру рестрикции ДНК, несущей разные аллели.

ПОЛИТЕННЫЕ ХРОМОСОМЫ – образуются в результате по-

следовательных репликации хромосом без их последующего расхождения.

ПОЛОВЫЕ ХРОМОСОМЫ – хромосомы, различающиеся у двух полов. Обычно такие хромосомы обозначаются как X и Y (или W и Z), один пол имеет XX- или WW-набор, другой – XY- или WZ-набор. Основная роль в инициации процессов дифференциации пола.

ПОЛУКОНСЕРВАТИВНАЯ РЕПЛИКАЦИЯ – осуществляется за счет разделения цепей исходной двухцепочечной молекулы и последующего использования каждой из них в качестве матрицы для синтеза комплементарной цепи.

ПРОКАРИОТЫ – организмы (бактерии), не имеющие ядра.

ПРОМЕТАФАЗА МИТОЗА – начинается с распада ядерной мембраны на мелкие фрагменты; основные события заключаются в контакте кинетохоров хромосом с веретеном деления, что приводит к движению хромосом между полюсами и их правильной ориентации относительно оси веретена; длится в клетках млекопитающих 10-20 минут и завершается образованием метафазной пластинки.

ПРОФАЗА МИТОЗА – начальная и самая продолжительная фаза; характеризуется набуханием ядра, конденсацией диффузного интерфазного хроматина в отчетливо видимые хромосомы, формированием полюсов деления. Окончание профазы знаменует исчезновение ядрышка и распад ядерной мембраны на фрагменты.

РЕДУКЦИОННОЕ ДЕЛЕНИЕ – одно из делений мейоза, как правило первое, приводящее к уменьшению вдвое числа хромосом в ядрах дочерних клеток по сравнению с ядром материнской клетки.

РЕКОМБИНАЦИЯ – процесс перехода единиц наследственности или их групп (гены, блоки генов, хромосомы, группы хромосом) в новые сочетания.

РЕЦЕССИВНОСТЬ – свойство аллеля не проявлять своего фенотипического эффекта при наличии в генотипе особи другого аллеля этого же гена.

РЕЦЕССИВНЫЙ АЛЛЕЛЬ – аллель, который у гетерозигот не принимает участия в формировании фенотипа.

РЕЦЕССИВНЫЙ ПРИЗНАК – признак одной из двух родительских особей, который отсутствует у гибридов первого поколения.

РЕЦИПРОКНЫЕ СКРЕЩИВАНИЯ – два скрещивания, прямое и обратное, взаимные по направлению относительно пола особей скрещиваемых форм.

САНТИМОРГАН – единица частоты рекомбинации сцепленных

генов (rf); 1% кроссоверов в потомстве от анализирующего скрещивания дигетерозиготы; единица генетического расстояния (d).

СЕСТРИНСКИЕ ХРОМАТИДЫ – копии хромосомы, образующиеся при её репликации.

СИНАПСИС – конъюгация двух пар сестринских хроматид гомологичных хромосом, происходящая во время мейоза; образующаяся структура называется бивалентом.

СИНАПТОНЕМАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС – структура, возникающая при конъюгации хромосом.

СОМАТИЧЕСКИЕ КЛЕТКИ – все клетки организма, за исключением половых клеток.

СЦЕПЛЕННОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ – исключительная или предпочтительная передача двух или группы аллелей, локализованных в одной хромосоме, совместно.

СЦЕПЛЕННОЕ С ПОЛОМ НАСЛЕДОВАНИЕ – наследование признаков, детерминированных генами, локализованными либо в X-хромосоме (полное сцепление с полом), либо в Y-хромосоме (голландрическое наследование), либо в обеих гетерохромосомах (неполное сцепление с полом).

ТЕЛОМЕРА – концевой участок хромосомы.

ТЕЛОФАЗА МИТОЗОС – завершающая фаза, процессы, происходящие во время этой фазы, приводят к деконденсации хромосом, появлению ядрышек образованию дочерних ядер; начинается цитокинез.

ФЕНОТИП – совокупность всех признаков (внешних и внутренних) организма.

ХИАЗМА – X-образная структура, возникающая как следствие кроссинговера после начала расхождения гомологичных хромосом в профазе первого мейотического деления.

ХРОМАТИДА – каждая из двух продольных структур митотической хромосомы, образовавшихся в процессе репликации в интерфазе.

ХРОМАТИН – комплекс между ДНК и белками в ядрах интерфазных клеток; выявляется по способности окрашиваться красителями, специфическими для ДНК.

ХРОМОМЕРА – интенсивно окрашиваемая гранула; её можно различить как составную часть хромосомы при определенных условиях (особенно на ранних стадиях мейоза).

ХРОМОСОМА – нуклеопротеиновое тельце.

ЦЕНТРОМЕРА – первичная перетяжка хромосомы, район хро-

мосомы, в котором сестринские хроматиды соединены друг с другом.

ЦИТОКИНЕЗ (цитотомия) – деление тела клетки (цитоплазмы) во время митоза, начинающееся обычно в поздней анафазе или телофазе;

ЭКВАЦИОННОЕ ДЕЛЕНИЕ (уравнительное) – одно из двух делений мейоза, как правило второе, перед которым не происходит удвоение хромосом и которое приводит к уравниванию числа хромосом и количества ДНК ($1n\ 2c \rightarrow 1n\ 1c$).

ЭКСПРЕССИВНОСТЬ – варьирование в группе особей по степени выраженности признака, детерминируемого определённым геном.

ЭНДОМИТОЗ – кратное увеличение числа хромосом в ядре клетки или увеличение числа ядер без деления клетки; приводит к полиплоидии.

ЭПИСТАЗ – один из видов взаимодействия генов, при котором мутантный аллель одного гена подавляет фенотипический эффект мутантного аллеля другого гена, что не приводит к восстановлению дикого типа.

ЭФФЕКТ ПОЛОЖЕНИЯ ГЕНА – изменение активности гена в связи с его перемещением в другой район хромосомы.

ЯДРЫШКО – обособленная область ядра, образуемая при транскрипции генов рРНК.

ЯДРЫШКОВЫЙ ОРГАНИЗАТОР – область хромосомы, содержащая гены, кодирующие рРНК.

Учебное издание

Авторы:

Альберт Геннадьевич Семенов, Наталья Николаевна Плотникова,
Елена Сергеевна Андреева, Ольга Владимировна Воронкова,
Ирина Евгеньевна Есимова, Николай Николаевич Ильинских,
Иван Анатольевич Осихов, Резеда Рахматулловна Хасанова,
Марина Сергеевна Костромеева, Дмитрий Петрович Кудрявцев,
Екатерина Александровна Трифонова, Анна Валерьевна Григорьева,
Мария Геннадьевна Сваровская

**СБОРНИК ЗАДАЧ
ПО ОБЩЕЙ И МЕДИЦИНСКОЙ
ГЕНЕТИКЕ**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

Редактор А.Ю. Коломийцев
Технический редактор О.В. Коломийцева
Обложка О.В. Воронкова

Издательство СибГМУ
634050, г. Томск, пр. Ленина, 107
Тел. 8(382-2) 51-41-53
E-mail: otd.redaktor@ssmu.ru

Подписано в печать 22.01.2020 г.
Формат 60x84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Печать цифровая. Гарнитура «Times». Печ. лист 11,1. Авт. лист. 7,6.
Тираж 200 экз. Заказ № 1

Отпечатано в Издательстве СибГМУ
634050, Томск, ул. Московский тракт, 2
E-mail: lab.poligrafii@ssmu.ru