

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА БИОЛОГИИ

# МЕДИЦИНСКАЯ БИОЛОГИЯ

Сборник задач



Минск БГМУ 2024

УДК 57:61(076.1)(075.8)  
ББК 28.0я73  
М42

Рекомендовано Научно-методическим советом университета  
в качестве сборника задач 21.02.2024 г., протокол № 14

Авторы: канд. мед. наук, доц. В. Э. Бутвиловский; ст. преп. В. В. Григорович;  
канд. биол. наук, доц. В. В. Давыдов; ст. преп. Ю. И. Корбут

Рецензенты: канд. биол. наук, доц., доц. каф. биологической химии Белорусского государственного медицинского университета А. В. Колб; каф. общей биологии и генетики Международного государственного экологического института имени А. Д. Сахарова Белорусского государственного университета

**Медицинская биология : сборник задач / В. Э. Бутвиловский [и др.]. –**  
М42 Минск : БГМУ, 2024. – 159 с.

ISBN 978-985-21-1679-4.

Представлены методика решения типовых задач и задачи для проверки знаний и самостоятельной работы по всем разделам медицинской биологии и общей генетики. В сборнике представлено 650 задач, для 120 из них дано решение.

Предназначено для студентов 1-го курса всех факультетов.

УДК 57:61(076.1)(075.8)  
ББК 28.0я73

ISBN 978-985-21-1679-4

© УО «Белорусский государственный  
медицинский университет», 2024

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Современная медицина характеризуется стремительным накоплением новой информации о фундаментальных и системных основах жизнедеятельности.

Необходимым условием прогресса современной медицины является высокий уровень развития общебиологических и экологических дисциплин, таких как цитология, генетика, эволюционное учение, паразитология и др.

Сборник задач написан в соответствии с новой типовой программой по «Медицинской биологии и общей генетике» для студентов I курса медицинских высших учебных учреждений Республики Беларусь, утвержденной Министерством здравоохранения Республики Беларусь в 2023 году (авторы: доцент В. В. Давыдов и доцент Л. М. Сычик) и предназначен для студентов всех факультетов.

Данное издание представляет собой возможность осуществления концепции практико-ориентированного обучения студентов в учреждении образования «Белорусский государственный медицинский университет».

Решение задач по молекулярной биологии, общей и медицинской генетике, онтогенетике, общей и медицинской паразитологии составляет основу практических навыков студентов различных факультетов, приобретаемых на кафедре биологии.

В сборнике задач представлены методика решения типовых задач и задачи для проверки знаний и самостоятельной работы по всем разделам медицинской биологии и общей генетики, а также ответы на них.

В сборнике представлено 650 задач, для 120 из них дано решение.

Отдельный раздел сборника задач посвящен практическим навыкам, где приведены критерии их оценки и образцы выполнения навыков.

При подготовке настоящего издания использован многолетний опыт преподавания медицинской биологии и общей генетики биологии в Белорусском государственном медицинском университете.

Авторы выражают искреннюю благодарность рецензентам и будут рады всем высказанным замечаниям и пожеланиям.

## РАЗДЕЛ 1. ЦИТОЛОГИЯ

### ОРГАНИЗАЦИЯ ПОТОКА ВЕЩЕСТВА И ЭНЕРГИИ В КЛЕТКЕ

#### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

**Задача 1.** В результате мутации клетка перестала реагировать на инсулин, хотя все ферменты для углеводного обмена в ней синтезировались. Какую функцию выполнял белок, кодируемый данным геном до мутации?

**Решение.** Данный белок входил в состав цитоплазматической мембраны и являлся рецептором для инсулина.

**Задача 2.** Некоторые митохондрии по форме и размерам похожи на лизосомы. Есть ли отличия в ферментах этих органелл?

**Решение.** Есть, в митохондриях находятся окислительные ферменты, а в лизосомах — литические.

#### ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

**Задача 1.** Участвуют ли митохондрии в биосинтезе белков клетки?

**Задача 2.** Взрослый человек не растет. Обязательно ли он должен получать с пищей белки или их можно заменить равноценным по калорийности количеством углеводов и жиров?

**Задача 3.** Желток содержит в своем составе липиды. При дроблении зиготы запасы желтка постепенно расходуются. Для каких процессов могут быть использованы входящие в состав желтка липиды?

**Задача 4.** Какими свойствами мембраны можно объяснить ее участие в эндоцитозе?

**Задача 5.** При некоторых заболеваниях в клетке накапливаются нерасщепленные вещества. С нарушением функций каких органелл это связано?

**Задача 6.** При возбуждении клетки ионы  $K$  и  $Na$  быстро перемещаются через плазматическую мембрану клетки в разном направлении. Какой механизм обеспечивает транспорт  $K$  и  $Na$  через биологическую мембрану при возбуждении клетки?

**Задача 7.** При некоторых заболеваниях в клетке нарушается процесс клеточного дыхания. С нарушением функций каких органелл это связано?

**Задача 8.** При беге со средней скоростью за 1 минуту мышцы ног расходуют примерно 24 кДж энергии. Определите, сколько потребуется граммов глюкозы при полном ее окислении для энергообеспечения 20 минут бега ( $M$  глюкозы = 180 г/Моль). В мышцах утилизация 1 Моль глюкозы позволяет создать 30 Моль АТФ; при окислении 1 Моль АТФ до АДФ высвобождается 30,5 кДж энергии.

## СТРУКТУРА И ФУНКЦИЯ КЛЕТОЧНОГО ЯДРА

### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

**Задача 1.** Ядра яйцеклетки и сперматозоида имеют равное количество хромосом, но у яйцеклетки объем цитоплазмы и количество органелл больше, чем у сперматозоида. Одинаково ли содержание в этих клетках ДНК?

**Решение.** У яйцеклетки содержание ДНК больше, за счет наличия митохондриальной ДНК.

**Задача 2.** Укажите количество хромосом в группе C, согласно Денверской классификации у мужчин и у женщин.

**Решение.** У женщин — это 16 хромосом: 6-12 пары и две X-хромосомы, у мужчин — это 15 хромосом: 6-12 пары и одна X-хромосома.

### ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

**Задача 1.** Хромосомы каких групп, согласно Денверской классификации являются метацентрическими?

**Задача 2.** Хромосомы каких групп, согласно Денверской классификации являются субметацентрическими?

**Задача 3.** Хромосомы каких групп, согласно Денверской классификации являются акроцентрическими?

**Задача 4.** Сколько хромосом человека в гаплоидном наборе имеют районы ядрышкового организатора?

## ВРЕМЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ КЛЕТКИ

### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

**Задача 1.** Имеется некий ген, включающийся в работу в периоде G<sub>2</sub>. Предположите и обоснуйте возможные последствия для клетки в случае, если данный ген останется неактивным. Может ли это отразиться на ходе митоза?

**Решение.** В G<sub>2</sub>-фазу клеточного цикла клетка осуществляет подготовку к митозу, следовательно, данный ген может принимать участие в данном процессе. Вероятные последствия инактивации гена: отсутствие эффекта, нарушения протекания митоза, предотвращение начала митоза.

**Задача 2.** Ядро соматической клетки человека содержит 23 пары хромосом. Каково возможное разнообразие гамет одной особи, если не учитывать кроссинговер?

**Решение.** Из каждой гомологичной пары хромосом в гамету попадает одна. Выбор хромосомы из первой пары дает две возможности; присоединение хромосомы из второй пары увеличивает число вариантов вдвое, из третьей пары — еще вдвое и т.д. Всего имеем  $2 \times 2 \times 2 \times \dots \times 2 = 2^{23} = 8 \times 10^6$  вариантов гамет.

## ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

**Задача 1.** Рассмотрим гипотетическую ситуацию: в результате мутации клетка **А** и клетка **Б** потеряли способность синтезировать ДНК-полимеразу. Какова вероятность передачи этой мутации хотя бы одной из дочерних клеток, если она произошла у клетки **А** в период  $G_1$ , а у клетки **Б** — в период  $G_2$  митотического цикла?

**Задача 2.** В клетках **А** и **Б** в интерфазе произошла мутация в одном из генов. Они нормально завершили митотический цикл, но после митоза клетки **А** обе дочерние клетки получили мутантный ген, а после митоза клетки **Б** мутантный ген оказался в одной из дочерних клеток. Чем это можно объяснить?

**Задача 3.** В какие фазы клеточного цикла клетка имеет набор генетического материала  $2n2chr4c$ ?

**Задача 4.** В какие фазы клеточного цикла клетка имеет набор генетического материала  $2n1chr2c$ ?

**Задача 5.** В какие фазы мейоза клетка имеет набор генетического материала  $1nbiv4chr4c$ ?

**Задача 6.** На какие структуры клетки влияют некоторые яды, например, колхицин, останавливающие митоз в метафазе?

## РАЗДЕЛ 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА

### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

**Задача 1.** В схемах участков молекул РНК и ДНК расставьте первые буквы названий соединений, составляющих нуклеотиды: А — аденин, Г — гуанин, Ц — цитозин, Т — тимин, У — урацил, Ф — фосфат, Р — рибоза, Д — дезоксирибоза. На схеме обозначьте: нуклеотид, триплет, фосфоэфирные и водородные связи.

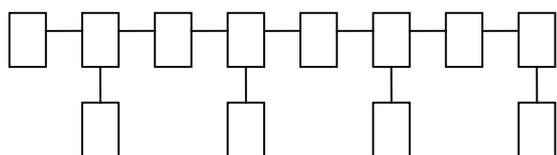


Схема строения молекулы РНК

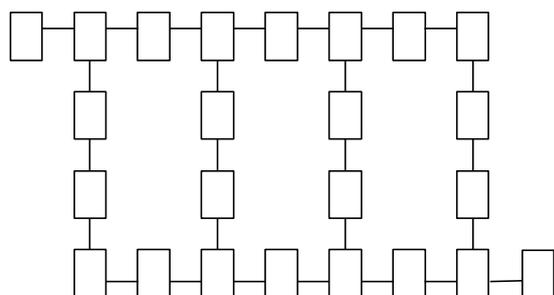
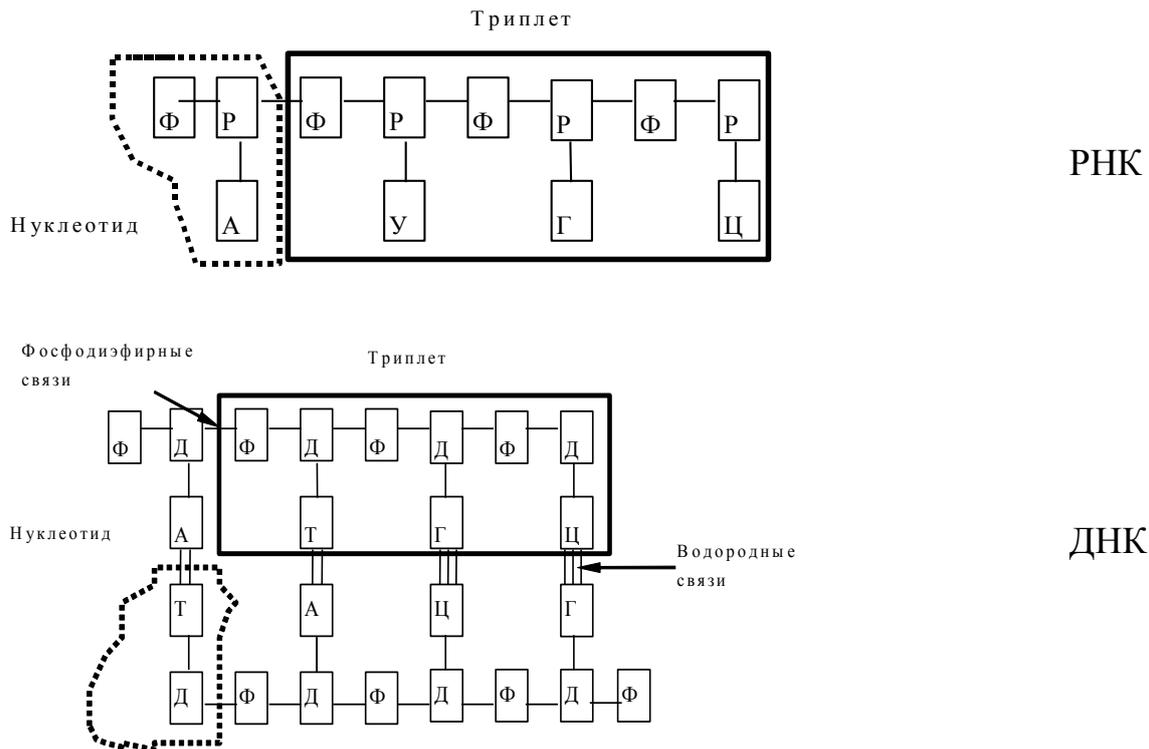


Схема строения молекулы ДНК

**Решение:**



**Задача 2.** Одна из цепей молекулы ДНК имеет следующий порядок нуклеотидов: 3' ААГГЦТЦТАГГТАЦЦАГТ5'.

1. Определите последовательность нуклеотидов в комплементарной цепи.
2. Определите последовательность кодонов иРНК, синтезированной на комплементарной цепи.
3. Определите последовательность аминокислот в полипептиде, закодированном в комплементарной цепи.

**Решение.** 1. Согласно принципу комплементарности азотистых оснований в молекуле ДНК (А – Т, Ц – Г), строим вторую цепочку молекулы:

**5' ААГГЦТЦТАГГТАЦЦАГТ3' — первая цепочка ДНК**

**3' ТТЦЦГАГАТЦЦАТГГТЦА5' — вторая цепочка ДНК.**

2. Согласно принципу комплементарности азотистых оснований молекул ДНК и РНК (А – У, Ц – Г), строим цепочку иРНК:

**3' ТТЦЦГАГАТЦЦАТГГТЦА5' —**  
**вторая цепочка ДНК**  
**5' ААГГЦУЦУАГГУАЦЦАГУ3' —**  
**молекула мРНК** } **ТРАНСКРИПЦИЯ**

3. Согласно свойству триплетности генетического кода, разбиваем цепочку иРНК на триплеты, затем по таблице генетического кода определяем последовательность аминокислот в полипептиде:

**ААГ ГЦУ ЦУА ГГУ АЦЦ АГУ —**  
**триплеты иРНК**  
**лиз–ала–лей–гли–тре–сер — полипептид** } **ТРАНСЛЯЦИЯ**

**Задача 3.** Считая, что средняя молекулярная масса аминокислоты около 110, а нуклеотида — около 300, определите, что тяжелее: белок или ген?

**Решение.** Допустим, что белок состоит из  $n$  мономеров — аминокислот. Тогда, его молекулярная масса составит примерно  $110n$ . Каждая аминокислота кодируется тремя нуклеотидами; следовательно, цепочка ДНК содержит  $3n$  мономеров, а ее молекулярная масса:  $300 \times 3n = 900n$ . Как видим, молекулярная масса гена ( $900n$ ) примерно в 8,2 раза выше молекулярной массы ( $110n$ ) кодируемого им белка.

**Задача 4.** Одноцепочечная ДНК некоего фага имеет молекулярную массу порядка  $10^7$  дальтон. Какое максимальное количество белков теоретически может быть закодировано в ней, если принять, что типичный белок этого фага состоит в среднем из 400 мономеров, а молекулярная масса нуклеотида около 300 дальтон? Некодирующими областями для простоты подсчета можно пренебречь.

**Решение.** Белок из 400 мономеров кодируется последовательностью из 1200 нуклеотидов (по три нуклеотида на каждую аминокислоту). Молекулярная масса такой кодирующей цепочки равна  $300 \times 1200 = 360\,000$ . Молекула нуклеиновой кислоты с молекулярной массой  $10^7$  может содержать приблизительно около 28 генов ( $10^7 : 3,6 \times 10^5$ ), т. е. именно такое количество различных белков может быть закодировано в ней.

**Задача 5.** У человека, больного цистинурией (содержание в моче большего, чем в норме, числа аминокислот) с мочой выделяются аминокислоты, которым соответствуют следующие триплеты мРНК: УЦУ, УГУ, ГЦУ, ГГУ, ЦАА, АГА, ААА. У здорового человека в моче обнаруживается аланин, серин, глутаминовая кислота и глицин. Выделение каких аминокислот с мочой характерно для больных цистинурией?

**Решение.** В условиях задачи даны кодовые триплеты всех аминокислот, выделяющихся с мочой у больного цистинурией. По ним, пользуясь кодовой таблицей, узнаем, какие аминокислоты есть в моче у больного человека: серин, цистеин, аланин, глицин, глутамин, аргинин, лизин. Аминокислоты, выделяющиеся у здорового человека, в задаче указаны. Исключаем их из списка, полученного нами, узнаем ответ на поставленный в пункте 1 вопрос: цистеин, глутамин, аргинин, лизин.

### ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

**Задача 1.** Первые 9 аминокислот в  $\beta$ -цепи инсулина: фенилаланин – валин – аспарагиновая кислота – глутамин – гистидин – лейцин – цистеин – глицин – серин. Определите один из вариантов структуры участка ДНК, кодирующего эту часть цепи инсулина.

**Задача 2.** Белок состоит из 200 аминокислот. Какую длину имеет определяющий его ген, если расстояние между двумя соседними нуклеотидами в спирализованной молекуле ДНК (измеренное вдоль оси спирали) составляет  $3,4 \times 10^{-10}$  м?

**Задача 3.** Примем условно массу нуклеотида за 1. Определите в условных единицах массу некоего гипотетического оперона бактерии, в котором промотор, оператор и терминатор содержат по 10 пар нуклеотидов каждый, а каждый из 3-х структурных генов кодирует по белку, состоящему из 50 аминокислот.

**Задача 4.** Сколько времени теоретически понадобится на репликацию одного репликона длиной 60 мкм при скорости реплисомы 0,6 мкм в 1 минуту? Учтите количество реплисом, работающих в одном репликоне.

**Задача 5.** Одинакова ли должна быть длина генов у бактерии и у дрожжевой клетки, если в этих генах закодированы белки с одинаковым числом аминокислот? Ответ поясните.

**Задача 6.** Можно ли, зная структуру белка, определить состав структурного гена, в котором закодирован этот белок в клетке человека?

**Задача 7.** Допустим, что в эукариотической и прокариотической клетках имеются структурные гены одинаковой длины. Одинакова ли длина полипептидов, закодированных в этих генах?

**Задача 8.** Некоторые ферменты бактерий сходны с ферментами человека. Можно ли на основании данных о структуре этих ферментов определить строение структурных генов, которые кодируют данные ферменты, как у бактерии, так и у человека?

**Задача 9.** Все ли гены реплицируются и транскрибируются в ходе клеточного цикла? Ответ поясните.

**Задача 10.** Определите аминокислотный состав полипептида, который кодируется следующей последовательностью мРНК:

**5'ЦЦА ЦЦУ ГГУ УУУ ГГЦЗ'.**

**Задача 11.** Нервная клетка не делится. Нужны ли ей нуклеотиды ДНК?

**Задача 12.** У двух различных полипептидов оказались совпадающими начальный и концевой участки. Оба полипептида начинаются с аминокислоты метионина (мет), а заканчиваются аминокислотой аргинин (арг). Всегда ли совпадают первый и последний триплеты у структурных генов, в которых запрограммированы эти полипептиды?

**Задача 13.** Для производства инсулина, в бактериальную клетку пересадили ген инсулина человека. Какие молекулярно-генетические закономерности дают основания ожидать, что бактерия будет синтезировать белок, свойственный человеку? Какие проблемы могут возникнуть?

**Задача 14.** В молекуле ДНК на долю цитозинового нуклеотида приходится 18 %. Определите процентное содержание других нуклеотидов, входящих в молекулу ДНК.

**Задача 15.** Сколько содержится адениновых, тиминового, гуаниновых и цитозинового нуклеотидов во фрагменте молекулы ДНК, если в нем обнаружено 950 цитозинового нуклеотидов, составляющих 20 % от общего количества нуклеотидов в этом фрагменте ДНК?

**Задача 16.** Исследования показали, что 34 % от общего числа нуклеотидов мРНК приходится на гуанин, 18 % — на урацил, 28 % — на цитозин,

20 % — на аденин. Определите процентный состав азотистых оснований двухцепочечной ДНК, слепком с которой является указанная иРНК.

**Задача 17.** У больных серповидноклеточной анемией в 6-м положении  $\beta$ -цепи молекулы гемоглобина глутаминовая кислота замещена на валин. Чем отличается ДНК человека, больного серповидноклеточной анемией, от ДНК здорового человека?

**Задача 18.** Известно 26 форм гемоглобина, в молекулах которых произошла замена одной из аминокислот в  $\beta$ -цепи (В. П. Эфроимсон, 1968). В таблице приведены некоторые из этих замещений:

Форма гемоглобина	Порядковый номер аминокислоты в цепи	Аминокислотные замещения
Токучи	2	Гистидин – тирозин
Кушатта	22	Глутамин – аланин
Айбадан	46	Глицин – глутамин
Цюрих	63	Гистидин – аргинин
Милуоки	67	Валин – глутамин
Ибадан	87	Треонин – лизин
Балтимор	95	Лизин – глутамин
Кельн	98	Валин – метионин
Кенвуд	143	Гистидин – аспарагин

Напишите изменения в триплетах ДНК, приведших к изменениям гемоглобина.

**Задача 19.** Под действием мутагена в клетке **А** были повреждены обе полинуклеотидные цепочки одной молекулы ДНК в одном и том же участке хромосомы, а в клетке **Б** повреждена только одна цепочка молекулы ДНК, но во всех хромосомах. Какая клетка пострадала сильнее?

**Задача 20.** В результате интоксикации клетка **А** перестала синтезировать ферменты, обуславливающие начало процессинга, а у клетки **Б** прекратился синтез ферментов, обеспечивающих сплайсинг. Как это отразится на биосинтезе белка и жизни клетки?

**Задача 21.** Фрагмент молекулы миоглобина имеет следующие аминокислоты: валин – аланин – глутаминовая кислота – тирозин – серин – глутамин. Определите один из возможных вариантов строения фрагмента молекулы ДНК, кодирующей эту последовательность аминокислот?

**Задача 22.** Участок молекулы белка имеет следующее строение: про – лиз – гис – вал – тир. Сколько возможных вариантов строения фрагмента молекулы ДНК кодирует эту часть молекулы белка?

**Задача 23.** В участке цепи ДНК 1200 нуклеотидов, из которых 25 % содержат аденин, 10 % — тимин, 30 % — гуанин. Сколько гуаниновых нуклеотидов содержит комплементарная цепь ДНК?

**Задача 24.** В одной из цепей ДНК содержится 16 % аденина, 28 % гуанина и 34 % тимина. Определите процентное содержание пиримидиновых азотистых оснований в комплементарной цепи ДНК.

**Задача 25.** Фрагмент молекулы ДНК (двойная спираль) имеет длину 51 нм и содержит 45 цитидиловых нуклеотидов. Какое процентное содержание адениловых нуклеотидов в данном фрагменте ДНК, если один виток двойной спирали ДНК содержит 10 пар нуклеотидов и имеет длину 3,4 нм.

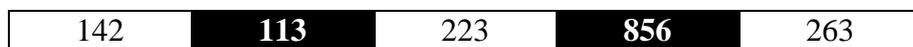
**Задача 26.** Две комплементарные цепи в молекуле ДНК соединяются водородными связями. Определите азотистых оснований аденина, тимина, гуанина и цитозина во фрагменте ДНК, 10 нуклеотидов которого, соединяются между собой двумя водородными связями, а 40 нуклеотидов — тремя водородными связями.

**Задача 27.** Каждый виток спирали ДНК имеет длину 3,4 нм и содержит 10 пар нуклеотидов. Фрагмент белка состоит из 30 аминокислотных остатков. Какую длину (в нм) имеет участок гена, кодирующий данный фрагмент белка?

**Задача 28.** Фрагмент гена инсулина человека содержит 2764 пар оснований (п.о.). Три экзона этого гена содержат 42, 204 и 205 п.о. Весь первый экзон и 17 первых пар нуклеотидов второго, а также последние 62 пары третьего экзона не транслируются (стоп-кодон включен в их число). 72 п.о. второго экзона кодируют сигнальную последовательность аминокислот, необходимую для правильного транспорта инсулина в клетке, и удаляемую впоследствии. 25 последних и 80 первых п.о. второго и третьего экзона соответственно кодируют, так называемый, С-пептид, который также будет удален из полипептидной цепи. Сколько аминокислот содержит готовый белок инсулин, кодируемый данным геном? Сколько процентов от всего данного фрагмента гена составляет последовательность, непосредственно кодирующая функциональную молекулу инсулина?

**Задача 29.** Фрагмент молекулы адренкортикотропного гормона человека (АКТГ), вырабатываемого передней долей гипофиза, имеет структуру: сер-тир-сер-мет-глу-гис-фен-арг. Определите любой гипотетический набор антикодонов тРНК, участвующих в биосинтезе фрагмента АКТГ.

**Задача 30.** Перед вами схема, на которой обозначены экзоны (белые) и интроны (черные) гена НВВ, кодирующего  $\beta$ -глобин — субъединицу гемоглобина человека. Числами указана длина интронов и экзонов в парах азотистых оснований.



А. Сколько нуклеотидов содержит мРНК этого гена?

Б. Нетранслируемые области, расположенные у 5' и 3' концов этой мРНК, содержат 50 и 134 нуклеотида соответственно (стоп-кодон не включен в их число). Сколько аминокислот содержит бета-глобин?

**Задача 31.** Участок транскрибируемой цепочки ДНК имеет последовательность нуклеотидов:

**ТГТАЦЦГАТАЦЦЦГАТАЦТЦГАЦЦГАТАЦА.**

Определите процентный состав аденина в молекуле иРНК, образующейся на основе данной генетической информации.

**Задача 32.** Фрагмент одной из цепей молекулы ДНК имеет следующий порядок нуклеотидов: 5'...ГАГГЦТЦТАГГТАЦЦАГТ...3'. А. Определите последовательность нуклеотидов в комплементарной цепи. Б. Определите последовательность кодонов мРНК, синтезированной на комплементарной цепи. В. Определите последовательность аминокислот в полипептиде, закодированном в данном гене.

**Задача 33.** Исследователи проводили эксперименты с двумя группами мышей: в первой окрас шерсти был желтым, во второй — темным. Данные признаки являлись наследуемыми. Однако было обнаружено, что добавление в рацион беременных мышей с желтым окрасом фолиевой кислоты приводит к появлению мышат, имеющих темный окрас. Чем это можно объяснить?

**Задача 34.** Один из оперонов бактерии содержит 5 генов. Ген А, ближайший к промотору, и ген Б, расположенный дальше других от промотора, имеют примерно равную длину. Однако было установлено, что белок, кодируемый геном А, в среднем появляется в клетке раньше, чем белок, кодируемый геном Б. Чем можно объяснить эту разницу?

## ГЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

Таблица 1

#### Некоторые эндонуклеазы рестрикции

№	Рестриктаза	Сайты распознавания и места разреза ДНК
1.	BalI	5' - ТГГ↓ЦЦА-3' 3' - АЦЦ↑ГГТ-5'
2.	BamHI	5' - Г↓ГАТЦЦ-3' 3' - ЦЦТАГ↑Г-5'
3.	EcoRI	5' - Г↓ААТТЦ-3' 3' - ЦТТАА↑Г-5'
4.	HindIII	5' - А↓АГЦТТ-3' 3' - ТТЦГА↑А-5'
5.	SalI	5' - Г↓ТЦГАЦ-3' 3' - ЦАГЦТ↑Г-5'
6.	XbaI	5' - Т↓ЦТАГА-3' 3' - АГАТЦ↑Т-5'
7.	HaeIII	5' - ГГ↓ЦЦ-3' 3' - ЦЦ↑ГГ-5'

**Задача 1.** Имеется последовательность из 39 нуклеотидных пар двухцепочечной ДНК следующего состава:

5'-ЦЦТТАГГЦЦТГААТТААГГЦААТАГТГТГААТТЦАЦАТГ-3'  
3'-ГГААТЦЦГГАЦТТААТТЦЦГТТАТЦАЦАЦТТААГТГТАЦ-5'

Каким способом, и на сколько частей можно разрезать эту ДНК?

**Решение.** В данной последовательности ДНК имеется два участка распознавания: ГААТТЦ для рестриктазы **EcoRI** и ГГЦЦ для **HaeIII**. По-

этому искомая ДНК может быть разрезана в двух местах с образованием трех различных фрагментов следующих последовательностей:

- 1) 5'-ЦЦТТАГГ-  
3'-ГГААТЦЦ-
- 2) -ЦЦТГААТТААГГЦААТАГТГТГ-  
-ГГАЦТТААТТЦЦГТТАТЦАЦАЦТТАА-
- 3) - ААТТЦАЦАТГ-3'  
- ГТТАЦ-5'

**Задача 2.** Рестриктаза **Hind III** разрезает ДНК по последовательности 5' ААГЦТТ 3'. Какова средняя длина фрагментов разрезанной ДНК?

**Решение.** Нам необходимо рассмотреть только одну цепочку ДНК, поскольку обе цепочки имеют одинаковые, симметричные последовательности, хотя и разнонаправленные. Частота встречаемости фрагмента из 6 нуклеотидных пар для **Hind III** составит  $(1/4)^6 = 1/4096$ , так как вероятность для одного нуклеотида (допустим, А) занять конкретное место в цепочке ДНК составляет  $1/4$ , а таких мест имеется 6. Следовательно, среднее расстояние между участками разрезания рестриктазой **Hind III** составит около 4 тысяч нуклеотидных пар (4 тысячи баз или 4 килобазы).

**Задача 3.** Гаплоидный геном человека содержит около  $3 \times 10^9$  нуклеотидных пар (н.п.) ДНК. Если разрезать ДНК рестриктазой **EcoR I**, узнающим гексамерную последовательность ГААТТЦ, то сколько различных рестрикционных фрагментов будет получено?

**Решение.** Исходя из предположения, что четыре нуклеотида А, Т, Г, Ц находятся в равных количествах и распределяются в ДНК случайным образом, вероятность для любого из четырех нуклеотидов занять конкретное место в цепочке составляет  $1/4$ . Вероятность для двух нуклеотидов (например, А Г) занять конкретное место составит  $1/4 \times 1/4 = (1/4)^2$ , а вероятность для специфической гексамерной последовательности будет равна  $(1/4)^6 = 1/4096$ . Следовательно, **EcoR I** будет разрезать молекулу ДНК в среднем один раз на 4096 нуклеотидных пар. Если молекула ДНК разрежется **n** раз, то в результате получается **n + 1** фрагмент.

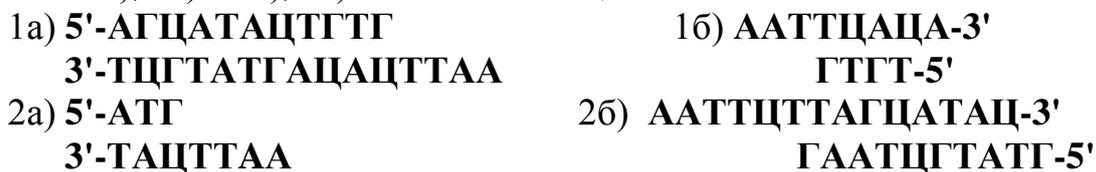
Гаплоидный геном из  $3 \times 10^9$  нуклеотидных пар содержит около 732 422 ( $3 \times 10^9/4096$ ) мест разреза для рестриктазы **EcoR I**. Если бы полный геном ДНК человека состоял из одной молекулы, то **EcoR I** могла бы разрезать его на 732 422 + 1 фрагмент. Так как места разрезов распределены по 23 хромосомам, то в результате полного расщепления ДНК человека рестриктазой **EcoR I** должно получиться 732422 + 23 рестрикционных фрагмента.

**Задача 4.** Ниже приведены последовательности двух фрагментов ДНК, выделенных из организмов разных видов.

- 1) 5'-АГЦАТАЦТГТГААТТЦАЦА-3'  
3'-ТЦГТАТГАЦАЦТТААГТГТ-5'
- 2) 5'-АТГААТТЦТТАГЦАТАЦ-3'  
3'-ТАЦТТААГААТЦГТАТГ-5'

С помощью каких ферментов можно получить гибридную молекулу ДНК из этих фрагментов? Опишите последовательные этапы получения гибридной молекулы.

**Решение.** На первом этапе необходимо разрезать представленные фрагменты ДНК с помощью подходящих рестриктаз. В данном случае можно использовать рестриктазу **EcoRI**, которая разрежет ДНК двух видов на 4 новых фрагмента 1а), 1б) и 2а), 2б) с липкими концами ААТТ и ТТАА:



В ходе второго этапа необходимо соединить нужные нам фрагменты 1а) и 2б). В результате, выступающие липкие концы соединятся между собой водородными связями в силу комплементарности.



Окончательное соединение фрагментов 1а) и 2б) двух молекул ДНК производит ДНК-лигаза, которая «сшивает» между собой сахарофосфатные остовы обоих фрагментов с образованием полной структуры двойной спирали ДНК.

**Задача 5.** Кольцевая плаزمида **pSC 101** несет только один участок расщепления рестриктазой **EcoR 1**. Какой из приведенных ниже фрагментов ДНК можно встроить в данную плазмиду?

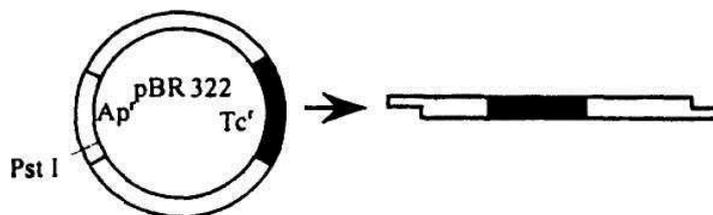


**Решение.** Поскольку плазмиды **pSC 101** несет один участок расщепления рестриктазой **EcoR I**, то в нее можно встроить только тот фрагмент ДНК, который также может быть разрезан рестриктазой **EcoR 1**. Поэтому из двух фрагментов двухцепочечной ДНК, приведенных выше, в плазмиду **pSC 101** можно встроить лишь первый, так как, только он содержит участки разрезания для **EcoR I**.

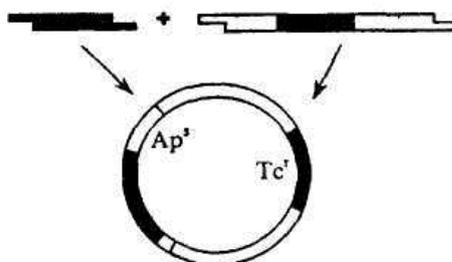
**Задача 6.** При помощи рестриктазы **Pst I** получен фрагмент двухцепочечной ДНК с липкими концами. Можно ли встроить данный фрагмент в плазмиду **pBR 322**? Как подтвердить, что фрагмент чужеродной ДНК встроился в плазмиду **pBR 322**?

**Решение.** Данный фрагмент ДНК можно встроить в плазмиду **pBR 322**, поскольку она несет участок расщепления рестриктазой **Pst I**.

На первом этапе под действием рестриктазы **Pst I** получают линейную молекулу плазмиды:



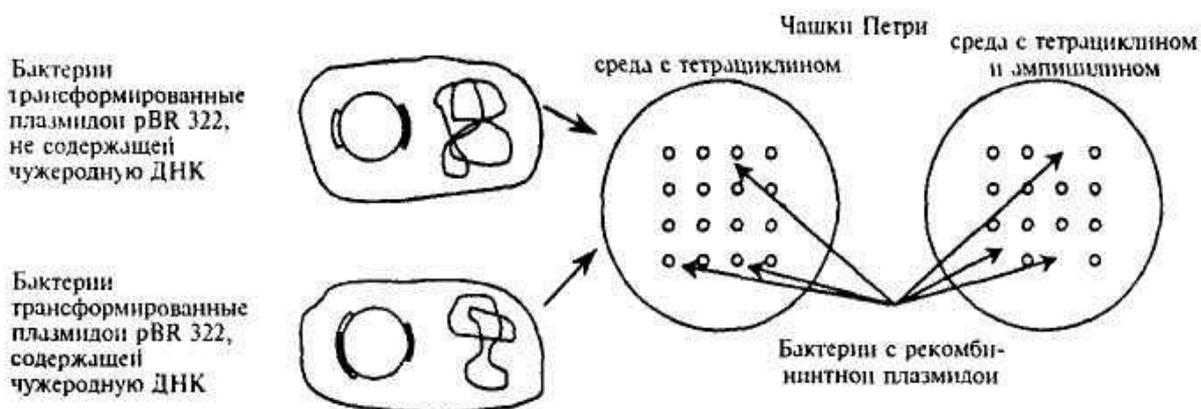
На втором этапе происходит гибридизация линейной молекулы плазмиды с фрагментом ДНК с последующим сшиванием ферментом лигазой.



Так как сайт рестрикции для **Pst I** находится в гене устойчивости (резистентности) к ампициллину, то при вставке чужеродной ДНК по месту разреза будет нарушена целостность гена *Ap*. Соответственно исчезнет признак устойчивости к ампициллину, кодируемый данным геном. Для того, чтобы подтвердить наличие чужеродной ДНК, гибридную плазмиду вводят в бактерию.

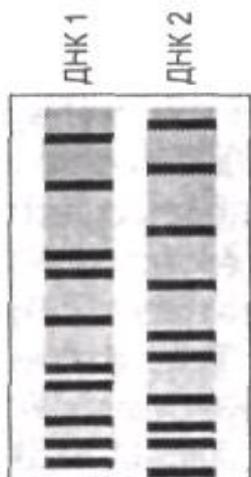


Трансформированные плазмидой бактерии помещают в чашку Петри на среду, содержащую только тетрациклин. Затем переносят реплику (отпечаток) колоний на среду, содержащую и тетрациклин, и ампициллин.



Если бактериальные колонии растут на среде, содержащей тетрациклин, но не растут на среде с двумя антибиотиками, то это означает, что данные бактерии несут плазмиды с чужеродной ДНК, встроенной в ген устой-

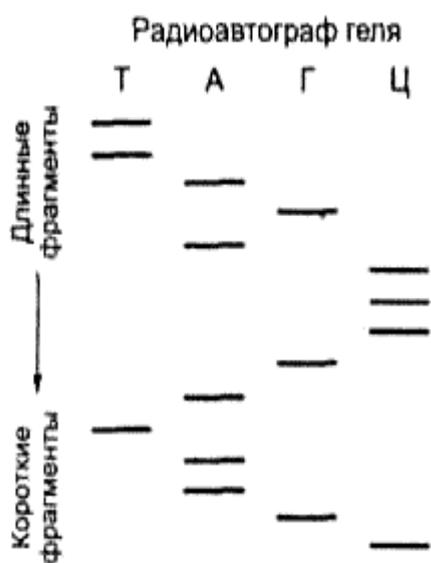
чивости к ампициллину. Иными словами, встроить данный фрагмент в плазмиду **pBR 322** при помощи рестриктазы **Pst I** удалось.



**Задача 7.** Образцы ДНК человека, обработанные рестриктазами, проанализированы методом фингерпринта с использованием радиоактивно меченого зонда, комплементарного к звеньям минисателлитной ДНК. Схематическое изображение радиограммы проведенного фингерпринта ДНК представлено на рисунке. Определите у одного или двух человек была взята ДНК для анализа?

**Решение:** в каждом спектре образцов ДНК, представленных на рисунке, насчитывается по 10 фракций. Поскольку только одна фракция у двух образцов полностью совпадает, а по девяти фракциям есть отличия, то

можно утверждать, что ДНК<sub>1</sub> и ДНК<sub>2</sub> взяты для фингерпринта у двух неродственных людей.



**Задача 8.** Нуклеотидная последовательность короткого рестрикционного фрагмента ДНК длиной 15 нуклеотидов, секвенирована методом Максама-Гилберта. На основе спектра, представленного на радиограмме (см. рисунок), определите нуклеотидную последовательность фрагмента ДНК.

**Решение:** чтение нуклеотидной цепочки начинается с радиоактивно меченого конца. Чем короче радиоактивный фрагмент на геле, тем ближе искомый нуклеотид расположен к началу цепочки. Поэтому самый короткий радиоактивный фрагмент и, соответственно, первый нуклеотид располагаются в самой нижней части геля. На данной радиограмме это нуклеотид Ц, второй — Г, третий и четвертый — А, пятый — Т, шестой — А и т.д. вверх по радиоавтографу геля. Таким образом, нуклеотидная последовательность фрагмента ДНК из 15 нуклеотидов по результатам секвенирования, следующая: ЦГААТАГЦЦАГАТТ.

### Задачи для самоконтроля

**Примечание:** для решения задач следует использовать таблицу 1, приведенную в начале раздела.

**Задача 1.** Имеется последовательность из 27 нуклеотидных пар двухцепочечной ДНК следующего состава:

5'- ЦТГААТТАГГАТЦЦАГГЦААТАГТГТГ-3';

3'- ГАЦТТААТЦЦАГГТЦЦГТТАТЦАЦАЦ-5'.

Какой эндонуклеазой и на сколько частей можно разрезать эту ДНК?

**Задача 2.** Имеется последовательность из 24 нуклеотидных пар двухцепочечной ДНК следующего состава:

5'-ТЦАГААТГЦТГГЦЦААГТАЦТТАГ-3';

3'-АГТЦТТАЦГАЦЦГГТТЦАТГААТЦ-5'.

Каким способом, и на сколько частей можно разрезать эту ДНК?

**Задача 3.** Ниже приведены последовательности двух ДНК (по одной цепочке из двуцепочечных молекул). Какую из них может разрезать рестриктаза **EcoRI**, узнающая последовательность 5'-ГААТТЦ-3'?

а) 5'-АЦТЦЦАГААТТЦАЦТЦГ-3'

б) 5'-ГЦЦТЦАТТЦГААГЦЦТА-3'

**Задача 4.** Ниже приведены три последовательности одноцепочечных молекул ДНК. Какую из них в двухцепочечной форме могут разрезать известные вам рестриктазы?

а) 5'-ТАГГЦТААГЦТТАЦЦГАТ-3';

б) 5'-ЦГААТАТТТЦЦГГАТГАА-3';

в) 5'-АГГТЦЦТТАТЦЦГАТААТТ-3'.

**Задача 5.** Рестриктаза **Hpa II** разрезает ДНК по последовательности ЦЦГГ. Какова средняя длина фрагментов разрезанной ДНК?

**Задача 6.** Рестриктаза **EcoR I** разрезает ДНК по последовательности ГААТТЦ. Как часто этот фермент будет разрезать двухцепочечную ДНК?

**Задача 7.** Если последовательность нуклеотидов в ДНК распределяется случайным образом, то какова будет средняя длина фрагмента при разрезании рестриктазами, узнающими последовательность из 8 нуклеотидов?

**Задача 8.** Сколько различных рестрикционных фрагментов теоретически следует ожидать при разрезании гаплоидного генома человека ( $3,2 \times 10^9$  пар оснований) рестрикционным ферментом **BamHI**?

**Задача 9.** Гаплоидный геном дрожжевого грибка *Saccharomyces cerevisiae*, состоящий из одной хромосомы, содержит около  $13,5 \times 10^6$  нуклеотидных пар ДНК. Если вы порежете эту ДНК ферментом **EcoR I**, то сколько различных рестрикционных фрагментов будет получено?

**Задача 10.** Геном *Escherichia coli*, представляющий собой одну кольцевую ДНК, содержит около  $4,7 \times 10^6$  н. п. Его разрезали ферментом **NotI**. Сколько различных рестрикционных фрагментов будет получено?

**Задача 11.** Геном *Drosophila melanogaster*, состоящий из четырех хромосом, содержит около  $10^8$  нуклеотидных пар ДНК. Сколько различных рестрикционных фрагментов будет получено, если вы разрежете эту ДНК ферментом **EcoR I**?

**Задача 12.** Ниже приведены последовательности двух фрагментов ДНК, выделенных из организмов разных видов.

1) 5'-АААГЦТТЦТГААТЦЦГАТЦГ-3';

3'-ТТТЦГААГАЦТТАГГЦТАГЦ-5';

2) 5'-ГТАЦТЦАГАТЦЦТАГГАТААГЦТТ-3';

3'-ЦАТГАГТЦТАГГАТЦЦАТТЦГАА-5'.

С помощью каких ферментов из этих фрагментов можно получить гибридную молекулу ДНК? Опишите последовательные этапы получения гибридной молекулы.

**Задача 13.** Опишите последовательные этапы получения гибридной ДНК из представленных ниже фрагментов.

5'-ТАЦТАТЦЦГГАГТАГГАТЦЦТ-3';

3'-АТГАТАГГЦЦТЦАТЦЦТАГГА-5';

5'- ЦГГАТЦЦТАГАТТЦЦАТА-3';

3' -ГЦЦТАГГАТЦЦААГГТАТ- 5'.

**Задача 14.** Ниже приведен фрагмент ДНК. Можно ли встроить его в плазмиду при помощи рестриктазы **EcoRI**?

5'-АГГЦЦТГААТТААГГЦААТАГТГТГААТЦА-3';

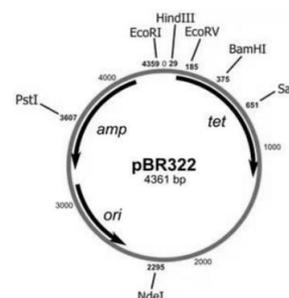
3'-ТЦЦГГАЦТТААТТЦЦГТТАТЦАЦАЦТТАГТ-5'.

**Задача 15.** Ниже приведены два одноцепочечных фрагмента ДНК. Какой из них в двухцепочечном варианте можно использовать для встраивания в плазмиду при помощи рестриктазы **EcoRI**?

а) 5'-ГГЦЦТГААТТЦААГЦАТАГТГТГААТТЦАА-3';

б) 5'-ТЦЦГГАЦТТААТТГТТАТЦАЦАЦТТАГТ-3'.

**Задача 16.** На рисунке изображена плаزمида **pBR322**. Указаны сайты рестрикции для различных эндонуклеаз и их местоположение. Участок какого из ниже приведенных фрагментов двуцепочечной ДНК можно встроить в плазмиду, при помощи эндонуклеаз, приведенных в таблице?



№ 1.

5'-ЦЦГААТТЦАГАТГТААГГЦААТАГТГТГААТТЦАЦА-3'

3'-ГГЦТТААГТЦТАЦАТТЦЦГТТАТЦАЦАЦТТААГТГТ-5'

№ 2.

5'-ЦЦТТААГЦТГАГГЦТААГГЦААТАГААГЦААЦАЦАТГ-3'

3'-ГГААТТЦГАЦТЦЦГАТТЦЦГТТАТЦТТЦГТТГТГТАЦ-5'

№ 3.

5'-АГГЦЦГАТАЦЦЦГАТАЦТЦГАЦЦГАТАЦТГТАГГЦЦГ-3'

3'-ТЦЦГГЦТАТГГГЦТАТГАГЦТГГЦТАТГАЦАТЦЦГГЦ-5'

**Задача 17.** Какой из ниже приведенных фрагментов двуцепочечной ДНК можно встроить в плазмиду **pBR 322**?

1) 5'-ЦЦГААТТЦАГАТГТААГГЦААТАГТГТГААТТЦАЦА-3';

3'-ГГЦТТААГТЦТАЦАТТЦЦГТТАТЦАЦАЦТТААГТГТ-5';

2) 5'-ЦЦТТААГЦТТАГГЦТААГГЦААТАГААГЦТТЦАЦАТГ-3';

3'-ГГААТТЦГААТЦЦГАТТЦЦГТТАТЦТТЦГААГТГТАЦ-5'.

**Задача 18.** Имеется фрагмент двуцепочечной ДНК:

5'-ТАГГАТЦЦАТТАААТАГТГГАТЦЦГТ-3';

3'-АТЦЦТАГГТААТТТАТЦАЦЦАТГГЦА-5'.

Можно ли встроить данный фрагмент в плазмиду **pBR 322**? Как подтвердить, что фрагмент чужеродной ДНК встроен в плазмиду **pBR 322**?

**Задача 19.** В плазмиду **pBR 322** встроено фрагмент чужеродной ДНК. Трансформированные такой плазмидой бактерии растут на питательной среде с

ампициллином, но не растут на питательной среде, содержащей тетрациклин. Какой рестриктазой можно вырезать чужеродную ДНК из плазмиды?

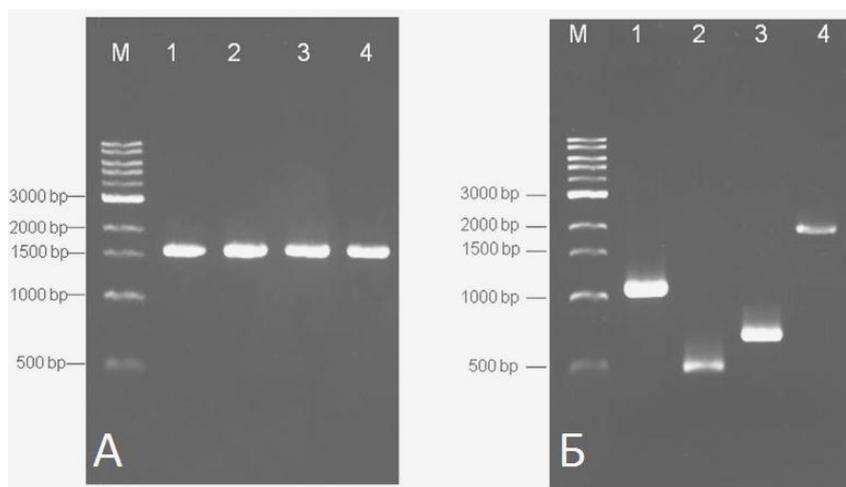
**Задача 20.** Установлено, что различные мутации в гене *RHO*, кодирующем трансмембранный белок родопсин, вызывают различные формы наследственного заболевания пигментной ретинопатии, которое характеризуется прогрессирующей потерей зрения.

Проведено секвенирование нормального и мутантного гена *RHO*. Результат секвенирования по Сэнгеру фрагмента, кодирующего участок белка с 21-й по 27-ю аминокислоты (секвенирована смысловая цепь), представлен на рисунке. Читать кодоны следует с первого нуклеотида внизу рисунка. Какая мутация произошла у больного человека? Как изменился аминокислотный состав его родопсина? Направление движения нуклеотидов обозначено стрелкой. Читать кодоны следует с первого нуклеотида.



**Задача 21.** Теоретически, после каждого цикла ПЦР количество амплифицируемого фрагмента ДНК удваивается. Сколько минут потребуется для получения 1 млн. копий из одной молекулы, если этапы денатурации, гибридизации праймеров и элонгации делятся 15, 30 и 90 секунд соответственно?

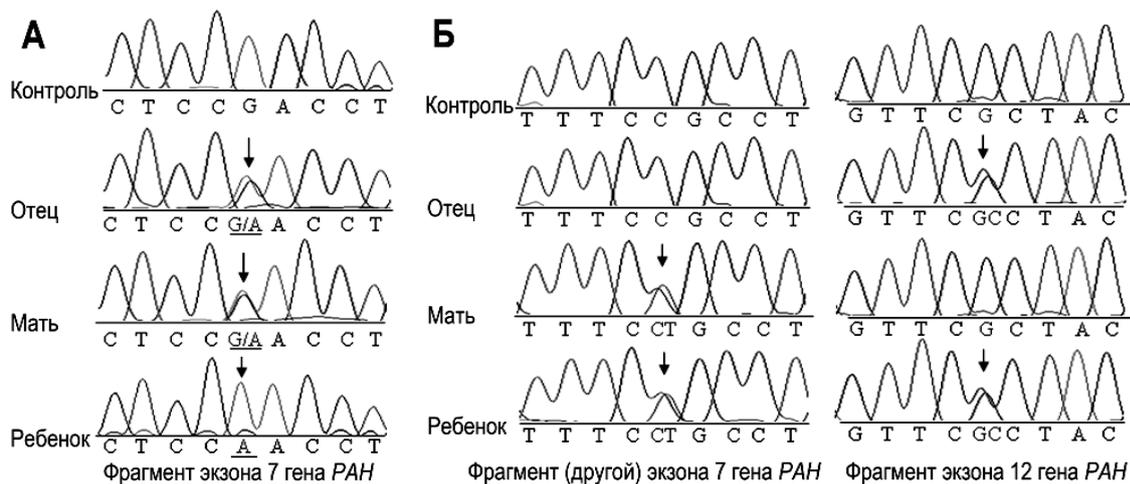
**Задача 22.** На фотографии представлен агарозный гель, в котором визуализирована ДНК после электрофореза. Используя маркер длины (обозначен как М), определите приблизительную длину представленных фрагментов в парах оснований.



А: 1 –  
2 –  
3 –  
4 –

Б: 1 –  
2 –  
3 –  
4 –

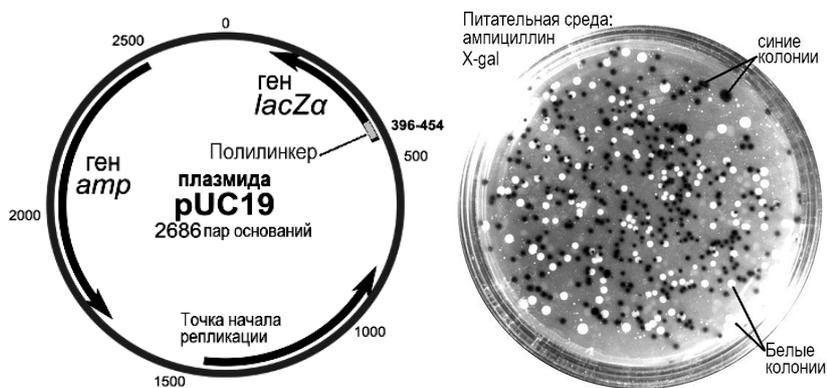
**Задача 23.** Известно, что мутации в гене PAH вызывают фенилкетонурию (аутосомно-рецессивное заболевание). Перед вами результаты секвенирования по Сэнгеру гена PAH для двух семей. В семье А у обоих родителей в экзоне 7 одной из копий гена имеется мутация с.728G>А, т. е. замена 728-го нуклеотида Г на А, делающая ген неработоспособным. В семье Б у одного родителя одной из копий гена имеется мутация с.721С>Т (замена Ц на Т), а у другого — с.1238G>С (замена Г на Ц). Обе мутации выводят ген из строя.



Изучите данные рисунка и сделайте вывод о наличии либо отсутствии заболевания у детей в обеих семьях.

Пояснение: контроль — участки гена других лиц без мутаций, необходимые для сравнения; G, C, A, T — латинские обозначения Г, Ц, А, Т, показываемые программой, обрабатывающей данные, полученные в ходе секвенирования; две разные буквы в последовательности (например, G/A) означают, что в одной хромосоме обследованного ген содержит один нуклеотид, а во второй — другой.

**Задача 24.** Плазмида pUC19 содержит ген устойчивости к антибиотику ампициллину (*amp*) а также ген *lacZα*, позволяющий бактериям производить вещество синего цвета из вещества X-gal. Сайты рестрикции находятся в пределах гена *lacZα*, поэтому вставка фрагмента ДНК в плазмиду нарушает работу этого гена. Благодаря этому можно распознать успешно трансформированные клетки.



Бактерии были посеяны на среде, содержащей ампициллин и X-gal.

На среде выросли колонии белого и синего цвета (каждая колония — группа бактерий-потомков одной клетки, они имеют одинаковый геном).

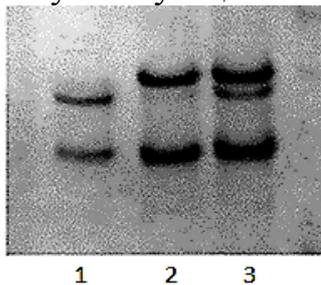
1. Какова судьба бактерий, не подвергшиеся трансформации (т. е. без **pUC19**)?

2. Какова судьба бактерий, имеющих **pUC19**, но без желаемого гена?

3. Колонии какого цвета были успешно генно модифицированы?

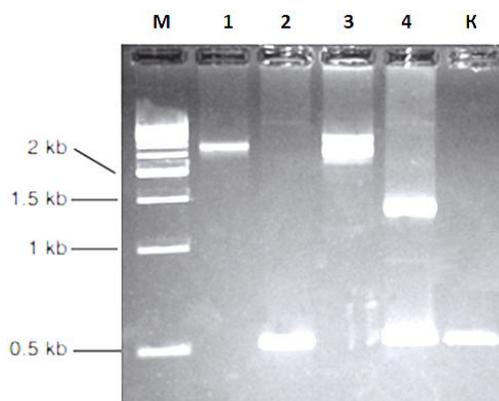
Объясните свои ответы.

**Задача 25.** Перед вами результаты **SSCP** одного из экзонов определенного гена для трех особей. Двое из них гомозиготны по различным мутациям (т. е. содержат одну и ту же мутацию в обеих копиях генов).



Каким номером обозначена особь, которая имеет мутации и первой, и второй особей (является гетерозиготой)?

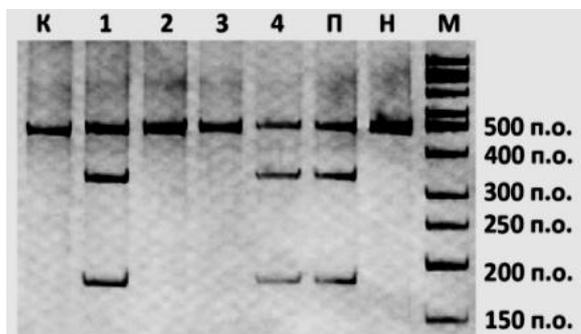
**Задача 26.** Подавляющее большинство случаев атаксии Фридрейха вызывается амплификацией (многократным увеличением числа копий) повтора ГАА в первом интроне гена *FXN*. В результате, длина фрагмента ДНК, содержащего повтор, увеличивается, а подвижность в агарозном геле уменьшается.



На рисунке представлен результат электрофореза фрагмента гена *FXN*, содержащего указанный повтор. М — маркер длины, К — контроль (здоровый человек). Установите номера образцов, в которых обе копии гена имеют амплификацию (больные лица), одна копия имеет амплификацию (здоровые носители мутации) либо амплификация отсутствует (здоровые лица).

**Задача 27.** Пациент с олигодентией (отсутствие нескольких зубов), был обследован на наличие мутаций, которые могут являться причиной данного состояния. Обнаружено, что он имеет мутацию в экзоне 2 гена *MSX1*.

Были также обследованы не имеющие олигодентии члены его семьи (родители и родители матери), для чего использовался метод ПДРФ, так как обнаруженная мутация создает сайт рестрикции для эндонуклеазы **TaqI**. В результате исследуемый фрагмент экзона 2 гена *MSX1* (длина — 557 п.о.) может быть разрезан данной нуклеазой на фрагменты из 365 и 192 п.о., что говорит о наличии мутации. Результаты изображены на рисунке.



- К — контроль (лицо без мутации)
- 1 — дед по линии матери исследуемого лица
- 2 — бабушка по линии матери исследуемого лица
- 3 — отец исследуемого лица
- 4 — мать исследуемого лица
- П — исследуемое лицо
- Н — неразрезанный фрагмент исследуемой ДНК
- М — маркер длины фрагментов

У кого из членов семьи исследуемого также обнаруживается данная мутация?

## РАЗДЕЛ 3. ЗАКОНОМЕРНОСТИ НАСЛЕДОВАНИЯ

### ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ ГАМЕТ

#### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

**Задача 1.** Выпишите типы гамет, которые образуются у особей, имеющих генотипы: а) *AA*; б) *Rr*; в) *ss*; г) *AaBb*.

**Решение.** По формуле  $N = 2^n$  определяем число типов гамет у особей следующих генотипов: у особи *AA* — 1 тип гамет ( $2^0 = 1$ ), у особи *Rr* — 2 типа ( $2^1 = 2$ ), у особи с генотипом *ss* — 1 тип ( $2^0 = 1$ ), у особи с генотипом *AaBb* — 4 типа гамет ( $2^2 = 4$ ).

а) один тип гамет (A)

б) два типа гамет (R) (r)

в) один тип гамет (s)

г) четыре типа гамет (AB) (Ab) (aB) (ab)

**Задача 2.** Мужская особь имеет генотип  $Nn$ .

- а) какие типы сперматозоидов образуются у этой особи?
- б) каково численное соотношение сперматозоидов разных типов, образующихся у особи с генотипом  $Nn$ ?
- в) какой биологический процесс регулирует это соотношение?

**Решение.** Два типа сперматозоидов с генами  $N$  и  $n$ , в соотношении 1:1 (по 50 %). В основе этого соотношения лежит равновероятный механизм расхождения хромосом и хроматид в анафазу мейоза I и анафазу мейоза II.

### ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

**Задача 1.** Сколько типов гамет образуют:

- а) гомозиготная особь с одним доминантным признаком?
- б) гетерозиготная особь по одному признаку?
- в) особь с одним рецессивным признаком?

**Задача 2.** Если у женского организма с генотипом  $Mm$  ген –  $M$  при мейозе попал в яйцеклетку, куда попадет ген  $m$ ?

**Задача 3.** У человека карий цвет глаз доминирует над голубым:

- а) сколько типов яйцеклеток, различающихся по данной паре генов, образуется у гетерозиготной кареглазой женщины?
- б) сколько типов сперматозоидов образуется у голубоглазого мужчины?

**Задача 4.** Сколько типов гамет, и какие именно, образуют организмы, имеющие генотипы?

- а)  $AA$ ;      б)  $AABB$ ;      в)  $aaBB$ ;      г)  $aabb$ .

**Задача 5.** Сколько типов гамет, и какие именно, образуют следующие организмы?

- а) моногибрид по гену  $A$ ;
- б) дигибрид по генам  $A$  и  $B$ ;
- в) тригибрид по генам  $A$ ,  $B$ ,  $C$ .

**Задача 6.** Сколько типов гамет образует организм?

- а) гетерозиготный по одной паре генов;
- б) гетерозиготный по двум парам генов;
- в) гетерозиготный по четырем парам генов;
- г) гетерозиготный по  $n$  парам генов.

**Задача 7.** Сколько типов гамет, и какие образуют организмы с генотипами?

- а)  $MmNnSsRr$ ;
- б)  $MMnnssRR$ ;
- в)  $DdeeFfHh$ .

**Задача 8.** У человека карий цвет глаз доминирует над голубым, а близорукость — над нормальным зрением. Сколько типов гамет и, какие именно, образует дигетерозиготная кареглазая близорукая женщина?

## МОНОГИБРИДНОЕ СКРЕЩИВАНИЕ

### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

**Задача 1.** У человека карий цвет глаз доминирует над голубым. Голубоглазый мужчина, женился на кареглазой женщине, у отца которой глаза были голубые, а у матери — карие. От этого брака родился один ребенок, глаза которого оказались карими. Каковы генотипы всех упомянутых лиц?

**Решение.** Оформляем условие задачи в виде таблицы:

Признак	Аллель	Генотип
Карий цвет глаз	<i>A</i>	<i>AA, Aa</i> ; или <i>A-</i>
Голубой цвет глаз	<i>a</i>	<i>aa</i>

Голубоглазый мужчина гомозиготен (генотип *aa*), так как голубой цвет глаз — рецессивный признак. Кареглазая женщина может быть, как гомо- (генотип *AA*), так и гетерозиготной (генотип *Aa*), ибо карий цвет глаз доминирует. Но от своего голубоглазого (и, следовательно, гомозиготного) отца она могла получить только рецессивный ген, поэтому женщина гетерозиготна (генотип *Aa*). Ее кареглазый ребенок тоже не может быть гомозиготным, так как его отец имеет голубые глаза.

**Генетическая запись брака:**

$$P. \quad Aa \quad \times \quad aa$$

$$F_1. \quad Aa$$

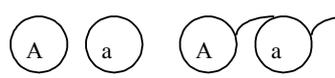
Т.о., генотип мужчины *aa*, женщины — *Aa*, генотип ее ребенка — *Aa*.

**Задача 2.** Фенилкетонурия (нарушение обмена фенилаланина) наследуется как аутосомно-рецессивный признак. Какими будут дети в семье, где родители гетерозиготны по этому признаку? Какова вероятность рождения детей, больных фенилкетонурией?

**Решение.** Оформляем условие задачи в виде таблицы:

Признак	Аллель	Генотип
Норма	<i>A</i>	<i>A-</i>
Фенилкетонурия	<i>a</i>	<i>aa</i>

*P.*    *Aa*     $\times$     *Aa*

*G.*    

*F<sub>1</sub>.*    *AA, 2Aa, aa*

В брак вступают гетерозиготные родители *Aa* и *Aa*. Фенотипически они здоровы. При браках гетерозиготных родителей вероятны генотипы детей: *AA* — 25 %, *Aa* — 50 %, *aa* — 25 %. Следовательно, вероятность рождения здоровых детей равна 75 % (из них 2/3 гетерозиготы), вероятность рождения детей, больных фенилкетонурией, — 25 %.

**Задача 3.** Альбинизм — наследственная аутосомно-рецессивная патология. Женщина-альбинос вышла замуж за здорового мужчину и родила ребенка альбиноса. Какова вероятность, что второй ребенок тоже окажется альбиносом?

**Решение.** Оформляем условие задачи в виде таблицы:

Признак	Аллель	Генотип
Норма	<i>A</i>	<i>A-</i>
Альбинизм	<i>a</i>	<i>aa</i>

Так как женщина больная, то ее генотип *aa*. Ее муж — здоровый мужчина — может быть гомозиготным и гетерозиготным, но так как у этих супругов родился больной ребенок, то мужчина гетерозиготен по гену *A*.

Запишем генетическую схему этого брака:

$$\begin{array}{l}
 P. \quad aa \quad \times \quad Aa \\
 G. \quad \textcircled{a} \quad \quad \textcircled{A} \quad \textcircled{a} \\
 F_1. \quad Aa; \quad aa
 \end{array}$$

Даже если в этой семье уже имеется больной ребенок, вероятность рождения следующего ребенка больным сохраняется и составляет 50 %, так как соотношение гамет не изменяется.

**Задача 4.** У человека доминантная аллель *D* вызывает аномалию развития скелета — черепно-ключичный дизостоз (изменение костей черепа и редукция ключиц). Женщина с нормальным строением скелета вышла замуж за мужчину с черепно-ключичным дизостозом. Ребенок от этого брака имел нормальное строение скелета. Можно ли по фенотипу ребенка определить генотип его отца?

**Решение.** Оформляем условие задачи в виде таблицы:

Признак	Аллель	Генотип
Дизостоз	<i>D</i>	<i>D-</i>
Норма	<i>d</i>	<i>dd</i>

Генотипы женщины и ребенка нам известны: они гомозиготы по рецессивному признаку — *dd*. Отец имеет доминантный признак, поэтому он может быть гомозиготным и гетерозиготным по данному признаку и иметь либо генотип *DD*, либо *Dd*. Так как ребенок имеет рецессивный признак, то один ген *d* он обязательно должен получить от отца, значит отец гетерозиготен.

**Генетическая запись брака:**

$$P. \quad dd \times Dd$$

$$F_1. \quad dd$$

Таким образом, генотип отца — *Dd*.

### ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

**Задача 1.** Миоплегия (периодические параличи) передается по наследству как аутосомно-доминантный признак. Определите вероятность рождения детей с аномалией в семье, где отец гетерозиготен, а мать не страдает миоплегией.

**Задача 2.** У человека доминантный ген  $D$  вызывает аномалию развития скелета — черепно-ключичный дизостоз (изменение костей черепа и редукция ключиц):

а) женщина, страдающая черепно-ключичным дизостозом, вышла замуж за мужчину с нормальным строением скелета. Ребенок от этого брака унаследовал от матери дефект скелета. Можно ли определить генотип матери?

б) оба родителя страдают черепно-ключичным дизостозом. Ребенок от этого брака имеет нормальное строение скелета. Определите генотипы обоих родителей и ребенка.

**Задача 3.** Парагемофилия — склонность к кожным и носовым кровотечениям — аутосомно-рецессивный признак. Какова вероятность рождения больных детей в семье, где оба супруга страдают парагемофилией?

**Задача 4.** У человека рецессивный ген  $s$  детерминирует врожденную глухонемоту:

а) наследственно глухонемой мужчина женился на женщине с нормальным слухом. Их ребенок имеет нормальный слух. Можно ли определить генотип матери?

б) наследственно глухонемая женщина вышла замуж за мужчину с нормальным слухом. У них родился глухонемой ребенок. Можно ли определить генотипы родителей?

**Задача 5.** Синдактилия (сращение пальцев) обусловлена доминантной аллелью, нарушающим разделение пальцев во время эмбриогенеза. Женщина, имеющая этот дефект, вступала в брак дважды. У обоих мужей пальцы были нормальными. От первого брака родилось двое детей, один из которых имел сросшиеся пальцы, от второго брака родилось трое детей, двое из которых имели сросшиеся пальцы. Каков генотип женщины и ее мужей?

**Задача 6.** Аллель альбинизма является рецессивной по отношению к аллели, детерминирующей нормальную пигментацию. Какова вероятность рождения альбиноса в семье, где родители альбиносы?

**Задача 7.** Голубоглазый мужчина женат на кареглазой женщине, родители которой были кареглазыми, а сестра женщины — голубоглазая. Может ли у них родиться голубоглазый ребенок?

**Задача 8.** Отсутствие малых коренных зубов наследуется как доминантный аутосомный признак. Какова вероятность рождения детей с этой аномалией в семье, где оба родителя гетерозиготны по данному признаку?

**Задача 9.** «Куриная» слепота в ряде случаев наследственно обусловлена и определяется доминантной аллелью  $N$ . Женщина, страдающая «куриной» слепотой, вышла замуж за здорового мужчину. Все шесть детей унаследовали это заболевание. Родная сестра женщины, также страдающая «куриной» слепотой, вышла замуж за здорового мужчину, и от этого брака родилось трое здоровых детей и один с «куриной» слепотой. Каков генотип сестер и их родителей, если они оба страдали «куриной» слепотой?

**Задача 10.** У здоровых супругов двое детей больны агаммаглобулинемией (аутосомно-рецессивный тип наследования), один ребенок здоров.

Какова вероятность, что четвертый ребенок, которому предстоит родиться, будет здоровым?

**Задача 11.** Амавротическая идиотия Тей–Сакса (смертельное поражение нервной системы) — заболевание с аутосомно-рецессивным типом наследования. Первый ребенок (мальчик) в семье супругов умер от этой болезни. Какова вероятность, что ребенок, которому предстоит родиться, будет болен?

**Задача 12.** У человека умение владеть преимущественно правой рукой доминирует над умением владеть преимущественно левой рукой. Мужчина правша, мать которого была левшой, женился на правше, имевшей трех братьев и сестер, двое из которых были левши. Определите возможные генотипы женщины и вероятность того, что ее дети будут левшами.

**Задача 13.** Одна из форм гемералопии (неспособность видеть при сумеречном свете) наследуется как аутосомно-доминантный признак. Какова вероятность рождения здоровых детей у гетерозиготных родителей?

**Задача 14.** Болезнь Коновалова – Вильсона (нарушение обмена меди) наследуется как аутосомно-рецессивный признак. У здоровых родителей родился больной ребенок. Определите генотипы родителей и ребенка.

**Задача 15.** Аниридия (отсутствие радужной оболочки, помутнение роговицы и хрусталика, снижение остроты зрения) наследуется как аутосомно-доминантный признак. Определите вероятность рождения больного ребенка в семье, где один из родителей имеет аниридию, а второй здоров.

**Задача 16.** Плече-лопаточно-лицевая форма миопатии (атрофия мышц) является заболеванием с аутосомно-доминантным типом наследования. Какова вероятность рождения здорового ребенка в семье, где оба родителя больны, но один из них гомозиготен, а второй гетерозиготен?

**Задача 17.** У человека темный цвет волос детерминируется доминантной аллелью  $A$ , а светлый цвет волос — рецессивной аллелью  $a$ . У светловолосого отца и темноволосой матери родилось 8 детей с темным цветом волос. Определите генотипы родителей.

**Задача 18.** У кошек короткая шерсть доминирует над ангорской (длинной шерстью). Короткошерстная кошка при скрещивании с ангорским котом принесла 6 короткошерстных и 2 ангорских котят. Определите генотипы родительских форм.

**Задача 19.** У крупного рогатого скота комолость (безрогость) доминирует над рогатостью. Комолый бык скрещен с тремя коровами:

- а) при скрещивании с рогатой коровой родился рогатый теленок;
- б) при скрещивании с рогатой коровой родился комолый теленок;
- в) при скрещивании с комолой коровой родился рогатый теленок.

Определите генотипы всех родительских особей.

**Задача 20.** Стандартные норки имеют коричневый мех (доминантный признак), алеутские норки имеют голубовато-серый мех (рецессивный признак). Какое потомство ожидается от скрещивания норки с коричневым мехом и норки с голубовато-серым мехом?

## ПОЛИГИБРИДНОЕ СКРЕЩИВАНИЕ

### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

**Задача 1.** У человека карий цвет глаз доминирует над голубым, а способность лучше владеть правой рукой доминирует над леворукостью, причем гены обоих признаков находятся в различных хромосомах. Кареглазый правша женится на голубоглазой левше.

Какое потомство в отношении указанных признаков следует ожидать в этой семье? Рассмотрите 2 случая: когда юноша гомозиготен по обоим признакам и когда он — гетерозиготен.

**Решение.** Оформляем условие задачи в виде таблицы:

Признак	Ген	Генотип
Карие глаза	$A$	$A-$
Голубые глаза	$a$	$aa$
Правша	$B$	$B-$
Левша	$b$	$bb$

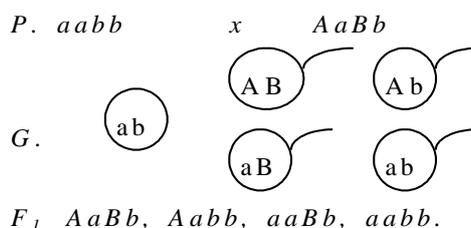
$P. aabb \times AABB$

$G.$  

$F_1. AaBb$

Голубоглазая девушка-левша гомозиготна по обоим признакам, так как они рецессивные; ее генотип мы можем записать так:  $aabb$ . Генотип гомозиготного кареглазого юноши правши  $AABB$ . У девушки образуется один тип гамет —  $ab$ , у юноши тоже образуется один тип гамет —  $AB$ . Их слияние дает зиготу  $AaBb$ . Следовательно, все потомки окажутся по фенотипу кареглазыми правшами.

Если же юноша гетерозиготен по обоим признакам, то его генотип  $AaBb$ .



У него при мейозе возможно образование гамет 4-х типов:  $AB, aB, Ab, ab$ . В результате слияния каждой из этих гамет с гаметой голубоглазой левши  $ab$  образуется 4 типа зигот:  $AaBb$  (кареглазый правша),  $aabb$  (голубоглазый левша),  $Aabb$  (кареглазый левша),  $aaBb$  (голубоглазый правша).

**Задача 2.** Отец с курчавыми волосами (доминантный признак) и без веснушек и мать с прямыми волосами и с веснушками (доминантный признак) имеют троих детей. Все дети имеют веснушки и курчавые волосы. Определите генотипы родителей и детей.

**Решение.** Оформляем условие задачи в виде таблицы:

Признак	Ген	Генотип
Веснушки	<i>A</i>	<i>A-</i>
Отсутствие веснушек	<i>a</i>	<i>aa</i>
Курчавые волосы	<i>B</i>	<i>B-</i>
Прямые волосы	<i>b</i>	<i>bb</i>

*P.* *A- bb*  $\times$  *aaB-*

*F*<sub>1</sub>. 3 *A-B-*

Так как мать имеет 2 рецессивных гена *bb*, то один из них она обязательно должна передать своему ребенку, значит в генотипе детей есть такой ген.

Так как отец имеет два рецессивных гена *aa*, то один из них он обязательно должен передать своим детям, значит в генотипе детей есть такой ген. Дети будут дигетерозиготны (*AaBb*).

Установить точно генотипы родителей не представляется возможным, но так как все дети имеют одинаковый генотип (единообразие первого поколения), то, вероятно, родители гомозиготны по двум этим признакам и имеют генотипы: *AAbb* и *aaBB*.

**Задача 3.** У человека карий цвет глаз доминирует над голубым, а темный цвет волос доминирует над светлым цветом волос. Гены обоих признаков находятся в разных парах хромосом.

У голубоглазого темноволосого отца и кареглазой светловолосой матери родилось четверо детей, каждый из которых отличается друг от друга по указанным признакам. Определите генотипы родителей.

**Решение.** Оформляем условие задачи в виде таблицы:

Признак	Ген	Генотип
Карие глаза	<i>A</i>	<i>A-</i>
Голубые глаза	<i>a</i>	<i>aa</i>
Темный цвет волос	<i>B</i>	<i>B-</i>
Светлый цвет волос	<i>b</i>	<i>bb</i>

Каждый из родителей имеет один доминантный признак и один рецессивный признак, поэтому их генотипы, следующие: отец — *aaB-*, мать *A-bb*.

Так как дети отличаются друг от друга, то значит, что их фенотипы и генотипы таковы:

первый ребенок — кареглазый темноволосый (*A-B-*);

второй ребенок — кареглазый светловолосый (*A-bb*);

третий ребенок — голубоглазый темноволосый (*aaB-*);

четвертый ребенок — голубоглазый светловолосый (*aabb*).

Генотипы родителей можно установить по генотипам второго, третьего и четвертого детей. Наиболее значимым является генотип четвертого ребенка, у которого в генотипе 4 рецессивных гена: каждый из родителей должен передать этому ребенку по два рецессивных гена: *ab*.

Таким образом, генотип отца — *aaBb*, генотип матери — *Aabb*.

## ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

**Задача 1.** У человека карий цвет глаз доминирует над голубым, а способность лучше владеть правой рукой доминирует над леворукостью, причем гены обоих признаков находятся в различных хромосомах. Какими могут быть дети, если их родители кареглазые правши, гетерозиготные по обоим признакам?

**Задача 2.** Голубоглазый правша женится на кареглазой правше. У них родилось двое детей — кареглазый левша и голубоглазый правша. От второго брака у этого мужчины с другой кареглазой правшой родилось 9 кареглазых детей (все правши). Каковы генотипы каждого из трех родителей?

**Задача 3.** У человека некоторые формы близорукости доминируют над нормальным зрением, а карий цвет глаз — над голубым;

а) кареглазый близорукий мужчина, мать которого была голубоглазая с нормальным зрением, женился на голубоглазой с нормальным зрением женщине. Какова вероятность рождения ребенка с признаками матери?

б) дигетерозиготный кареглазый близорукий мужчина женился на голубоглазой гетерозиготной близорукой женщине. Какова вероятность рождения голубоглазого ребенка с нормальным зрением?

**Задача 4.** Фенилкетонурия (неспособность усвоения фенилаланина) и одна из редких форм агаммаглобулинемии швейцарского типа (обычно ведет к смерти до шестимесячного возраста) наследуются как аутосомные рецессивные признаки. Успехи современной медицины позволяют снять тяжелые последствия нарушения обмена фенилаланина. 1. Какова вероятность рождения здоровых детей в семье, где оба родителя гетерозиготны по обоим парам генов? 2. Определите вероятность рождения больных фенилкетонурией и жизнеспособность таких детей в семье, где оба родителя гетерозиготны по обоим парам признаков.

**Задача 5.** Одна из форм катаракты и одна из форм глухонемоты передаются как аутосомные рецессивные несцепленные между собой признаки. Отсутствие резцов и клыков верхней челюсти также может передаваться как рецессивный признак. Какова вероятность рождения детей со всеми тремя аномалиями в семье, где оба родителя здоровы, но гетерозиготны по всем трем парам генов?

**Задача 6.** Фруктозурия (нарушение усвоения фруктозы) имеет две формы. Одна форма протекает без клинически выраженных симптомов, вторая — приводит к торможению умственного и физического развития. Эти формы детерминируются рецессивными аллелями разных генов, расположенными в разных хромосомах. Мужчина имеет повышенное содержание фруктозы в моче и гомозиготен по той форме фруктозурии, которая не проявляется клинически, но гетерозиготен по второй форме заболевания. Женщина гетерозиготна по первой форме фруктозурии и успешно прошла курс лечения по второй форме заболевания. Какова вероятность рождения в этой семье детей, страдающих клинически выраженной формой фруктозурии?

**Задача 7.** Супруги: гетерозиготный рыжеволосый (доминантный признак) и без веснушек мужчина и русоволосая женщина с веснушками (до-

минантный признак). Определите вероятность рождения у таких родителей детей с рыжими волосами и веснушками.

**Задача 8.** Муж — голубоглазый левша. Его родители и жена — кареглазые правши. Мать жены была голубоглазой левшой. Гены, обуславливающие развитие этих признаков, находятся в разных парах хромосом. Какова вероятность рождения ребенка с признаками отца?

**Задача 9.** Аллель курчавых волос доминирует над аллелью прямых волос; гетерозиготы имеют волнистые волосы. Аллель, обуславливающая рыжий цвет волос, является рецессивной по отношению к аллели темных волос. Гены, определяющие эти признаки, находятся в разных парах хромосом. Определите вероятность рождения курчавого рыжеволосого ребенка в семье, где оба супруга имеют волнистые темные волосы, а их матери — волнистые рыжие волосы.

**Задача 10.** У человека имеются несколько видов слепоты, каждая из которых имеет аутосомно-рецессивный тип наследования. Гены, обуславливающие эти признаки, находятся в разных парах аутосом. Определите вероятность рождения слепого ребенка, если известно, что родители зрячие; обе бабушки имеют одинаковый вид наследственной слепоты; в родословной дедушек случаев наследственной слепоты не встречалось.

**Задача 11.** Одна из форм глаукомы наследуется по аутосомно-доминантному типу, а вторая по аутосомно-рецессивному. Эти гены находятся в разных парах хромосом. Какова вероятность рождения больного ребенка, если оба родителя дигетерозиготны?

**Задача 12.** Некоторые формы катаракты имеют аутосомно-доминантный тип наследования, другие формы — аутосомно-рецессивный тип наследования. Какова вероятность рождения здорового ребенка в семье, где оба родителя имеют доминантно обусловленную форму катаракты, но гетерозиготны, а также гетерозиготны по форме заболевания с аутосомно-рецессивным типом наследования?

**Задача 13.** Черная масть крупного рогатого скота доминирует над рыжей, а белоловость — над сплошной окраской головы. Гены обоих признаков располагаются в разных парах хромосом. Какое потомство можно получить от скрещивания гетерозиготного черного быка, имеющего сплошную окраску головы с рыжей гетерозиготной белоловой коровой?

**Задача 14.** У собак черный цвет шерсти доминирует над кофейным, короткая шерсть — над длинной. Гены этих признаков расположены в разных парах хромосом. Охотник купил черную собаку с короткой шерстью. Какую собаку необходимо выбрать для скрещивания, чтобы выяснить, нет ли в генотипе исходной собаки генов, детерминирующих длинную шерсть кофейного цвета?

**Задача 15.** У человека аллель курчавых волос доминирует над аллелью гладких волос. Аллель, обуславливающая нормальную пигментацию кожи, доминирует над аллелью, детерминирующей отсутствие пигмента в коже. У родителей, имеющих нормальную пигментацию кожи и курчавые

волосы, родился альбинос с гладкими волосами. Определите генотипы родителей и вероятность рождения детей с курчавыми волосами и нормальной пигментацией кожи.

## МНОЖЕСТВЕННЫЕ АЛЛЕЛИ, ПЛЕЙОТРОПИЯ, ЛЕТАЛЬНЫЕ ГЕНЫ, ПЕНЕТРАНТНОСТЬ

### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

**Задача 1.** Хондродистрофия (нарушение развития скелета) в большинстве случаев зависит от доминантной аллели с полной пенетрантностью, причем гомозиготы по этому гену погибают до рождения.

Супруги больны хондродистрофией. Определите вероятность рождения у них здорового ребенка.

**Решение.** Оформляем условие задачи в виде таблицы:

Признак	Ген	Генотип
Хондродистрофия	$A, a$	$Aa$
Хондродистрофия и внутриутробная гибель	$A, A$	$AA$
Нормальное развитие скелета	$a$	$aa$

Из условия задачи известно, что гомозиготы  $AA$  погибают внутриутробно, следовательно, супруги будут гетерозиготны по гену хондродистрофии.

**Генетическая запись брака:**

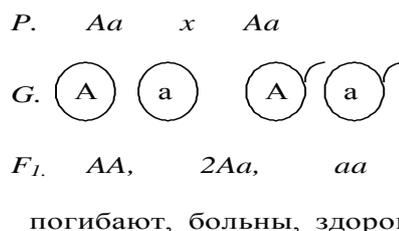
Вероятность рождения здорового ребенка составляет  $1/3$  или  $33,3\%$

**Задача 2.** Группа крови — наследственный признак, детерминированный геном, который имеет не два, а три аллеля (множественный аллелизм), обозначаемые как  $I^A$ ,  $I^B$  и  $I^0$ . Лица с генотипом  $I^0I^0$  имеют первую группу крови, с генотипами  $I^AI^A$  или  $I^AI^0$  — вторую, с генотипами  $I^BI^B$  или  $I^BI^0$  — третью, а с генотипом  $I^AI^B$  — четвертую (аллели  $I^A$  и  $I^B$  доминируют над аллелем  $I^0$ , тогда как друг друга они не подавляют). Какие группы крови возможны у детей, если у их матери — вторая группа, а у отца — первая?

**Решение.** Оформляем условие задачи в виде таблицы:

Признак	Ген	Генотип
I (0) группа крови	$I^0$	$I^0I^0$
II (A) группа крови	$I^A$	$I^AI^A, I^AI^0$
III (B) группа крови	$I^B$	$I^BI^B, I^BI^0$
IV (AB) группа крови	$I^A$ и $I^B$	$I^AI^B$

Мать со II-й группой крови может быть либо гомозиготной, либо гетерозиготной. В первом случае ребенок будет иметь II группу крови, во втором случае — II или I группы.



**Задача 3.** Ангиоматоз сетчатки глаза детерминирован доминантной аллелью аутосомного гена, пенетрантность которого — 50 %. Какова вероятность (в процентах) рождения больного ребенка в семье, где оба супруга гетерозиготны по данному гену?

**Решение.** Оформляем условие задачи в виде таблицы:

Признак	Ген	Генотип
Ангиоматоз сетчатки	<i>A</i>	<i>A</i> -
Норма	<i>a</i>	<i>aa</i>

**Генетическая запись брака:**

*P.*    *Aa*    *x*    *Aa*  
*G.*    (A) (a)    (A) (a)

*F*<sub>1</sub>.    *AA*,    *2Aa*,    *aa*

Вероятность того, что дети в семье будут с ангиоматозом, равна 3/4. Но заболевание проявится лишь у 50 % (<sup>1</sup>/<sub>2</sub>) детей, имеющих ген ангиоматоза, и вероятность их рождения составит  $\frac{3}{4} \times \frac{1}{2} = \frac{3}{8}$  или 37,5 %.

**Задача 4.** Некоторые формы шизофрении наследуются как аутосомно-доминантные признаки. У гомозигот пенетрантность гена равна 100 %, а у гетерозигот — 20 %. Определите вероятность рождения больных детей в семье, где оба родителя гетерозиготны.

**Решение.** Оформляем условие задачи в виде таблицы:

Признак	Ген	Генотип
Шизофрения	<i>A</i>	<i>A</i> -
Норма	<i>a</i>	<i>aa</i>

**Генетическая запись брака:**

*P.*    *Aa*    *x*    *Aa*  
*G.*    (A) (a)    (A) (a)

*F*<sub>1</sub>.    *AA*; *Aa*; *Aa*; *aa*.

Вероятность рождения гомозиготного по доминантному признаку ребенка составляет 25 %. Пенетрантность гена у гомозигот 100 %, поэтому все они будут больны шизофренией.

Вероятность рождения гетерозиготного ребенка составляет 50 %. Пенетрантность гена у гетерозигот — 20 %, поэтому только 1/5 часть таких детей будет больна шизофренией, а именно, 10 % ( $0,5 \times 0,2 = 0,1$ ).

Таким образом, вероятность рождения больного ребенка у данных родителей составляет 35 % (все гомозиготы по доминантному признаку, а их 25 % от всего потомства + 10 % (1/5 часть гетерозигот, а их 50 % от всего потомства)).

## ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

**Задача 1.** У матери первая группа крови, а у отца — четвертая. Могут ли дети унаследовать группу крови одного из своих родителей?

**Задача 2.** В родильном доме перепутали двух мальчиков. Родители одного из них имеют первую и вторую группы крови, родители другого — вторую и четвертую. Исследование показало, что дети имеют первую и вторую группы крови. Определите, кто чей сын. Возможно ли это сделать при других комбинациях групп крови (приведите примеры)? В каких случаях можно было бы обойтись без исследования крови отцов?

**Задача 3.** У мальчика первая группа крови, а у его сестры — четвертая. Что можно сказать о группах крови их родителей?

**Задача 4.** Родители имеют II и III группы крови. Какие группы крови можно ожидать у их детей?

**Задача 5.** Подагра наследуется по аутосомно-доминантному типу. По некоторым данным (В. П. Эфроимсон, 1968), пенетрантность одного связанного с данным заболеванием гена у мужчин составляет 20 %, а у женщин она равна нулю.

1. Какова вероятность заболевания подагрой детей у гетерозиготных родителей?

2. Какова вероятность заболевания подагрой в семье, где один из родителей гетерозиготен, а другой не имеет патологической аллели?

**Задача 6.** У братьев IV(AB) группа крови. Каковы группы крови возможны у их родителей?

**Задача 7.** В одной семье у кареглазых родителей (доминантный признак) имеется четверо детей. Двое голубоглазых детей (рецессивный признак) имеют I и IV группы крови, а двое кареглазых — II и III группы крови. Определите вероятность рождения следующего ребенка кареглазого с I группой крови.

**Задача 8.** Аллель брахидактилии (короткие и толстые пальцы) *B* в гомозиготном состоянии приводит к гибели особи. Гетерозиготы жизнеспособны. Определите процент жизнеспособных детей у гетерозиготных родителей.

**Задача 9.** Черепно-лицевой дизостоз (преждевременное зарастание швов черепа и незаращение большого родничка) наследуется как аутосомно-доминантный признак с пенетрантностью 50 %. Определите вероятность рождения больного ребенка, если один из родителей гетерозиготен по данному признаку, а второй родитель здоров.

**Задача 10.** Арахнодактилия (паучьи пальцы) наследуется как аутосомно-доминантный признак с пенетрантностью 30 %. Умение преимущественно владеть левой рукой наследуется как аутосомно-рецессивный признак с полной пенетрантностью. Определите вероятность одновременного появления обеих аномалий у детей в семье, где оба родителя гетерозиготны по двум признакам.

**Задача 11.** Синдром Ван дер Хеве (голубая окраска склер, ломкость костей, глухота) имеет аутосомно-доминантный тип наследования. Пенетрантность этих признаков изменчива. По данным К. Штерна (1965) она составляет для голубых склер почти 100 %, по ломкости костей — 63 %, по глухоте — 60 %. Мужчина, имеющий голубой цвет склер, и нормальный в отношении двух других признаков, вступил в брак со здоровой женщиной, в родословной которой случаев синдрома Ван дер Хеве не встречалось. Определите вероятность рождения в этой семье детей с признаком ломкости костей, если известно, что отец мужа имел данный синдром.

**Задача 12.** Ретинобластома (опухоль сетчатки глаза) обусловлена доминантной аллелью, пенетрантность которой составляет 70 %. В медико-генетическую консультацию обратилась беременная женщина. Из анамнеза известно, что она и ее супруг здоровы, но имеют больного старшего сына. Также установлено, что в родословной женщины случаев ретинобластомы не встречалось, а отец супруга в детстве был оперирован по поводу ретинобластомы. Какова вероятность рождения больного ребенка в данной семье?

**Задача 13.** У мышей аллель желтой пигментации шерсти  $A$  обладает летальным действием (мыши с генотипом  $AA$  погибают в эмбриогенезе). Аллель  $a$  вызывает черную пигментацию и обеспечивает нормальную жизнедеятельность. Скрещены две желтые особи. Какое расщепление по окраске шерсти ожидается в  $F_1$ ?

**Задача 14.** Аллель  $C^m$ , детерминирующая у человека светлую окраску волос, является рецессивной по отношению к аллели темных волос  $C^D$ , но, в свою очередь, доминирует над аллелью, обуславливающей рыжий цвет волос  $C^l$ . Какой цвет волос может быть у детей, если мужчина блондин, женщина брюнетка, а матери мужчины и женщины рыжеволосые?

**Задача 15.** У мексиканского дога аллель, обуславливающая отсутствие шерсти, в гомозиготном состоянии приводит к гибели потомства. При скрещивании двух догов с нормальной шерстью часть потомства погибла. При скрещивании кобеля, имеющего нормальную шерсть, с другой самкой гибели потомства не обнаружено. При скрещивании потомства от этих двух скрещиваний опять наблюдалась гибель щенков. Определите генотипы всех скрещиваемых особей.

## РАЗДЕЛ 4. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕНОВ

### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

**Задача 1.** Редкая аллель  $a$  у человека вызывает анофтальмию (отсутствие глазных яблок), аллель  $A$  обуславливает нормальное развитие глаз, у гетерозигот глазные яблоки уменьшены. Определите расщепление по фенотипу и генотипу у потомков, если их родители имеют уменьшенные глазные яблоки.

**Решение.** Оформляем условие задачи в виде таблицы:

Признак	Ген	Генотип
Нормальные глазные яблоки	$A, A$	$AA$
Уменьшенные глазные яблоки	$A, a$	$Aa$
Анофтальмия	$a$	$aa$

$P. Aa \times Aa$



$F_1. AA, 2Aa, aa$

Расщепление по генотипу и фенотипу  $1 : 2 : 1$ . 25 % — нормальные глазные яблоки, 50 % — уменьшенные глазные яблоки, 25 % — анофтальмия.

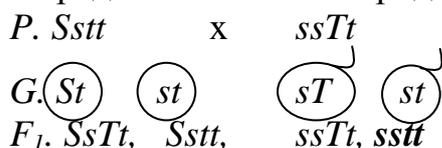
**Задача 2.** Серповидноклеточная анемия и талассемия наследуются как 2 признака с неполным доминированием; гены не сцеплены между собой и находятся в аутосомах. У гетерозигот по серповидноклеточной анемии и у гетерозигот по талассемии, заболевание не имеет выраженной клинической картины. Носители аллели талассемии или серповидноклеточной анемии устойчивы к малярии. У дигетерозигот (дигибриды по обоим парам анализируемых признаков) развивается микродрепаноцитарная анемия (В. П. Эфроимсон, 1968).

Определите вероятность рождения здоровых детей в семье, где один из родителей гетерозиготен по серповидноклеточной анемии, но нормален по талассемии, а второй — гетерозиготен по талассемии, но здоров в отношении серповидноклеточной анемии.

**Решение.** Оформляем условие задачи в виде таблицы:

Признак	Ген	Генотип
Серповидноклеточная анемия, тяжелая форма. Устойчивы к малярии.	$S, S$	$SS$
Серповидноклеточная анемия, легкая форма. Устойчивы к малярии.	$S, s$	$Ss$
Нормальный гемоглобин. Неустойчивы к малярии.	$s$	$ss$
Талассемия, тяжелая форма. Устойчивы к малярии, смертность достигает 90-95 %.	$T, T$	$TT$
Талассемия, легкая форма. Устойчивы к малярии.	$T, t$	$Tt$
Норма. Неустойчивы к малярии.	$t$	$tt$
Микродрепаноцитарная анемия.	$S, T$	$SsTt$

Определяем генотипы родителей, вступающих в брак:  $SsTt$  и  $ssTt$ .



Следовательно, вероятность рождения совершенно здоровых детей ( $ssst$ ) в этой семье равна 25 %.

**Задача 3.** У некоторых людей эритроцитарные антигены ( $A$  и  $B$ ) могут быть в слюне. Наличие антигенов  $A$  и  $B$  в слюне определяется аллелью  $S$  — секреторы, аллель  $s$  — несекреторы. При исследовании крови и слюны 4-х членов семьи установлено, что мать имеет антиген  $B$  в эритроцитах, но не содержит его в слюне; отец содержит антиген  $A$  и в эритроцитах, и в слюне; в эритроцитах первого ребенка имеются антигены  $A$  и  $B$ , но их нет в слюне; у второго ребенка антигены  $A$  и  $B$  отсутствуют и в эритроцитах, и в слюне. Определите по возможности генотипы всех указанных лиц.

**Решение.** Оформляем условие задачи в виде таблицы:

Признак	Ген	Генотип
I (0) группа крови	$I^0$	$I^0I^0$
II (A) группа крови	$I^A$	$I^AI^A, I^AI^0$
III (B) группа крови	$I^B$	$I^BI^B, I^BI^0$
IV (AB) группа крови	$I^A$ и $I^B$	$I^AI^B$
Секреторы	$I^A, I^B, S$	$I^AI S-, I^BI S-$
Несекреторы	$s, I^0$ и $S$	$ss, I^0I^0S-$

$P. I^BI Ss \quad x \quad I^AIS-$

$F_1. I^AI^Bss \quad I^0I^0S-$  либо  $I^0I^0ss$

Так как второй ребенок имеет I группу крови (генотип  $I^0I^0$ ), то в генотипе каждого из родителей должен быть ген  $I^0$ , значит по группе крови они гетерозиготы (имеют генотипы  $I^BI^0$  и  $I^AI^0$ ). Так как первый ребенок не имеет в слюне антигенов  $A$  и  $B$ , то в его генотипе есть два рецессивных гена  $ss$ , которые он получил от каждого из своих родителей. Таким образом, генотип матери  $I^BI^0ss$ , а генотип отца  $I^AI^0Ss$ . Генотип второго ребенка по гену секретор-несекретор может быть любым.

**Задача 4.** «Бомбейский феномен» состоит в том, что в семье, где отец имел I группу крови, а мать III, родилась девочка с I группой крови несмотря на то, что у нее в генотипе обнаружен ген  $I^B$ . Она вышла замуж за мужчину, гетерозиготного по II группе крови и у них родилось две девочки: первая с IV, а вторая с I группой крови. Это явление объясняется наличием редкого рецессивного эпистатического гена  $f$ , подавляющего действие генов  $I^A$  и  $I^B$ . Установите вероятные генотипы всех членов этой семьи.

**Решение.** Оформляем условие задачи в виде таблицы:

Признак	Ген	Генотип
I (0) группа крови	$I^0, F$	$I^0I^0F-, I^0I^0ff$
I (0) группа крови	$I^B, f$	$I^BI^Bff, I^BI^0ff$
I (0) группа крови	$I^A, f$	$I^AI^Aff, I^AI^0ff$
I (0) группа крови	$I^A, I^B, f$	$I^AI^Bff$
II (A) группа крови	$I^A, F$	$I^AI^AF-, I^AI^0F-$
III (B) группа крови	$I^B, F$	$I^BI^BF-, I^BI^0F-$
IV (AB) группа крови	$I^A, I^B, F$	$I^AI^BF-$

**Генетическая запись брака** родителей девочки:

$P_1. I^B I^0 F^- \quad x \quad I^0 I^0 F^-$   
 $F_1. \quad \quad \quad I^B I^0 ff$  - девочка

Так как в генотипе девочки обнаружен ген  $I^B$ , а она имеет I группу крови, то у нее есть два рецессивных гена  $f$  ( $ff$ ). Значит в генотипах ее родителей будут эти гены: генотип отца  $I^0 I^0 Ff$ , генотип матери  $I^B I Ff$ . Генотип девочки  $I^B I^0 ff$ , так как ген  $I^0$  она получила от своего отца.

Далее записываем генетическую схему брака этой девушки:

$P_2. I^B I^0 ff \quad x \quad I^A I^0 F^-$   
 $F_2. I^A I^B F^-, \quad I^0 I^0 Ff.$

Так как в данном браке в генотипе матери есть 2 гена  $ff$ , то и в генотип детей должны быть эти гены, то есть их генотипы:  $I^A I^B Ff$  и  $I^0 I^0 Ff$ . Установить генотип отца, гетерозиготный он или гомозиготный по гену  $F$ , невозможно.

### ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

**Задача 1.** Одна из форм цистинурии (нарушение обмена четырех аминокислот) наследуется как аутосомный рецессивный признак. У гетерозигот наблюдается повышенное содержание цистина в моче, у гомозигот — образование цистиновых камней в почках.

1. Определите возможные формы проявления цистинурии у детей в семье, где один супруг страдал этим заболеванием, а другой имел лишь повышенное содержание цистина в моче.

2. Определите возможные формы проявления цистинурии у детей в семье, где один из супругов имел камни в почках, а другой был нормален в отношении анализируемого признака.

**Задача 2.** Перед судебно-медицинской экспертизой поставлена задача: выяснить, является ли мальчик, имеющийся в семье супругов, родным или приемным сыном. Исследование крови всех трех членов семьи дало следующие результаты. Женщина имеет резус-положительную кровь IV группы с антигеном М. Ее супруг имеет резус-отрицательную кровь I группы с антигеном N. Кровь ребенка резус-положительная I группы с антигеном М. Какое заключение должен дать эксперт и на чем оно основывается?

**Задача 3.** В каких случаях можно отрицать родство матери и ребенка?

Фенотип	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Мать	II (A)	IV (AB)	N	MN	M	Rh <sup>+</sup>
Ребенок	I (0)	II (A)	M	N	MN	Rh <sup>-</sup>

**Задача 4.** У двух мальчиков группа крови I(0) N и II(A) M, у двух женщин — IV(AB) M и II(A) MN. Определите, кто чей сын?

**Задача 5.** У мальчика группа крови MN, у его матери — M. Какая группа крови невозможна у отца?

**Задача 6.** В родильном доме у трех женщин в один день родились сыновья с группами крови I(0) M, III(B) N, II(A) MN. Группы крови родите-

лей II(A) MN и IV(AB) N, II(A) N и III(B) N, II(A) M и II(A) MN. Определите, кто чей ребенок?

**Задача 7.** У человека антигены системы АВ0 детерминированы множественными аллелями  $I^O$ ,  $I^A$ ,  $I^B$ ; резус антиген ( $Rh^+$  и  $Rh^-$ ) аллелями  $D$  и  $d$ ; MN - группы крови — кодоминантными аллелями —  $L^M$  и  $L^N$ . Сколько различных фенотипов по трем системам групп крови существует у людей, если учитывать все возможные сочетания антигенов АВ0, резус и MN?

**Задача 8.** У человека различия в цвете кожи обусловлены двумя парами неаллельных генов  $B$  и  $C$ . Люди с генотипом  $BBCC$  имеют черную кожу, с генотипом  $bbcc$  — белую кожу. Различные сочетания доминантных генов  $B$  и  $C$  обеспечивают пигментацию кожи разной интенсивности. Любые 3 доминантных аллеля детерминируют темную кожу, любые 2 — смуглую, 1 — светлую:

а) от брака смуглого мужчины и белой женщины родились дети, из которых по 1/4 потомства было смуглых и белых, а 1/2 — светлокожих. Определите генотипы родителей и потомков.

б) два смуглых родителя имеют ребенка с черной и ребенка с белой кожей. Можно ли установить генотипы родителей?

в) могут ли быть светлокожие дети у родителей негров? Можно ли ожидать у белых родителей рождения детей с более темной кожей?

**Задача 9.** В развитии органа слуха участвуют комплементарные гены  $A$  и  $B$ . Глухонемые супруги по фамилии Смит имели 4 глухонемых детей, а глухонемые супруги Вессон — 5 глухонемых. После смерти жены Смит женился на вдове Вессон. От этого брака родились 6 детей, все с нормальным слухом. Определите генотипы супругов Смит, супругов Вессон и их детей от первого и второго браков.

**Задача 10.** Человек с генотипом  $A_1A_1A_2A_2$  — имеет высокий рост, а с генотипом  $a_1a_1a_2a_2$  — низкий рост. Напишите варианты генотипов у людей среднего роста.

**Задача 11.** Синтез интерферона у человека зависит от двух генов, один из которых находится в хромосоме 2, а другой — в хромосоме 5.

1. Назовите форму взаимодействия между этими генами.

2. Определите вероятность рождения ребенка, не способного синтезировать интерферон, в семье, где супруги гетерозиготны по указанным генам.

**Задача 12.** Рост человека контролируется тремя несцепленными генами, которые взаимодействуют по типу полимерии. В какой-то популяции самые низкорослые люди имеют все рецессивные аллели и рост 150 см, а самые высокие — рост 180 см и все доминантные аллели. Определите рост людей, гетерозиготных по всем трем генам.

**Задача 13.** Желтая окраска плодов у томатов сортов «Янтарный» и «Солнечный» определяется двумя разными рецессивными аллелями, расположенными в разных хромосомах. При скрещивании дигомозиготных растений указанных сортов все полученные гибриды имеют красную окраску плодов. Сколько растений (в %) в  $F_2$  будут иметь генотип исходного сорта «Янтарный»?

**Задача 14.** Глухота — рецессивный признак. Молодые супруги глухие. Анализ их родословных подтвердил аутосомно-рецессивный тип наследования признака. Предполагалось, что все их дети будут глухими. У них родились сын, дочь и разнополая двойня. У всех детей был нормальный слух. Объясните этот случай.

**Задача 15.** Семейная гиперхолестеринемия определяется доминантной аллелью аутосомного гена. У гетерозигот заболевание проявляется лишь высоким содержанием холестерина в крови, у гомозигот, помимо этого, развиваются доброкачественные опухоли кожи и сухожилий (ксантомы) и атеросклероз. Определите возможные фенотипы и генотипы детей в браке, где один из родителей имеет ксантомы и атеросклероз, а другой — здоров.

**Задача 16.** Секретция грудного молока у женщин определяется полимерными генами. У Ольги с генотипом  $L_1l_1L_2l_2$  количество молока соответствует потребностям ребенка. У Татьяны молока довольно много, поэтому она кормит своего ребенка и ребенка Марии, у которой совсем нет молока. Определите генотипы Марии и Татьяны.

**Задача 17.** Доминантная аллель аутосомного гена, вызывающий в гомозиготном состоянии выраженную деформацию конечностей, в гетерозиготном состоянии обуславливает укорочение пальцев (брахидактилию). Рецессивная аллель детерминирует нормальное строение пальцев. Какова вероятность рождения ребенка с брахидактилией, если его родители гетерозиготны по данному признаку?

**Задача 18.** Пельгеровская аномалия сегментирования ядер лейкоцитов наследуется как аутосомно-рецессивный признак. У гомозигот по этому признаку сегментация ядер полностью отсутствует, у гетерозигот сегментация частичная, у гомозигот по доминантной аллели — полная сегментация. Определите фенотипы потомства в браке гетерозиготных родителей.

**Задача 19.** Акаталазия (отсутствие каталазы в крови) обусловлена редкой аутосомной рецессивной аллелью. У гетерозигот активность фермента снижена (Р. Григлевский, 1970). У родителей и их сына активность каталазы снижена. Определите вероятность рождения следующего ребенка здоровым.

**Задача 20.** У человека имеется несколько форм наследственной близорукости. Умеренная степень (от  $-2,0$  до  $-4,0$ ) и высокая (выше  $-5,0$ ) наследуются как аутосомно-доминантные признаки, детерминированные аллелями, которые располагаются в разных парах хромосом. У людей, которые имеют аллели обеих форм близорукости, проявляется высокая степень заболевания. В семье, где мать имела высокую степень близорукости, а отец имел нормальное зрение, родились дочь с умеренной степенью близорукости и сын с высокой. Отец матери страдал близорукостью, мать была здорова. Какова вероятность рождения в этой семье следующего ребенка здоровым?

**Задача 21.** У кур аллель  $C$  обуславливает окрашенное оперение, а аллель  $c$  — белое оперение. Доминантная аллель другого гена ( $I$ ) подавляет проявление окраски, а аллель  $i$  позволяет аллели  $C$  проявить свое действие. Дигетерозиготная курица скрещена с гомозиготным рецессивным по обоим признакам петухом. Какой цвет оперения будет у особей в  $F_1$ ?

**Задача 22.** Лошади с генотипом  $BBcc$  и  $Bbcc$  — черной масти; лошади с генотипом  $bbcc$  — имеют рыжий цвет; с генотипами  $BBCC$ ,  $BBCc$ ,  $BbCc$ ,  $bbCC$  и  $bbCc$  — имеют серый цвет. Назовите формы взаимодействия между генами  $B$  и  $b$ ,  $C$  и  $B$ ,  $C$  и  $b$ . Определите, какой масти будет потомство при скрещивании лошадей с генотипами  $BbCc$ .

**Задача 23.** У кур встречается 4 формы гребня, обусловленные взаимодействием двух пар генов, находящимися в разных парах хромосом. Аллель  $R$  детерминирует розовидный гребень, аллель  $P$  — гороховидный гребень. При сочетании этих аллелей развивается ореховидный гребень. У кур, рецессивных по обоим генам  $rrpp$  — листовидный гребень. Скрещены дигетерозиготные особи с ореховидным гребнем. Определите вероятность появления потомства с розовидным гребнем.

**Задача 24.** У крупного рогатого скота комолость (безрогость) доминирует над рогатостью, а чалая окраска шерсти формируется как промежуточный признак при скрещивании белых и красных (доминантный признак) животных. Определите вероятность рождения телят с признаками родителей при скрещивании гетерозиготного комолого чалого быка и такой же коровы.

**Задача 25.** Кохинуровые норки (светлая окраска с черным крестом на спине) образуются при скрещивании белых норок (доминантный признак) с темными. При скрещивании белых норок между собой получают норки белого цвета, а при скрещивании темных норок между собой — темные норки. Определите какое потомство получится при скрещивании кохинуровых норок с белыми.

**Задача 26.** Женщина с группами крови II и MN подает в суд на мужчину, как виновника рождения ее ребенка с группами крови I и N. Мужчина имеет группы крови III и M. Может ли он быть отцом ребенка?

**Задача 27.** У пшеницы белая и красная пигментация зерна контролируется тремя парами аллелей:  $R_1-r_1$ ,  $R_2-r_2$ ,  $R_3-r_3$ . Растения, рецессивные по всем трем парам аллелей, имеют белые зерна.

Наличие в генотипе особи хотя бы одного доминантного гена, обуславливает проявление окраски зерна, зависящую (усиливающуюся) от количества доминантных генов. Определите расщепление по фенотипу во втором поколении при скрещивании дигомозиготного ( $R_1R_1R_2R_2$ ) красного растения с белым.

**Задача 28.** Пестролистность у бегонии «Флер» обусловлена рецессивным геном  $f$ , а у бегонии «Сэнк» — рецессивным геном  $s$  (гены находятся в разных хромосомах).

При скрещивании дигомозиготных пестролистных растений указанных сортов все полученные гибриды имеют листья зеленого цвета. Сколько бегоний (в %) среди растений с зелеными листьями ( $F_2$ ) будут являться носителями только одного (любого) гена пестролистности?

**Задача 29.** За окраску шерсти свиней отвечают 2 гена. При скрещивании дигомозиготных черных и белых свиней разных пород все потомство имеет белую окраску. Среди гибридов  $F_2$  96 поросят были белыми, 24 — черными и 8 — красными. Какое количество (в %) потомства, полученного от хряка из  $F_1$  и черной гомозиготной свиньи, будет красным?

## РАЗДЕЛ 5. СЦЕПЛЕНИЕ ГЕНОВ

### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

**Задача 1.** Сколько и какие типы гамет образуются:

а) у женщины с генотипом: б) у мужчины с генотипом:

$$\begin{array}{c} \underline{AB} \quad \underline{D} \\ ab \quad d \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \underline{AB} \quad \underline{V} \\ Ab \quad v \end{array}$$

**Ответ.**

а)  $\textcircled{AB D}$     $\textcircled{ab d}$     $\textcircled{AB d}$     $\textcircled{ab D}$  — некроссоверные;  
 $\textcircled{Ab D}$     $\textcircled{aB d}$     $\textcircled{aB d}$     $\textcircled{Ab D}$  — кроссоверные;

б)  $\textcircled{AB V}$     $\textcircled{AB v}$     $\textcircled{AbV}$     $\textcircled{Ab v}$  — (некроссоверные

и кроссоверные гаметы идентичны).

**Задача 2.** У дрозофилы во второй хромосоме в локусе 48,5 находится рецессивная аллель, детерминирующий черный цвет тела, а в локусе 54,5 — рецессивная аллель, обуславливающий пурпурный цвет глаз (Н. Н. Медведев, 1968). Сколько типов гамет, и в каком процентном соотношении образуется у дигетерозиготной самки с серым цветом тела и коричневым цветом глаз?

**Решение.** По условию задачи можно определить, что расстояние между генами равно 6 морганид (54,5-48,5). У дигетерозиготной самки дрозофилы при мейозе образуется четыре типа гамет, причем на кроссоверные гаметы будет приходиться 6 % (по 3 % на каждый тип), так как расстояние между генами в хромосоме прямо пропорционально проценту кроссинговера и проценту кроссоверных гамет. На некроссоверные гаметы будет приходиться 94 % (по 47 % на каждый тип).

**Задача 3.** Гены, влияющие на синтез белка резус-антигена и форму эритроцитов, находятся в одной аутосоме на расстоянии 3 морганиды. Женщина, отец которой был резус-отрицательным, но имел эллиптические эритроциты (доминантный признак), а мать резус-положительная, с нормальными эритроцитами, имеет эллиптические эритроциты и резус-положительная. Ее муж резус-отрицательный, с нормальными эритроцитами. Определите вероятность рождения ребенка: а) резус-положительного с нормальными эритроцитами; б) резус-положительного с эллиптическими эритроцитами; в) резус-отрицательного с эллиптическими эритроцитами; г) резус-отрицательного с нормальными эритроцитами.

**Решение.** Оформляем условие задачи в виде таблицы:

Признак	Ген	Генотип	Локализация гена
Резус – положительная кровь	<i>D</i>	<i>D-</i>	} одна аутосома; расстояние <i>D – El</i> = 3 м
Эллиптоцитоз	<i>El</i>	<i>El-</i>	
Резус – отрицательная кровь	<i>d</i>	<i>dd</i>	
Обычная форма эритроцитов	<i>el</i>	<i>el</i>	

1. Определяем генотип женщины по фенотипу ее родителей — она гетерозиготна по генам эллиптоцитоза и наличию резус-фактора:  $\frac{dEl}{Del}$

2. Определяем генотип мужа — он гомозиготен по рецессивным аллелям  $d$  и  $el$ :  $\frac{del}{del}$

3. Записываем схему брака.

*P.*  $\frac{Del}{dEl} \times \frac{del}{del}$

*G.*  $\frac{D\ e\ l}{d\ E\ l}$  — некроссоверная  
 $\frac{D\ E\ l}{d\ e\ l}$  — некроссоверная  
 $\frac{D\ e\ l}{D\ E\ l}$  — кроссоверная  
 $\frac{d\ e\ l}{d\ e\ l}$  — кроссоверная

$\frac{d\ e\ l}{d\ e\ l}$

*F<sub>1</sub>.*  $\frac{Del}{del} \frac{dEl}{del} \frac{DEl}{del} \frac{del}{del}$

4. Вычисляем процент кроссоверных и некроссоверных гамет. Кроссоверные — 3 % (по 1,5 %), так как расстояние между генами — 3 морганиды, некроссоверные — 97 % (по 48,5 %).

5. Каждая гамета может получить только одну из гомологичных хромосом. Вероятность образования у женщины гамет с генами  $Del$  — 48,5 %,  $dEl$  — 48,5 %,  $DEl$  — 1,5 %,  $del$  — 1,5 %. У мужа гаметы однотипны —  $del$ .

6. Определяем вероятность рождения детей с указанными в условии задачи сочетаниями признаков. Она зависит от вероятности слияния гамет разных типов: а) 48,5 %; б) 1,5 %; в) 48,5 %; г) 1,5 %.

**Задача 4.** У дрозофилы аллель  $B$  детерминирует серый цвет тела, а аллель  $V$  — развитие длинных крыльев. Рецессивные аллели  $b$  и  $v$  обуславливают черный цвет тела и короткие крылья. Гены расположены в одной паре аутосом на расстоянии 17 морганид. Скрещены мухи, у которых в одной хромосоме находились две доминантные аллели, а во второй — 2 рецессивные аллели. Определите вероятность появления потомков, отличающихся от родителей по фенотипу.

**Решение.** Оформляем условие задачи в виде таблицы:

Признак	Ген	Генотип	Локализация гена
Серый цвет тела	$B$	$B-$	} одна аутосома; расстояние $B - V = 17$ м
Длинные крылья	$V$	$V$	
Черный цвет тела	$b$	$bb$	
Короткие крылья	$v$	$vv$	

Как известно, у дигетерозиготной самки дрозофилы при мейозе образуется четыре типа гамет, причем на кроссоверные гаметы будет приходиться 17 % (по 8,5 % на каждый тип), так как расстояние между генами в хромосоме прямо пропорционально проценту кроссинговера и проценту кроссоверных гамет. На некроссоверные гаметы будет приходиться 83 % (по 41,5 % на каждый тип). У самца дрозофилы образуется только два типа некроссоверных гамет (по 50 % соответственно), так как у них не происходит кроссинговера.

Записываем схему скрещивания:

$$P. \quad \begin{array}{c} BV \\ \text{---} \\ bv \end{array} \times \begin{array}{c} BV \\ \text{---} \\ bv \end{array}$$

$$G. \quad \begin{array}{l} \textcircled{BV} \text{ — некроссоверная (41,5 \%)} \quad \textcircled{BV} \text{ — некроссоверная (50 \%)} \\ \textcircled{bv} \text{ — некроссоверная (41,5 \%)} \quad \textcircled{bv} \text{ — некроссоверная (50 \%)} \\ \textcircled{Bv} \text{ — кроссоверная (8,5 \%)} \\ \textcircled{bV} \text{ — кроссоверная (8,5 \%)} \end{array}$$

$$F_1. \quad \begin{array}{cccccccc} BV & bV \\ \text{---} & \text{---} \\ bv & BV \end{array}$$

$$20,75; 20,75; 4,25; 4,25; 20,75; 20,75; 4,25; 4,25 (\%).$$

В первом поколении образовались мухи 4-х фенотипических классов:

$$1. \text{ Серые длиннокрылые — } (20,75 + 20,75 + 20,75 + 4,25 + 4,25) = 70,75 \%;$$

$$2. \text{ Черные короткокрылые — } 20,75 \%;$$

$$3. \text{ Серые короткокрылые — } 4,25 \%;$$

$$4. \text{ Черные длиннокрылые — } 4,25 \%.$$

Таким образом, суммарная вероятность возникновения потомков, фенотипически отличающихся от родителей, составляет:

$$20,75 \% + 4,25 \% + 4,25 \% = 29,25 \%.$$

**Задача 5.** У человека ген, определяющий синдром дефекта ногтей, и ген, определяющий группы крови по системе АВ0, сцеплены между собой и находятся на расстоянии 10 морганид. Ген, определяющий резус-фактор, и мутации в котором приводят к развитию эллиптоцитоза находятся в другой хромосоме на расстоянии 3 морганиды. Синдром дефекта ногтей, эллиптоцитоз и резус-фактор наследуются по доминантному типу. Один супруг гетерозиготен по всем анализируемым признакам и имеет IV группу крови. Известно, что 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. Рассчитайте вероятные фенотипы потомства от этого брака.

**Решение.** Оформляем условие задачи в виде таблицы:

Признак	Ген	Генотип	Локализация гена
Резус-положительная кровь	$D$	$D-$	аутосома I; расстояние $D - El = 3$ м
Эллиптоцитоз	$El$	$El-$	
Резус-отрицательная кровь	$d$	$dd$	
Нормальная форма эритроцитов	$el$	$eel$	
I (0) группа крови	$I^0$	$I^0I^0$	аутосома II; расстояние $I - R = 10$ м
II (A) группа крови	$I^A$	$I^AI^A I^AI^0$	
III (B) группа крови	$I^B$	$I^BI^B I^BI^0$	
IV (AB) группа крови	$I^A, I^B$	$I^AI^B$	
Дефект ногтей	$R$	$R-$	расстояние $I - R = 10$ м
Нормальные ногти	$r$	$rr$	

**Генетическая запись брака:**

$$P. \quad \begin{array}{cccc} DEL & I^A R & \times & del & I^0 r \\ = & = & & = & = \\ del & I^B r & & del & I^0 r \end{array}$$

G  $(DEL I^A R)$  — некросоверная

$(del I^B r)$  — некросоверная

$(del I^0 r)$

$(DEL I^B r)$  — некросоверная

$(del I^A R)$  — некросоверная

$(Del I^A R)$  — кросоверная

$(DEL I^A r)$  — кросоверная

$(dEl I^B R)$  — кросоверная

$(dEl I^A R)$  — кросоверная

$(del I^A r)$  — кросоверная

$(Del I^A r)$  — двойная кросоверная

$(dEl I^B R)$  — двойная кросоверная

$(Del I^B R)$  — двойная кросоверная

$(dEl I^A r)$  — двойная кросоверная

$F_1. \quad \begin{array}{ccc} DEL & I^A R \\ = & = \end{array}$

$\begin{array}{ccc} del & I^0 r & Rh+, \text{ эллиптоцитоз, II группа крови, дефект ногтей} \\ = & = & 21,825 \% \end{array}$

$\begin{array}{ccc} del & I^B r & \\ = & = & \end{array}$

$\begin{array}{ccc} = & = & Rh-, \text{ норм. эритроциты, III группа крови,} \\ del & I^0 r & \text{ нормальные ногти } 21,825 \% \end{array}$

<i>DEl</i>	$I^B r$	
=	=	Rh+, эллиптоцитоз, III группа крови, нормальные ногти 21,825 %
<i>del</i>	$I^o r$	
<i>del</i>	$I^A R$	
=	=	Rh-, норм. эритроциты, II группа крови, дефект ногтей 21,825 %
<i>del</i>	$I^o r$	
<i>Del</i>	$I^A R$	
=	=	Rh+, норм. эритроциты, II группа крови, дефект ногтей 0,675 %
<i>del</i>	$I^o r$	
<i>dEl</i>	$I^B r$	
=	=	Rh-, эллиптоцитоз, III группа крови, нормальные ногти 0,675 %
<i>del</i>	$I^o r$	
<i>Del</i>	$I^B r$	
=	=	Rh+, норм. эритроциты, III группа крови, нормальные ногти 0,675 %
<i>del</i>	$I^o r$	
<i>dEl</i>	$I^A R$	
=	=	Rh-, эллиптоцитоз, II группа крови, дефект ногтей 0,675 %
<i>del</i>	$I^o r$	
<i>Del</i>	$I^A r$	
=	=	Rh+, норм. эритроциты, II группа крови, нормальные ногти 0,075 %
<i>de l</i>	$I^o r$	
<i>dEl</i>	$I^B R$	
=	=	Rh-, эллиптоцитоз, III группа крови, дефект ногтей 0,075 %
<i>del</i>	$I^o r$	
<i>Del</i>	$I^B R$	
=	=	Rh+, норм. эритроциты, III группа крови, дефект ногтей 0,075 %
<i>del</i>	$I^o r$	
<i>dEl</i>	$I^A r$	
=	=	Rh-, эллиптоцитоз, II группа крови, нормальные ногти 0,075 %
<i>del</i>	$I^o r$	
<i>DEl</i>	$I^A r$	
=	=	Rh+, эллиптоцитоз, II группа крови, нормальные ногти 2,425 %
<i>del</i>	$I^o r$	
<i>del</i>	$I^B R$	
=	=	Rh-, норм. эритроциты, III группа крови, дефект ногтей 2,425 %
<i>del</i>	$I^o r$	
<i>DEl</i>	$I^B R$	
=	=	Rh+, эллиптоцитоз, III группа крови, дефект ногтей 2,425 %
<i>del</i>	$I^o r$	
<i>del</i>	$I^A r$	
=	=	Rh-, норм. эритроциты, II группа крови, нормальные ногти 2,425 %
<i>del</i>	$I^o r$	

Зная расстояние между генами, можно определить вероятность образования кроссоверных гамет, по которой можно судить о вероятности рождения потомков определенного генотипа. Расстояние между геном дефекта ногтей и геном, определяющим группу крови по системе АВ0, равно 10 морганид, значит вероятность образования кроссоверных гамет по этой паре сцепленных генов, а, следовательно, и кроссоверных особей, равна 10 %. Аналогично можно утверждать, что вероятность рождения кроссоверных особей по второй паре анализируемых сцепленных признаков равна 3 %.

Полученные фенотипические классы можно разделить на 4 группы:

1) некроссоверы (вероятность их рождения составляет произведение вероятностей некроссоверов по обоим парам сцепленных признаков:  $0,9 \times 0,97 = 0,873$  т. е. 87,3 %; т. к. таких особей 4 типа, то каждого — по 21,825 %);

2) кроссоверы по паре дефекта ногтей и группы крови по АВ0 (вероятность их рождения составляет произведение вероятности некроссоверов по резус-фактору и эллиптоцитозу и вероятности кроссоверов по другой паре сцепленных признаков:  $0,97 \times 0,1 = 0,097$  т. е. 9,7 % — по 2,425 % каждого из 4 классов этой группы);

3) кроссоверы по паре резус-фактор — эллиптоцитоз (вероятность их рождения составляет произведение вероятности рождения некроссоверов по дефекту ногтей и вероятности появления на свет кроссоверов по паре резус-фактор — эллиптоцитоз  $0,9 \times 0,03 = 0,027$  или 2,7 % — по 0,675 % каждого из 4 вероятных классов);

4) кроссоверы по обоим анализируемым классам (вероятность их рождения равна произведению вероятностей рождения кроссоверов по обоим парам анализируемых сцепленных признаков  $0,03 \times 0,1 = 0,003$  или 0,3 % т. е. по 0,075 % каждого из 4-х фенотипических классов).

### ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

**Задача 1.** У дрозофилы аллели, детерминирующие красную ( $W$ ) окраску глаз (норма) и белую ( $w$ ) окраску глаз (мутация white), локализованы в X-хромосоме. Y-хромосома соответствующего локуса не имеет и не содержит ни аллели  $W$ , ни  $w$ :

а) сколько и какие типы гамет образует гомозиготная красноглазая самка?

б) сколько и какие типы гамет образует гетерозиготная красноглазая самка?

в) сколько и какие типы гамет образует красноглазый самец?

**Задача 2.** У человека доминантная аллель эллиптоцитоза ( $El$ ) и аллель, обуславливающая наличие резус-антигена в эритроцитах ( $D$ ), располагаются в одной аутосоме на расстоянии 3 морганид. Какие гаметы и в каком количестве образуются:

а) у женщины с генотипом: б) у мужчины с генотипом:

$$\frac{ElD}{elD}$$

$$\frac{ElD}{elD}$$

в) один из супругов гетерозиготен по обоим признакам. При этом Rh+ он унаследовал от одного родителя, а эллиптоцитоз — от другого. Второй супруг Rh- и имеет нормальные эритроциты. Определите процент вероятных генотипов и фенотипов детей в этой семье.

**Задача 3.** У человека катаракта и многопалость (полидактилия) детерминируются доминантными аллелями двух генов, располагающихся в одной и той же хромосоме на расстоянии более 50 морганид. Женщина унаследовала катаракту от отца, а многопалость — от матери. Ее муж имеет нормальные признаки. Какова вероятность того, что их ребенок будет:

- а) одновременно страдать обеими аномалиями;
- б) страдать только какой-нибудь одной из них;
- в) нормальным по анализируемым признакам.

**Задача 4.** Гены  $L$ ,  $M$  и  $N$  относятся к одной группе сцепления. В опыте установлено, что расстояние между генами  $L$  и  $M$  равно 5 морганидам, а между генами  $M$  и  $N$  — 3 морганидам. Можно ли определить расстояние между генами  $L$  и  $N$ ? В дополнительном опыте установлено, что расстояние между генами  $L$  и  $N$  равно 2 морганидам. Изобразите графически расположение генов  $L$ ,  $M$  и  $N$  в хромосоме.

**Задача 5.** Гены  $A$  и  $B$  локализованы в одной и той же аутосоме. Сколько и какие типы некрссоверных и крссоверных гамет образует?

- а) дигетерозиготная женщина, у которой доминантные аллели генов находятся в одной хромосоме, а рецессивные аллели в другой;
- б) дигетерозиготный мужчина, у которого доминантные аллели генов находятся в одной хромосоме, а рецессивные аллели в другой.

**Задача 6.** Самка и самец дрозофилы гетерозиготны по генам  $A$  и  $P$ . Обе доминантные аллели находятся в одной аутосоме на расстоянии 12 морганид. Какой процент яйцеклеток и сперматозоидов будет содержать хромосому с двумя этими доминантными аллелями?

**Задача 7.** У человека рецессивная аллель гемофилии ( $h$ ) и рецессивная аллель цветовой слепоты ( $c$ ) локализованы в X-хромосоме по данным некоторых родословных на расстоянии приблизительно 9,8 морганид:

а) определите, какие гаметы и в каком количестве образуют: мужчина рецессивный по обоим аллелям и женщина с генотипом  $\frac{X^{ch}}{X^{cH}}$ ?

б) женщина, мать которой страдала дальтонизмом, а отец гемофилией, вступает в брак с женщиной, страдающей обоими заболеваниями. Определите вероятность рождения в этой семье детей с обеими аномалиями.

**Задача 8.** Чем отличаются генетическая и цитологическая карты хромосом?

**Задача 9.** Гены  $P$  и  $R$  локализованы в X-хромосоме. Сколько и какие типы гамет образуют?

- а) дигетерозиготная женщина, у которой доминантные аллели находятся в одной X-хромосоме, а рецессивные аллели в другой?
- б) мужчина, имеющий аллели  $P$  и  $R$ ?

**Задача 10.** Расстояние между аутосомным геном, ответственным за группу крови Лютеран, и геном, от которого зависит растворимость некоторых белков крови, равно 13 морганид. Укажите процент некрссоверных гамет у дигетерозиготной особи.

**Задача 11.** Женщина альбинос (аутосомный рецессивный признак) вышла замуж за мужчину дальтоника (рецессивный X-сцепленный признак). В остальном, у мужчины и женщины благополучные генотипы. Сочетание каких генотипов и признаков возможно у их детей?

**Задача 12.** При скрещивании дигетерозиготных самок мухи дрозофилы с рецессивными самцами получены следующие результаты:

1)  $AB : Ab : aB : ab = 25 \% : 25 \% : 25 \% : 25 \%$ ;

2)  $AB : Ab : aB : ab = 45 \% : 5 \% : 5 \% : 45 \%$ ;

3)  $AB : Ab : aB : ab = 5 \% : 45 \% : 45 \% : 5 \%$ .

В каких случаях будет сцепленное наследование, в каком — свободное комбинирование? Как расположены гены в хромосомах в 1, 2 и 3 случаях? Определите расстояние между генами  $A$  и  $B$  во 2 и 3 случаях.

**Задача 13.** Генотип самки дрозофилы  $\frac{St}{sT}$ , генотип самца  $\frac{st}{st}$ . При их скрещивании получено 8 % рекомбинантов. Определите генотипы потомства и процент мух каждого фенотипического класса.

**Задача 14.** Гены, определяющие резус-фактор и форму эритроцитов, находятся в одной аутосоме на расстоянии 3 морганиды. Дигетерозиготный мужчина имеет резус-положительную кровь (доминантный признак) и эритроциты эллиптической формы (доминантный признак), причем одну доминантную аллель он получил от матери, а вторую — от отца. Его супруга имеет резус-отрицательную кровь и эритроциты нормальной формы. Какова вероятность, что ребенок будет иметь признаки отца?

**Задача 15.** Гены  $A$  и  $B$  комплементарны и находятся в одной и той же хромосоме. Гены  $C$  и  $E$  тоже комплементарны, но находятся в разных хромосомах. Как повлияет такая локализация генов на частоту признаков, которые формируются в результате комплементарного взаимодействия генов  $A$  и  $B$ ,  $C$  и  $E$ ?

**Задача 16.** Женщина получила от матери аутосому с доминантной аллелью  $Pat$ , обуславливающим дефект коленной чашечки и с аллелью, которая детерминирует II группу крови. От отца она получила аллель  $pat$ , которая детерминирует развитие нормальной коленной чашечки и аллель, обуславливающую I группу крови. Расстояние между этими генами 10 морганид. Муж имеет нормальную коленную чашечку и I группу крови. Определите вероятность рождения ребенка с признаками отца.

**Задача 17.** Аллель полидактилии  $P$  доминирует над аллелью  $p$ , обуславливающей нормальное число пальцев. Аллель нормального слуха  $D$  доминирует над аллелью глухоты —  $d$ . В семье, где один из родителей дигетерозиготен, а второй имеет 2 рецессивных признака, вероятность рождения глухого ребенка с полидактилией составляет 25 %. Определите в одной

или в разных хромосомах находятся гены  $P$  и  $D$ . Какова вероятность рождения здорового ребенка?

**Задача 18.** У дрозофилы расстояние между генами  $A$  и  $B$  равно 5 морганид, а между генами  $A$  и  $C$  – 7 морганид. Определите расстояние между генами  $B$  и  $C$ . Какое необходимо провести скрещивание для того, чтобы узнать истинное расстояние между этими генами?

**Задача 19.** Гетерозиготный самец дрозофилы, имеющий два доминантных признака: серый цвет тела и красный цвет глаз, был скрещен с черными пурпурноглазыми самками (рецессивные признаки). В потомстве оказалось 50 % черных пурпурноглазых и 50 % серых красноглазых мух. Какое скрещивание необходимо провести для того, чтобы выяснить, является ли такое соотношение результатом плейотропного или сцепленного действия генов?

**Задача 20.** У дрозофилы гены  $A$  и  $C$  расположены в одной группе сцепления на расстоянии 6,8 морганид. Определите, какие гаметы и в каком процентном соотношении образуются у самки дрозофилы, имеющей генотип  $\frac{AC}{ac}$ .

**Задача 21.** При скрещивании дигетерозиготной по генам  $C$  и  $T$  самки дрозофилы с рецессивным по обоим генам самцом, в потомстве получены следующие результаты: 46,25 % мух фенотипического класса  $CT$ ; 3,75 % мух фенотипического класса  $Ct$ ; 3,75 % мух фенотипического класса  $cT$ ; 46,25 % мух фенотипического класса  $ct$ . Определите расстояние между генами  $C$  и  $T$ .

**Задача 22.** Проведены три скрещивания дигетерозиготных самок дрозофилы с рецессивными самцами. Получены следующие результаты:

- в потомстве самок  $AaBb$  обнаружено 6 % рекомбинантов;
- в потомстве самок  $MmNn$  обнаружено 0,5 % рекомбинантов;
- в потомстве самок  $PpRr$  обнаружено 2,5 % рекомбинантов.

Определите расстояние между генами  $A$  и  $B$ ;  $M$  и  $N$ ;  $P$  и  $R$ .

**Задача 23.** Между генами  $C$  и  $B$  кроссинговер происходит в 20 % случаев, а между генами  $D$  и  $F$  — в 40 % случаев. Гены  $C$  и  $B$  лежат в одной хромосоме, а гены  $D$  и  $F$  в другой негомологичной хромосоме. Какие типы гамет, и в каком процентном соотношении образуются у особи с генотипом  $\frac{CB}{cb} \frac{Df}{dF}$ .

**Задача 24.** У тутового шелкопряда гены  $A$  и  $D$  расположены в одной группе сцепления на расстоянии 8 морганид. Определите, какие гаметы и в каком процентном соотношении образуются у самки, имеющей генотип  $\frac{AD}{ad}$ .

**Задача 25.** Гладкая форма семян кукурузы доминирует над морщинистой, окрашенные семена доминируют над неокрашенными. Оба признака сцеплены. При скрещивании кукурузы с гладкими окрашенными семенами с растением, имеющим морщинистые неокрашенные семена, получено: окрашенных гладких — 4152 особи, окрашенных морщинистых — 149, неокра-

шенных гладких — 152, неокрашенных морщинистых — 4163. Определите расстояние между генами.

**Задача 26.** У подсолнечника признак высокого роста доминирует над карликовым, а однотонная окраска плодов доминирует над пестрой. При анализирующем скрещивании получено потомство 4-х фенотипических классов: I класс — высокие растения с однотонными плодами — 455, II класс — карликовые растения с пестрыми плодами — 445, III класс — высокие растения с пестрыми плодами — 53, IV класс — карликовые растения с однотонными плодами — 47. Сколько процентов растений будут иметь высокий рост и пеструю окраску плодов от скрещивания растений I и III указанных фенотипических классов?

**Задача 27.** Потемнение зубов детерминируется двумя доминантными аллелями разных генов, один из которых расположен в аутосоме, а второй в негомологичном участке X-хромосомы. У родителей, которые имели темные зубы, родились мальчик и девочка с нормальным цветом зубов. Определите вероятность рождения следующего ребенка с нормальным цветом зубов, если установлено, что темный цвет зубов у матери обусловлен аллелем, сцепленным с X-хромосомой, а темные зубы отца — аутосомным.

**Задача 28.** Синдром неравномерной пигментации кожи встречается только у женщин. У них рождаются только здоровые сыновья, дочери же бывают как здоровые, так и с неравномерной пигментацией. Кроме того, у таких женщин частые выкидыши мужского пола. Какова возможная генетическая природа этого заболевания?

**Задача 29.** Отосклероз (очаговое поражение слуховых косточек, приводящее к глухоте) наследуется как доминантный аутосомный признак с пенетрантностью 30 %. Гипертрихоз (рост волос на краю ушной раковины) наследуется как голандрический признак (ген локализован в Y хромосоме), с полным проявлением к 17 годам. Женщина имеет нормальный слух, а мужчина — обе аномалии. Мать мужчины имела нормальный слух. Определите вероятность проявления одновременно обеих аномалий у детей в этой семье.

## РАЗДЕЛ 6. ИЗМЕНЧИВОСТЬ

### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

**Задача 1.** Ионизирующая радиация способна «выбивать» отдельные нуклеотиды из молекулы ДНК без нарушения ее целостности. Антисмысловая цепь ДНК имеет следующий порядок нуклеотидов: ААТЦАЦГАТ-ЦТТЦТАГГААГ. Как изменится первичная структура закодированного в ней белка, если будет выбит:

- а) второй триплет;
- б) третий нуклеотид?

**Решение.**

ААТ ЦАЦ ГАТ ЦЦТ ТЦТ АГГ ААГ – исходная цепочка ДНК

УУА ГУГ ЦУА ГГА АГА УЦЦ УУЦ — исходная мРНК

лей - вал - лей - гли - арг - сер - фен - исходный полипептид

а) ДНК\* — А А Т Г А Т Ц Ц Т Т Ц Т А Г Г А А Г

иРНК\* — У У А Ц У А Г Г А А Г А У Ц Ц У У Ц

белок\* — лей — лей — гли — арг — сер — фен

б) ДНК\* — А А Ц А Ц Г А Т Ц Ц Т Т Ц А Г Г А А Г

иРНК\* — У У Г У Г Ц У А Г Г А А Г А У Ц Ц У У Ц

белок\* — лей — цис — Non

**Задача 2.** Все клетки больного мужчины имеют 47 хромосом за счет лишней X-хромосомы. Укажите название этой мутации, все возможные механизмы ее возникновения и вероятность передачи ее потомству.

**Решение.** Анеуплоидия — трисомия по половым хромосомам.

Нерасхождение хромосом при мейозе во время овогенеза или сперматогенеза:

а) сливается яйцеклетка, имеющая две X-хромосомы и сперматозоид, содержащий Y-хромосому;

б) сливается яйцеклетка, имеющая X-хромосому и сперматозоид, имеющий X- и Y-хромосомы. Эти мужчины бесплодны (синдром Клайнфельтера).

**Задача 3.** Женщина, переболевшая во время беременности коревой краснухой, родила глухого сына. У нее и мужа слух нормальный, в родословной обоих супругов глухота не отмечена. Определите возможный механизм появления глухоты у ребенка; вероятность повторного рождения глухого ребенка в данной семье; вероятность рождения глухих внуков, если их глухой сын, став взрослым, женится на глухонемой женщине, у которой родители и обе сестры тоже глухонемые (ген глухоты рецессивный).

**Решение.** Фенокопия. Вирус краснухи не позволил генам, отвечающим за развитие органа слуха, реализовать свою информацию. Глухота здесь ненаследственный признак, поэтому вероятность повторного рождения глухого ребенка равна 0 %, если у матери не будет повторного заболевания во время беременности.

Жена сына страдает наследственной глухотой, она является гомозиготной по гену глухоты, но у детей слух будет нормальным, так как они получают от своего отца доминантный ген нормального слуха; они будут гетерозиготными носителями гена глухоты.

**Задача 4.** Ребенок родился с фенилкетонурией, но благодаря соответствующей диете развивался нормально. С какими формами изменчивости связаны его болезнь и выздоровление?

**Решение.** Болезнь связана, во-первых, с мутационной изменчивостью (генеративная мутация у кого-то из предков ребенка), в результате которой возник ген фенилкетонурии в данной семье. Во-вторых, с комбинативной изменчивостью, благодаря которой этот ген перешел в гомозиготное состояние. Выздоровление ребенка связано с модификационной изменчивостью.



**Задача 4.** Некоторые клетки больного человека имеют нормальный кариотип, другие — 47 или 45 хромосом. Укажите название и возможные механизмы этого явления.

**Задача 5.** Отец голубоглазый, мать кареглазая, а у дочери один глаз карий, второй — голубой. Как это можно объяснить?

**Задача 6.** У женщины с моносомией по X-хромосоме обнаружен дальтонизм. Укажите ее генотип по гену дальтонизма, и вероятность передачи этого гена потомству.

**Задача 7.** У пожилых супругов родился сын, гетерозиготный по гену дальтонизма. Что вы можете сказать о его кариотипе?

**Задача 8.** В результате патологического митоза клетка, имевшая нормальный хромосомный набор, разделилась так, что одна дочерняя клетка получила 45 хромосом, а вторая — 47. Укажите возможный механизм этой мутации.

**Задача 9.** Владимир и Валерий — монозиготные близнецы. Елена и Светлана — тоже. Владимир женился на Елене, а Валерий — на Светлане. В обеих семьях родились сыновья. Будут ли они сходны друг с другом в такой же степени, как монозиготные близнецы?

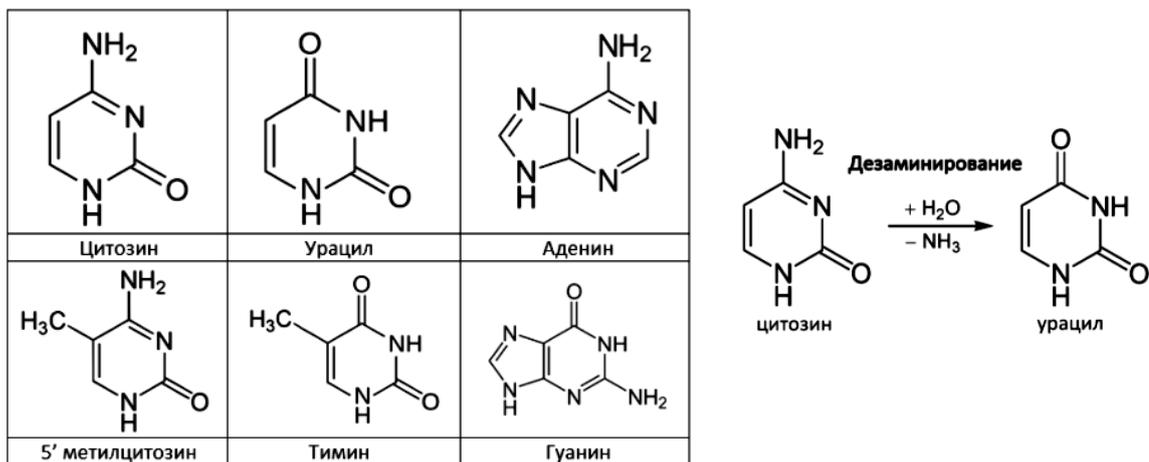
**Задача 10.** Родители и их дочь страдают тучностью. Приемная дочь, выросшая в этой семье с младенчества, имеет повышенную массу тела, но в меньшей степени, чем родная дочь.

И родители, и дочери ведут малоподвижный образ жизни, не занимаются физической культурой. Родной сын, обучающийся в училище олимпийского резерва по специальности спортивная гимнастика, имеет нормальную массу тела. Чем объясняется различия массы тела у детей?

**Задача 11.** У пожилых супругов родилась дочь, больная гемофилией В (сцепленный с полом признак). Отец — гемофилик, мать имеет нормальную свертываемость крови и благополучный в отношении гемофилии генотип. Укажите возможные механизмы появления гемофилии у дочери; назовите особенности ее генотипа и фенотипа.

**Задача 12.** Две подруги, Инна и Ирина, выросли вместе в нормальных условиях. В возрасте 22 года они обе вышли замуж за молодых здоровых мужчин. Одинакова ли вероятность рождения у них здоровых детей, если мать Инны на 18 лет старше, чем мать Ирины? Обоснуйте свой ответ.

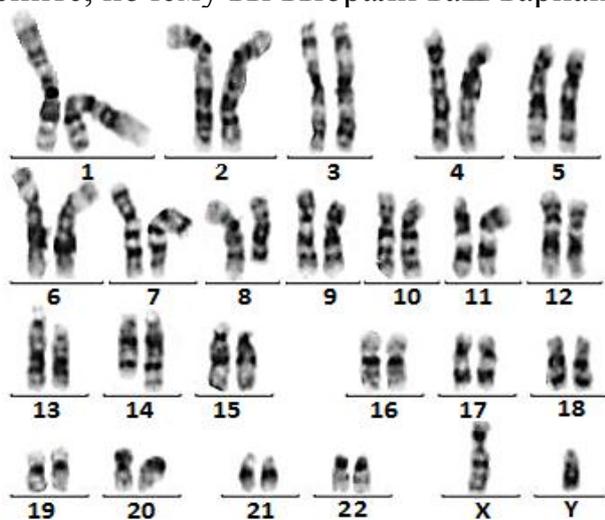
**Задача 13.** Ежедневно в каждой клетке человека около 200 цитозинон на гаплоидный геном превращается в урацил в результате спонтанного дезаминирования. К чему приведет дезаминирование цитозина при условии, что он метилирован?



**Задача 14.** Известно, что лимфома Беркитта (онкологическое заболевание, развивающееся из В-лимфоцитов) развивается из-за нарушения активности онкогена С-МУС, расположенного в 8-й хромосоме. Заболевание может быть спровоцировано тремя хромосомными мутациями:

- а) транслокация участка q-плеча 8-й хромосомы на q-плечо 14-й;
- б) транслокация участка p-плеча 2-й хромосомы на q-плечо 8-й;
- в) транслокация участка q-плеча 8-й хромосомы на q-плечо 22-й.

Имеется ли одна из данных мутаций в хромосомах, представленных на фотографии? Объясните, почему вы выбрали ваш вариант ответа.



## РАЗДЕЛ 7. ГЕНЕТИКА ПОЛА

### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

**Задача 1.** Рecessивная аллель гемофилии (несвертываемость крови) сцеплена с полом. Отец девушки страдает гемофилией, тогда как ее мать в этом отношении здорова и происходит из семьи, благополучной по данному заболеванию. Девушка выходит замуж за здорового юношу. Что можно сказать о их будущих сыновьях, дочерях, а также внуках обоего пола (при условии, что сыновья и дочери не будут вступать в брак с носителями гена гемофилии)?

**Решение.** Оформляем условие задачи в виде таблицы:

Признак	Ген	Генотип
Гемофилия	$X^h$	$X^hX^h, X^hY$
Нормальная свертываемость крови	$X^H$	$X^HX^H, X^HY$

Отец девушки — гемофилик, значит, единственная X-хромосома в его генотипе несет рецессивный ген. Эту хромосому он передал своей дочери. Мать девушки и ее предки здоровы: следовательно, полученная от нее дочерью вторая X-хромосома имеет доминантный ген нормальной свертываемости крови. Таким образом, в генотипе невесты только одна из двух X-хромосом несет ген гемофилии ( $X^h$ ). X-хромосома в генотипе здорового жениха не содержит этого гена (иначе он был бы болен). Сыновья от этого брака получают от отца Y-хромосому, не содержащую генов свертываемости крови, а от матери — с одинаковой вероятностью — либо X-хромосому с геном гемофилии ( $X^h$ ), либо X-хромосому с геном нормальной свертываемости крови ( $X^H$ ). В зависимости от этого сыновья будут страдать гемофилией или будут здоровы. Дочери же получают от отца X-хромосому, с геном нормальной свертываемости крови. Поэтому они в любом случае будут здоровыми, но с вероятностью 50 % могут оказаться гетерозиготными носителями гена гемофилии (полученного с X-хромосомой от матери).

Если ввести генетические обозначения, то набор половых хромосом у отца девушки  $X^hY$ , у ее матери —  $X^HX^H$ , у самой девушки —  $X^HX^h$ , у жениха  $X^HY$ .

В результате такого брака могут родиться дети:

P.	$X^HX^h$	x	$X^HY$	
G.	$X^h$ $X^H$		$X^H$ $Y$	
F <sub>1</sub> .	$X^HX^h$ ,		$X^HX^H$ ,	$X^hY$ , $X^HY$
	здоровая девочка — носитель гена гемофилии		здоровая девочка	больной мальчик      здоровый мальчик

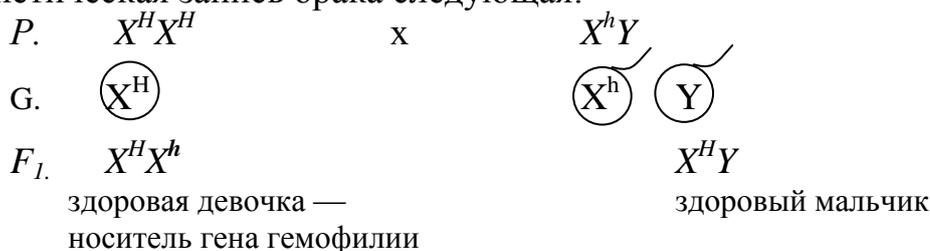
Для того, чтобы выяснить генотипы и фенотипы внуков обоего пола, рассмотрим следующие случаи:

1. Если здоровый сын женится на здоровой девушке, ни один их ребенок (внук первой пары) не будет страдать гемофилией, так как в генотипах родителей нет рецессивного гена.

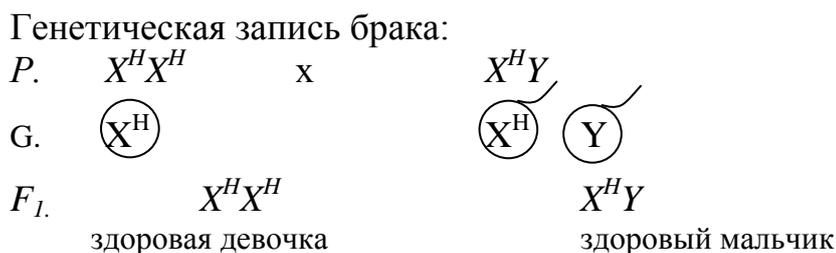
Генетическая запись брака:

P.	$X^HX^H$	x	$X^HY$
	$X^H$ $X^H$		$X^H$ $Y$
F <sub>1</sub> .	$X^HX^H$		$X^HY$
	здоровая девочка		здоровый мальчик

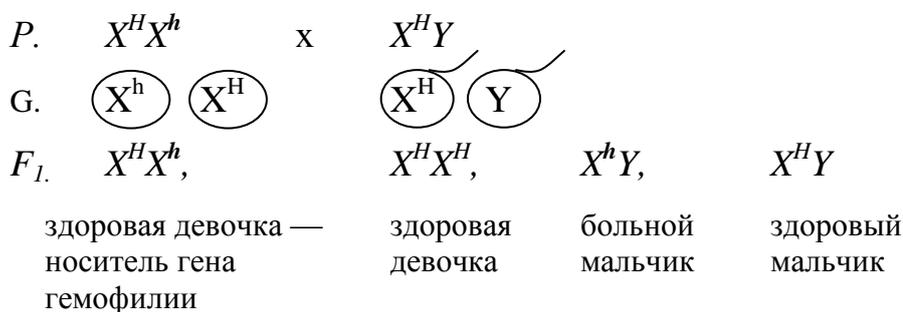
2. Если же на здоровой девушке женится больной сын первой пары, то генетическая запись брака следующая:



3. Если в брак со здоровым мужчиной вступит дочь первой пары, не являющаяся носителем гена гемофилии, то все их дети будут, естественно, здоровы.



4. Если же в такой брак вступит дочь первой пары — гетерозиготный носитель гена гемофилии, то половина ее сыновей окажутся гемофиликами (они получают от матери X-хромосому), а все ее дочери будут фенотипически здоровы, но из них 50 % могут оказаться носителями гена гемофилии (гетерозиготное состояние).



**Задача 2.** Гипертрихоз (волосяной покров по краю ушной раковины) передается как голандрический признак (через Y-хромосому), а полидактилия (шестипалость) — как доминантный аутосомный признак. В семье, где отец имел гипертрихоз, а мать — полидактилию, родилась нормальная в отношении обоих признаков дочь. Какова вероятность того, что следующий ребенок в этой семье будет также без обеих аномалий?

**Решение.** Так как гипертрихоз наследуется как голандрический признак, то ген, отвечающий за его проявление, всегда проявляется фенотипически у мужчин. Условно обозначим ген гипертрихоза, находящийся в Y-хромосоме, буквой *z*.

Признак	Ген	Генотип
Гипертрихоз	$Y^z$	$X Y^z$
Норма	$Y^Z$	$X Y^Z$
Шестипалость	$A$	$A-$
Пятипалость	$a$	$aa$

Так как отец имел гипертрихоз и был пятипалым, его генотип  $X Y^z aa$ . У матери не было гипертрихоза, но она была шестипалой. В этой семье родилась нормальная девочка. Ее генотип  $XXaa$ .

$P.$   $XXA-$  х  $X Y^z aa$

$F_1.$   $XXaa$

Один ген пятипалости она получила от отца, а второй ген пятипалости могла получить только от матери. На основе этого решаем, что мать была гетерозиготна по гену шестипалости. Ее генотип  $XXAa$ .

Оформляем генетическую запись брака таких родителей:

$P.$   $XXAa$  х  $X Y^z aa$

$G.$   $(XA)$   $(Xa)$   $(Xa)$   $(Y^z a)$

$F_1.$   $XXaa$ ;  $XXAa$ ;  $X Y^z Aa$ ;  $X Y^z aa$

Без обеих аномалий возможно лишь 1/4 детей, или 25 % (девочки).

**Задача 3.** Отец и сын — дальтоники, а мать различает цвета нормально. Правильно ли будет сказать, что в этой семье сын унаследовал свой недостаток зрения от отца?

**Решение.** Оформляем условие задачи в виде таблицы:

Признак	Ген	Генотип
Дальтонизм	$X^d$	$X^d X^d, X^d Y$
Нормальное зрение	$X^D$	$X^D X, X^D Y$

$P.$   $X^D X^d$  х  $X^d Y$

$F_1.$   $X^d Y$

Сын не может унаследовать дальтонизм от отца, так как ген дальтонизма находится в X-хромосоме, а отец передает сыновьям Y-хромосому. Поэтому сын унаследует ген дальтонизма от матери вместе с ее X-хромосомой.

### ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

**Задача 1.** В диплоидном наборе у гороха содержится 14 хромосом, у кукурузы — 20, у дрозофилы — 8, у голубя — 16, у человека 46 хромосом:

а) сколько хромосом содержится в половых клетках гороха, кукурузы, дрозофилы, голубя, человека?

б) сколько аутосом и половых хромосом содержится в соматических клетках дрозофилы, голубя, человека?

**Задача 2.** У дрозофилы, млекопитающих и человека гомогаметен женский пол, а гетерогаметен — мужской. У птиц гомогаметен мужской

пол, а гетерогаметен — женский. Какие половые хромосомы содержатся в соматических клетках?

- а) у самки дрозофилы;
- б) у самца дрозофилы;
- в) у курицы;
- г) у петуха;
- д) у женщины;
- е) у мужчины.

**Задача 3.** Сколько типов гамет, различающихся по половым хромосомам, образуется при гаметогенезе?

- а) у самки дрозофилы;
- б) у самца дрозофилы;
- в) у курицы;
- г) у петуха;
- д) у женщины;
- е) у мужчины;

**Задача 4.** У человека рецессивная аллель (*h*) гемофилии А (резко сниженная свертываемость крови) локализована в X-хромосоме. Какие типы гамет образует?

- а) женщина с нормальной свертываемостью крови, гетерозиготная по гену, мутации в котором приводят к развитию гемофилии;
- б) гомозиготная женщина с нормальной свертываемостью крови.

**Задача 5.** У человека рецессивная аллель (*c*) цветовой слепоты (дальтонизма) локализован в X хромосоме. Какие типы гамет образует:

- а) женщина с нормальным зрением, отец которой страдал цветовой слепотой;
- б) мужчина с нормальным зрением, отец которого страдал цветовой слепотой.

**Задача 6.** Отсутствие потовых желез у человека передается как рецессивный признак, сцепленный с X-хромосомой. Не страдающий этим недостатком юноша женится на девушке, отец которой лишен потовых желез, а мать и ее предки здоровы. Какова вероятность, что сыновья и дочери от этого брака будут страдать отсутствием потовых желез?

**Задача 7.** Дочь дальтоника выходит замуж за сына другого дальтоника, причем жених и невеста различают цвета нормально. Каким будет зрение у их детей?

**Задача 8.** Какие дети могли бы родиться от брака гемофилика с женщиной, страдающей дальтонизмом, а, в остальном, имеющей благополучный генотип?

**Задача 9.** В семье, где отец болен гемофилией, а мать фенотипически здорова и имеет благополучный генотип, родился мальчик. Какова вероятность наличия у него гемофилии?

**Задача 10.** Отец страдает одновременно гемофилией и дальтонизмом. Могут ли дети получить от него только один из этих патологических генов?

**Задача 11.** У некоторых женщин наблюдается хромосомная болезнь, связанная с тем, что в их кариотипе имеется одна X-хромосома. Обнаруживается ли в клетках этих женщин тельце Барра (X-хроматин)?

**Задача 12.** Мужчина с нормальной свертываемостью крови взволнован известием о том, что сестра его жены родила мальчика гемофилика

(он думает о здоровье своих будущих детей). В какой мере могло бы его успокоить сообщение, что среди родственников его жены по материнской линии гемофилия никогда не наблюдалась?

**Задача 13.** В генотипе людей, страдающих болезнью Клайнфелтера, имеется не две, а три половые хромосомы — X, X, Y. С какими нарушениями мейоза может быть связано возникновение такого хромосомного набора? Укажите другие возможные отклонения от нормы комплекса половых хромосом в генотипе человека.

**Задача 14.** Аллели гемофилии (*h*) и дальтонизма (*d*) локализованы в X-хромосоме на расстоянии 10 морганид. Женщина, отец которой страдал обоими заболеваниями, а мать таких генов не имела, вышла замуж за здорового мужчину. Определите вероятность рождения ребенка, страдающего: 1) обоими заболеваниями; 2) одним из них; 3) фенотипически здорового.

**Задача 15.** Женщина правша с карими глазами и нормальным зрением выходит замуж за мужчину правшу, голубоглазого и дальтоника. У них родилась дочь левша, голубоглазая и дальтоник. Какова вероятность того, что следующий ребенок в этой семье будет левшой, голубоглазым и дальтоником?

**Задача 16.** У человека дальтонизм и гемофилия обусловлены X-сцепленными рецессивными аллелями *d* и *h*, их доминантные аллели — *D* и *H*. У женщины шесть сыновей: двое из них страдают дальтонизмом, но имеют нормальную свертываемость крови; трое страдают гемофилией при нормальном зрении; один страдает и дальтонизмом, и гемофилией. Каков генотип матери? Почему она имеет сыновей трех разных фенотипов? Могут ли у такой женщины родиться здоровые сыновья и дочери?

**Задача 17.** Мужчина, страдающий дальтонизмом и глухотой, женился на женщине нормальной по зрению и слуху. У них родились сын глухой и дальтоник, дочь дальтоник, но с нормальным слухом. Определите вероятность рождения в этой семье дочери с обеими аномалиями, если известно, что дальтонизм и глухота передаются как рецессивные признаки, но дальтонизм сцеплен с X-хромосомой, а глухота — аутосомный признак.

**Задача 18.** Гипертрихоз (рост волос по краю ушной раковины) наследуется как голландрический признак (сцепленный с Y-хромосомой), а альбинизм как рецессивный аутосомный признак. В семье, где отец имел гипертрихоз и был гетерозиготен по гену нормальной пигментации кожи, а мать была альбиносом, родилась здоровая девочка. Какова вероятность рождения следующего ребенка здоровым?

**Задача 19.** Гипертрихоз наследуется как голландрический (сцепленный с Y-хромосомой) признак, который проявляется лишь к 17 годам. Одна из форм ихтиоза наследуется как рецессивный, сцепленный с X-хромосомой признак. В семье, где женщина нормальна по обоим признакам, а муж страдает только гипертрихозом, родился мальчик с признаками ихтиоза. Определите: а) вероятность проявления гипертрихоза у мальчиков; б) вероятность рождения в этой семье детей без обеих аномалий.

**Задача 20.** Гипоплазия эмали (тонкая зернистая эмаль, зубы светло-бурого цвета) наследуется как сцепленный с X-хромосомой доминантный признак. В семье, где оба родителя имели гипоплазию эмали, родился сын с нормальными зубами. Определите вероятность рождения в этой семье следующего ребенка с нормальными зубами.

**Задача 21.** Ангидрозная эктодермальная дисплазия (отсутствие потовыделения, нарушение терморегуляции) наследуется как сцепленный с X-хромосомой рецессивный признак. Здоровый мужчина женился на здоровой женщине, отец которой имел данное заболевание. Какова вероятность рождения больных детей в этой семье?

**Задача 22.** Кареглазая женщина с нормальным зрением, отец которой был голубоглазым и имел цветовую слепоту, вышла замуж за голубоглазого мужчину, имеющего нормальное зрение. Какова вероятность рождения в этой семье мальчика с карими глазами и дальтоника; девочки голубоглазой с цветовой слепотой?

**Задача 23.** Потемнение зубов детерминируется двумя доминантными генами, один из которых расположен в аутосоме, а второй в негомологичном участке X-хромосомы. У родителей, которые имели темные зубы, родились мальчик и девочка с нормальным цветом зубов. Определите вероятность рождения следующего ребенка с нормальным цветом зубов, если установлено, что темный цвет зубов у матери обусловлен геном, сцепленным с X-хромосомой, а темные зубы отца — аутосомным геном.

**Задача 24.** Пигментный ретинит (прогрессирующее сужение поля зрения и усиливающая ночная слепота) наследуется тремя способами: как аутосомно-доминантный признак, как аутосомно-рецессивный признак и как сцепленный с X-хромосомой рецессивный признак. Определите вероятность рождения больного ребенка в семье, где мать больна и гетерозиготна по трем парам генов, а отец здоров и не имеет патологических генов.

**Задача 25.** У родителей со II группой крови родился сын с I группой крови и гемофилик (сцепленный с X-хромосомой рецессивный признак). У родителей нормальное свертывание крови. Определите вероятность рождения второго ребенка здоровым и возможные у него группы крови.

**Задача 26.** В семье, где муж дальтоник, а жена здорова и не имеет в генотипе патологического гена, родилась девочка с синдромом Шерешевского-Тернера. Какова вероятность, что она окажется дальтоником?

**Задача 27.** Укажите формулу кариотипа:

а) при синдроме Клайнфельтера;

б) при синдроме Шерешевского-Тернера.

**Задача 28.** У двух пациентов, сибсов 15 и 18 лет с женским фенотипом, наблюдается первичная аменорея. При клиническом осмотре выявлено недоразвитие первичных половых признаков. При исследовании полового хроматина тельце Барра не выявлялось. Был определен кариотип — 46, XY. Уровень мужских половых гормонов был не повышен, но ближе к верхней границе нормы. Для проверки одной из предполагаемых причин заболева-

ния было проведено секвенирование гена *AR*, выявившее нонсенс-мутацию с.2657T>A — кодон TAA вместо TAT, в результате чего белок, кодируемый данным геном, не производился. Какой диагноз подтвердило секвенирование гена *AR*? Что кодирует данный ген?

## РАЗДЕЛ 8. ПОПУЛЯЦИОННАЯ ГЕНЕТИКА

### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

**Задача 1.** В южноамериканских джунглях живет популяция аборигенов численностью 127 человек (включая детей). Частота группы крови М составляет здесь 64 %. Можно ли вычислить частоты группы крови N и MN в этой популяции?

**Решение.** Для малочисленной популяции нельзя применить математическое выражение закона Харди-Вайнберга, поэтому рассчитать частоты встречаемости генов невозможно.

**Задача 2.** Болезнь Тей-Сакса (аутосомно-рецессивный тип наследования), неизлечима; люди, страдающие тяжелой формой этого заболевания, умирают в детстве. В одной из больших популяций частота рождения больных детей составляет 1:5000. Изменится ли концентрация патологической аллели и частота этого заболевания в следующем поколении данной популяции?

**Решение.** Оформляем условие задачи в виде таблицы:

Признак	Ген	Генотип
Болезнь Тей-Сакса	a	aa
Норма	A	A-

Производим математическую запись закона Харди-Вайнберга:

$$p + q = 1, p^2 + 2pq + q^2 = 1.$$

где  $p$  — частота встречаемости аллели *A*;  $q$  — частота встречаемости аллели *a*;  $p^2$  — частота встречаемости доминантных гомозигот (*AA*);  $2pq$  — частота встречаемости гетерозигот (*Aa*);  $q^2$  — частота встречаемости рецессивных гомозигот (*aa*).

Из условия задачи, согласно формуле Харди-Вайнберга, нам известна частота встречаемости больных детей (*aa*), т. е.  $q^2 = 1/5000$ .

Аллель, вызывающий данное заболевание, перейдет к следующему поколению только от гетерозиготных родителей, поэтому необходимо найти частоту встречаемости гетерозигот (*Aa*), т. е.  $2pq$ :

$$q = 1/71, p = 1 - q = 70/71, 2pq = 0,028.$$

Определяем частоту аллели в следующем поколении. Она будет в 50 % гамет у гетерозигот, ее концентрация в генофонде составляет около 0,014. Вероятность рождения больных детей  $q^2 = 0,000196$ , или 0,98 на 5000 населения. Таким образом, концентрация патологической аллели и частота

этого заболевания в следующем поколении данной популяции практически не изменится (есть незначительное уменьшение).

**Задача 3.** Врожденный вывих бедра наследуется доминантно, средняя пенетрантность гена 25 %. Заболевание встречается с частотой 6 : 10 000 (В. П. Эфроимсон, 1968). Определите число рецессивных гомозигот.

**Решение.** Оформляем условие задачи в виде таблицы:

Признак	Ген	Генотип
Норма	a	aa
Вывих бедра	A	A-

Таким образом, из условия задачи, согласно формуле Харди–Вайнберга, нам известна частота встречаемости генотипов AA и Aa т. е.  $p^2 + 2pq$ . Необходимо найти частоту встречаемости генотипа aa, т. е.  $q^2$ .

Из формулы  $p^2 + 2pq + q^2 = 1$  ясно, что число гомозиготных по рецессивному гену особей (aa)  $q^2 = 1 - (p^2 + 2pq)$ . Однако приведенное в задаче число больных (6 : 10 000) представляет собой не  $p^2 + 2pq$ , а лишь 25 % носителей гена A, а истинное число людей, имеющих данный ген, в четыре раза больше, т. е. 24 : 10 000. Следовательно,  $p^2 + 2pq = 24 : 10 000$ . Тогда  $q^2$  (число рецессивных гомозигот) равно 9976 : 10 000.

**Задача 4.** Система групп крови Кидд определяется двумя аллелями гена:  $Ik^a$  и  $Ik^b$ . Аллель  $Ik^a$  является доминантной по отношению к аллели  $Ik^b$  и лица, имеющие ее, являются кидд-положительными. Частота аллели  $Ik^a$  среди населения г. Кракова составляет 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.

**Решение.** Оформляем условие задачи в виде таблицы:

Признак	Ген	Генотип
Кидд-положительная кровь	$Ik^a$	$Ik^a Ik^a$ ; $Ik^a Ik^b$
Кидд-отрицательная кровь	$Ik^b$	$Ik^b Ik^b$

Производим математическую запись закона Харди-Вайнберга:

$$p + q = 1, p^2 + 2pq + q^2 = 1,$$

где  $p$  — частота встречаемости аллели  $Ik^a$ ;  $q$  — частота встречаемости аллели  $Ik^b$ ;  $p^2$  — частота встречаемости доминантных гомозигот ( $Ik^a Ik^a$ );  $2pq$  — частота встречаемости гетерозигот ( $Ik^a Ik^b$ );  $q^2$  — частота встречаемости рецессивных гомозигот ( $Ik^b Ik^b$ ).

Таким образом, из условия задачи, согласно формуле Харди-Вайнберга, нам известна частота встречаемости доминантной аллели в популяции Кракова —  $p = 0,458$  (45,8 %). Находим частоту встречаемости рецессивной аллели:  $q = 1 - 0,458 = 0,542$  (54,2 %). Рассчитываем генетическую структуру популяции г. Кракова:

– частота встречаемости доминантных гомозигот —  $p^2 = 0,2098$  (20,98 %);

- частота встречаемости гетерозигот —  $2pq = 0,4965$  (49,65 %);
- частота встречаемости рецессивных гомозигот —  $q^2 = 0,2937$  (29,37 %).

Для негров, из условия задачи, нам известна частота встречаемости доминантных гомозигот и гетерозигот (признак доминантный), т. е.  $p^2 + 2pq = 0,8$ . Согласно формуле Харди-Вайнберга, находим частоту встречаемости рецессивных гомозигот ( $Ik^{\beta}Ik^{\beta}$ ):  $q^2 = 1 - p^2 + 2pq = 0,2$  (20 %). Теперь высчитываем частоту рецессивной аллели  $Ik^{\beta}$ :  $q = 0,45$  (45 %). Находим частоту встречаемости аллели  $Ik^{\alpha}$ :  $p = 1 - 0,45 = 0,55$  (55 %); частоту встречаемости доминантных гомозигот ( $Ik^{\alpha}Ik^{\alpha}$ ):  $p^2 = 0,3$  (30 %); частоту встречаемости гетерозигот ( $Ik^{\alpha}Ik^{\beta}$ ):  $2pq = 0,495$  (49,5 %).

### ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

**Задача 1.** Дети, с фенилкетонурией, рождаются с частотой 1 : 10 000 новорожденных. Определите частоту гетерозигот.

**Задача 2.** Глазокожный альбинизм (молочно-белая окраска кожи, отсутствие меланина в коже, волосяных луковицах и эпителии сетчатки) наследуется как рецессивный аутосомный признак. Заболевание встречается с частотой 1 : 20 000 (К. Штерн, 1965). Определите процент гетерозигот.

**Задача 3.** Наследственная метгемоглобинемия — аутосомный рецессивный признак — встречается у эскимосов Аляски с частотой 0,09 %. Определите генетическую структуру популяции по данному признаку.

**Задача 4.** Люди с группой крови N среди населения Украины составляют 16 %. Определите частоту групп M и MN.

**Задача 5.** У папуасов частота группы крови N составляет 81 %. Определите частоту групп M и MN в этой популяции.

**Задача 6.** При обследовании населения южной Польши обнаружено лиц с группами крови: M — 11163, MN — 15267, N — 5134. Определите частоту аллелей  $L^N$  и  $L^M$  среди населения южной Польши.

**Задача 7.** Заболеваемость подагрой составляет 2 %, она обусловлена доминантным аутосомным геном. По некоторым данным (В. П. Эфроимсон, 1968), пенетрантность гена подагры у мужчин равна 20 %, а у женщин — равна 0 %. Определите генетическую структуру популяции по анализируемому признаку.

**Задача 8.** Одна из форм фруктозурии наследуется как аутосомно-рецессивный признак и встречается с частотой 7 : 1 000 000 (В. П. Эфроимсон, 1968). Определите частоту встречаемости гетерозигот в популяции.

**Задача 9.** Определите частоту встречаемости альбиносов в большой по численности африканской популяции, где частота патологической рецессивной аллели составляет 10 %.

**Задача 10.** Аниридия (отсутствие радужной оболочки) наследуется как аутосомно-доминантный признак и встречается с частотой 1 : 10 000

(В. П. Эфроимсон, 1968). Определите частоту встречаемости гетерозигот в популяции.

**Задача 11.** Эссенциальная пентозурия наследуется как аутосомно-рецессивный признак и встречается с частотой 1 : 50 000 (Л. О. Бадалян, 1971). Определите частоту встречаемости доминантных гомозигот в популяции.

**Задача 12.** Алкаптонурия (выделение с мочой гомогентизиновой кислоты, окрашивание хрящевых тканей, развитие артритов) наследуется как аутосомно-рецессивный признак с частотой 1 : 100 000 (В. П. Эфроимсон, 1968). Определите частоту встречаемости гетерозигот в популяции.

**Задача 13.** Группы крови по системе антигенов M и N (M, MN, N) детерминируются кодоминантными аллелями  $L^N$  и  $L^M$ . Частота встречаемости аллели  $L^M$  у белого населения США составляет 54 %, у индейцев — 78 %, у эскимосов Гренландии — 91 %, у австралийских аборигенов — 18 %. Определите частоту встречаемости группы крови MN в каждой из этих популяций.

**Задача 14.** На пустынный островок случайно попало одно зерно пшеницы, гетерозиготной по гену *A*. Зерно взошло и дало начало серии поколений, размножающихся путем самоопыления. Какова будет доля гетерозиготных растений среди представителей первого, второго, третьего, четвертого поколения, если детерминируемый геном признак не влияет на выживаемость растений и на их размножение?

**Задача 15.** Альбинизм у ржи наследуется как аутосомно-рецессивный признак. На обследованном участке среди 84 000 растений обнаружено 210 альбиносов. Определите частоту встречаемости гена альбинизма у ржи.

**Задача 16.** На одном из островов было отстреляно 10 000 лисиц. 9991 из них оказались рыжего цвета (доминантный признак) и 9 особей белого цвета (рецессивный признак). Определите частоту встречаемости генотипов гомозиготных рыжих лисиц, гетерозиготных рыжих и белых в данной популяции.

**Задача 17.** В большой по численности популяции частота гена дальтонизма (рецессивный, сцепленный с X-хромосомой признак) среди мужчин составляет 0,08. Определите частоту встречаемости генотипов доминантных гомозигот, гетерозигот, рецессивных гомозигот у женщин данной популяции.

**Задача 18.** У крупного рогатого скота породы шортгорн масть наследуется как аутосомный признак с неполным доминированием: гибриды от скрещивания красных и белых животных имеют чалую масть. В районе N, специализированном на разведении шортгорнов, зарегистрировано 4169 красных животных, 3780 чалых и 756 белых. Определите частоту аллелей, обуславливающих красную и белую окраску скота в данном районе.

**Задача 19.** В некоторой популяции частота встречаемости X-сцепленной рецессивной формы дальтонизма у женщин составляет 0,5 %.

Определите частоту встречаемости данного заболевания у мужчин этой популяции.

**Задача 20.** Серповидноклеточная анемия наследуется аутосомно-рецессивно. Гетерозиготные носители этого заболевания имеют повышенную защищенность от тяжелых форм малярии. Частота встречаемости данного заболевания в странах Африки составляет около 2 %. Рассчитайте процент населения этих стран, защищенных от тяжелых форм малярии.

**Задача 21.** Таудентизм «бычий зуб» — аномалия развития зуба, характеризующаяся большой пульповой камерой. Наследование аутосомно-доминантное. В одной из стран Европы заболевание встречается с частотой 1 %. Определите возможное количество людей, гомозиготных по рецессивному гену, в городе, включающем 50 000 жителей.

**Задача 22.** В ходе обследования 4300 лиц одной из популяций было обнаружено, что 3009 из них могут распознать горький вкус фенилтиокарбамида (ФТК), а 1291 — нет. Определите генетическую структуру данной популяции, если способность ощущать вкус ФТК наследуется как аутосомно-доминантный признак.

**Задача 23.** Фенилкетонурия наследуется аутосомно-рецессивно. В Республике Беларусь заболевание встречается с частотой 1: 6000. Определите количество гетерозиготных носителей патологического признака (в тыс. чел.), в 2018 году если численность населения РБ составляла 9408,4 тысячи человек.

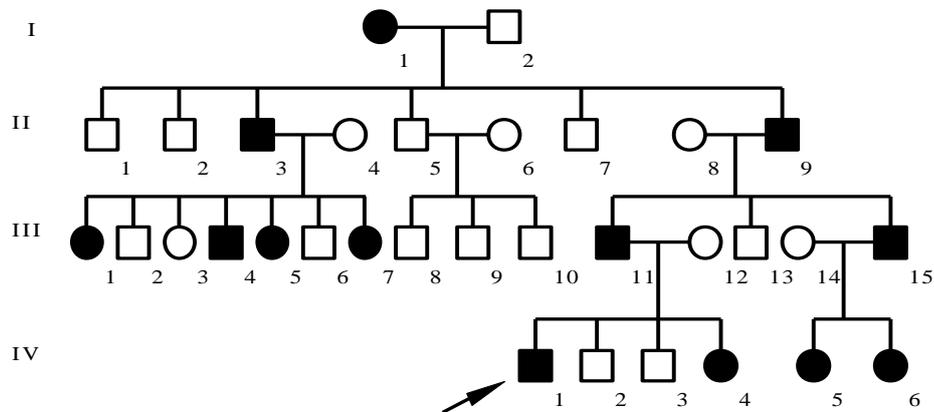
**Задача 24.** Муковисцидоз наследуется аутосомно-рецессивно. В Республике Беларусь заболевание встречается с частотой 1: 8000. С учетом этих данных определите частоту гетерозиготных носителей патологической аллели среди жителей РБ. Рассчитайте вероятность рождения больного ребенка в семье, где один из супругов является гетерозиготой, а второй — фенотипически здоров, однако его точный генотип неизвестен.

**Задача 25.** В популяции некое заболевание с аутосомно-доминантным типом наследования встречается с частотой 1:50. Данное заболевание проявляется только у мужчин, пенетрантность гена равна 20 % (у женщин — 0 %). Определите генетическую структуру популяции по анализируемому признаку, если соотношение мужчин и женщин в изучаемой популяции 1:1.

## РАЗДЕЛ 9. МЕТОДЫ ГЕНЕТИКИ ЧЕЛОВЕКА

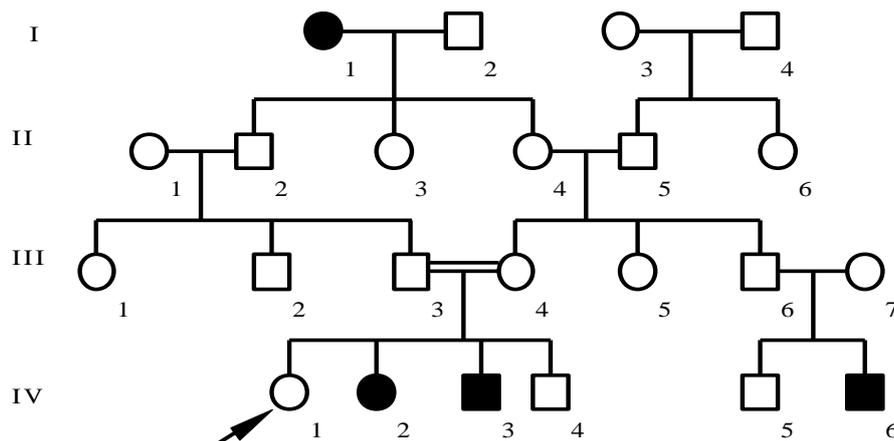
### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

**Задача 1.** Определите тип наследования.



**Решение.** Так как данный признак встречается и у мужчин, и у женщин, то это исключает голландрический тип наследования. Отсутствуют семьи, где дети с исследуемым признаком рождаются от родителей, которые его не имеют. Это не характерно для рецессивного типа наследования. Остается два возможных типа наследования: аутосомно-доминантный и X-сцепленный доминантный, которые очень схожи друг с другом. У мужчины II-3 есть дочери с данным признаком (III-1, III-5, III-7), так и без него (III-3), что исключает X-сцепленный доминантный тип наследования. Значит в данной родословной – аутосомно-доминантный тип наследования.

**Задача 2.** Определите тип наследования.



**Решение.** Так как признак встречается и у мужчин, и у женщин, это исключает голландрический тип наследования. Имеются две семьи, где дети с исследуемым признаком рождаются от родителей, которые его не имеют. Это исключает доминантный тип наследования. Для исключения X-сцепленного рецессивного типа наследования, рассмотрим схему брака

III–3 и III–4 (у мужчины и женщины признак не встречается). В данном случае если допустить X-сцепленный тип наследования, генотип мужчины будет  $X^AY$ , а генотип женщины —  $X^AX^a$  либо  $X^AX^A$  (поскольку оба супруга здоровы). Однако тогда у них не может родиться дочь с данным признаком ( $X^aX^a$ ) — IV–2. Можно заключить, что в данной родословной имеет место аутосомно-рецессивный тип наследования, в пользу чего также свидетельствуют встречаемость признака в равной степени обоих полов и случай близкородственного брака.

**Задача 3.** Конкордантность монозиготных близнецов по массе тела составляет 80 %, а дизиготных — 30 %.

**Решение.** По формуле Хольцингера рассчитаем коэффициент наследуемости:

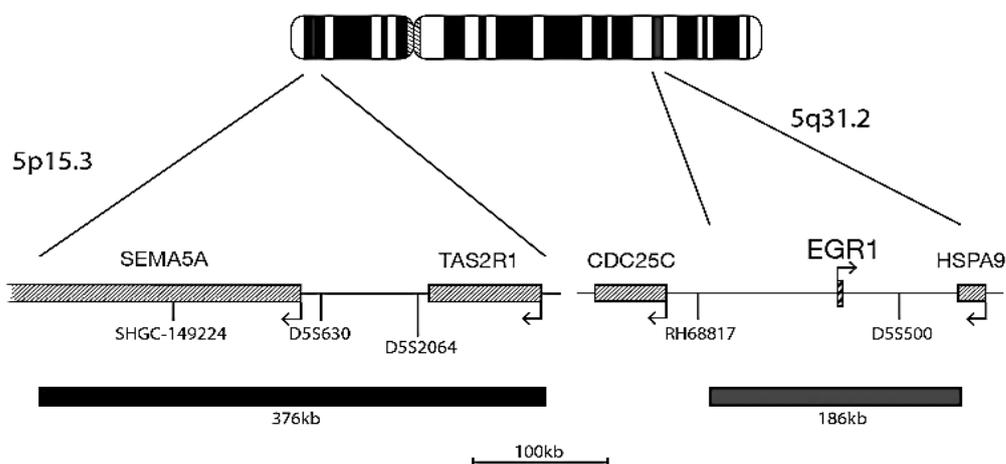
$$H = \frac{KMБ\% - KДБ\%}{100\% - KДБ\%}, \quad H = \frac{80\% - 30\%}{100\% - 30\%} = 0,71.$$

Так как коэффициент наследуемости равен 0,71, то в формировании признака большую роль играет генотип.

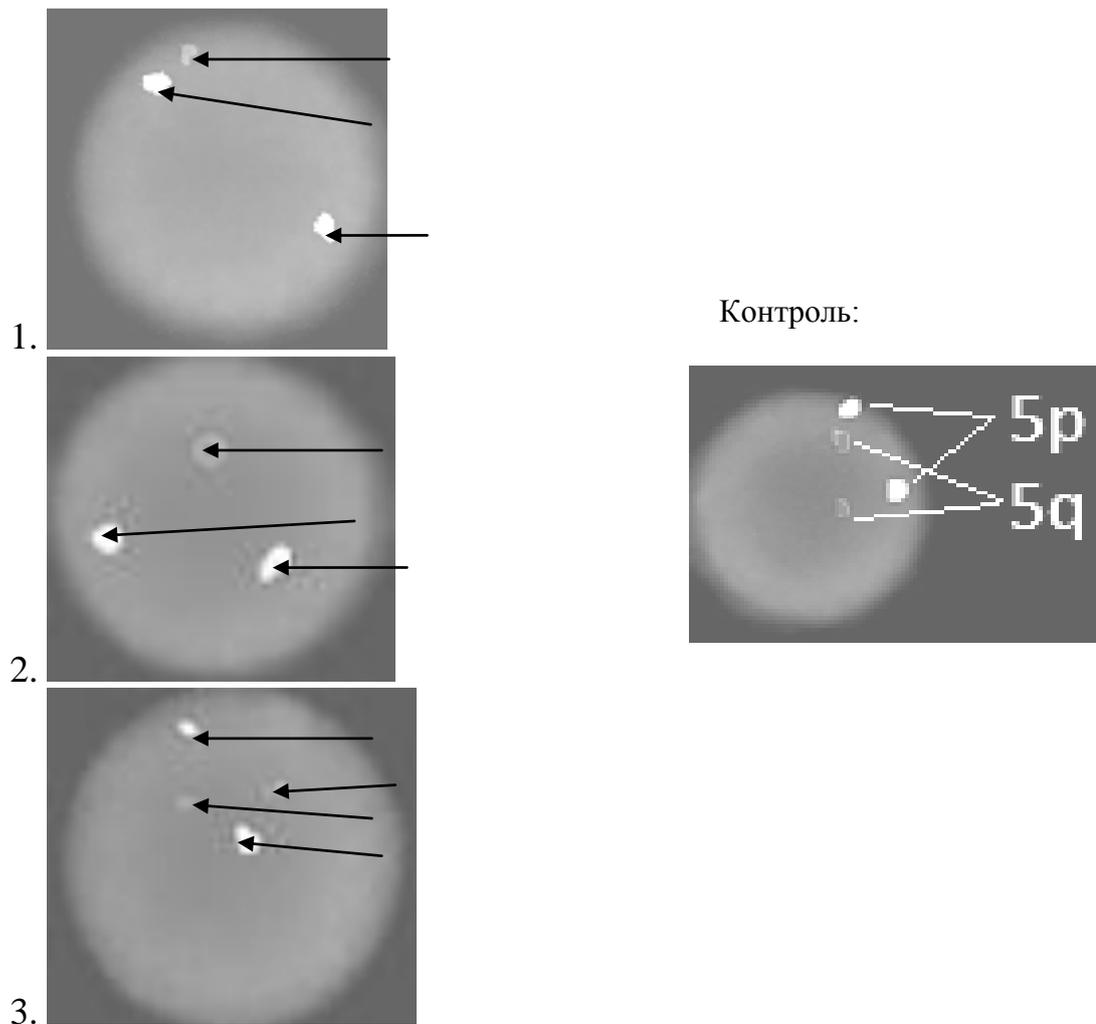
**Задача 4.** На 14-й неделе беременности у обратившейся в медико-генетическую консультацию женщины в крови обнаружен уровень  $\alpha$ -фетопротеина значительно выше нормы. Какова тактика врача-генетика?

**Решение.** Повышенный уровень  $\alpha$ -фетопротеина может быть, как при патологии плода (угрожающий выкидыш, внутриутробная гибель плода, резус-несовместимость матери и плода, грыжа пупочного канатика, дефекты нервной трубки, врожденный нефроз, крестцово-копчиковая тератома), так и при многоплодной беременности. Поэтому для уточнения диагноза необходимо рекомендовать использование других методов пренатальной диагностики: серологическое обследование, исследование содержания других эмбрионспецифических белков, ультрасонографию, амниоцентез с последующим биохимическим и цитогенетическим исследованием клеток плода.

**Задача 5.** Для проверки на наличие делеции в длинном плече пятой хромосомы использовался метод FISH. Сигналы от зондов к p- и q-плечам данной хромосомы имеют зеленый и красный цвета соответственно (на черно-белой фотографии — белый и серый).



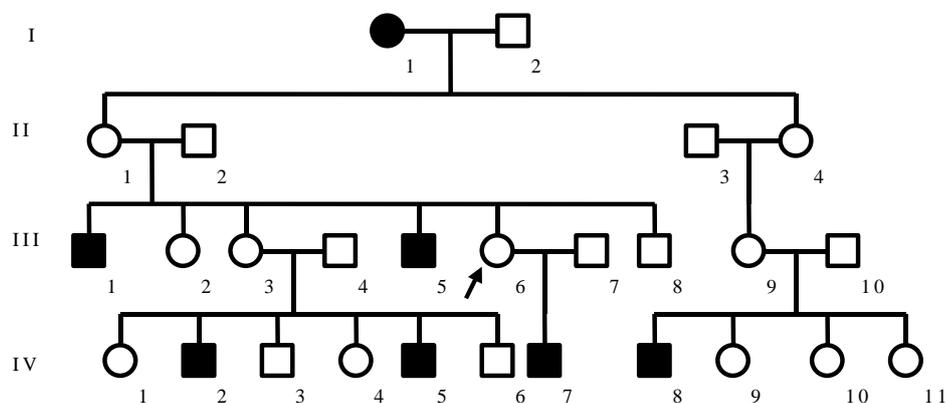
В каких клетках из приведенных имеется делеция 5q?



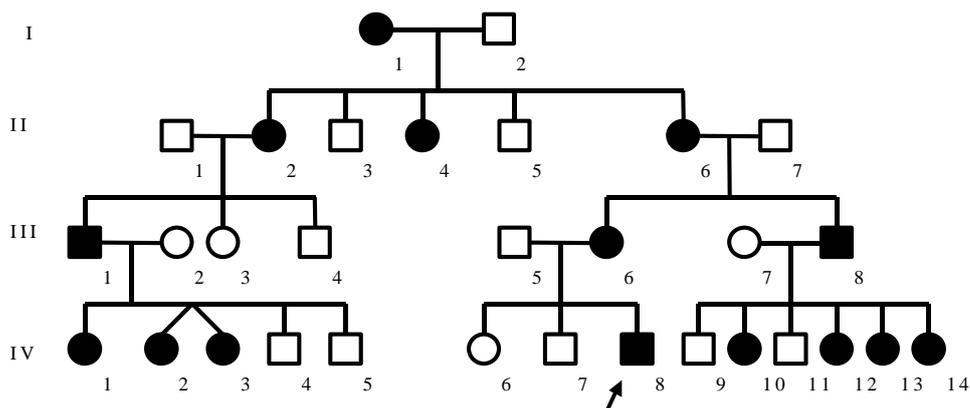
**Решение.** Каждая хромосома имеет короткое и длинное плечи, а пара хромосом суммарно имеет два коротких и два длинных плеча. Соответственно, в нормальной клетке (контроль) наблюдается два красных и два зеленых флуоресцентных сигнала. Отсутствие одного красного сигнала будет означать делецию 5q в одной из хромосом, что наблюдается в образцах 1 и 2.

### Задачи для самоконтроля

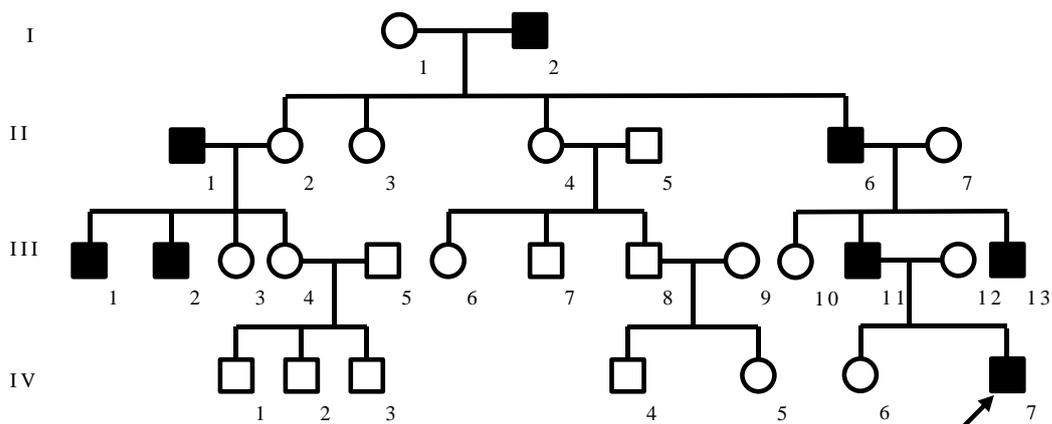
**Задача 1.** Определите тип наследования.



**Задача 2.** Определите тип наследования.



**Задача 3.** Определите тип наследования.



**Задача 4.** Группы крови по системе АВ0 у монозиготных близнецов совпадают в 100 % случаев, а у дизиготных близнецов в 40 %. Каково соотношение наследственных и средовых факторов в формировании признака?

**Задача 5.** При дерматоглифическом анализе у пациента установлено следующее: на обеих ладонях четырехпальцевая борозда, радиальные петли на 4 и 5 пальцах обеих рук, главный ладонный угол  $77^\circ$ . Можно ли на основе этих данных предположить у человека наследственную патологию?

**Задача 6.** В жидкости, полученной в результате амниоцентеза, обнаружены клетки, имеющие 3 половые хромосомы. Какое заболевание можно предположить? Является ли это показанием для прерывания беременности?

**Задача 7.** Рахит, устойчивый к витамину D (гипофосфатемия), — наследственная болезнь, обусловленная доминантной аллелью, локализованной в X-хромосоме. В семье, где отец страдает этим заболеванием, а мать здорова, имеются 3 дочери и 3 сына. Кто из них может быть больным?

**Задача 8.** Одинаков ли состав белков у двух монозиготных близнецов, если в их клетках не было мутаций?

**Задача 9.** Какие методы пренатальной диагностики наследственных заболеваний показаны всем беременным женщинам и почему?

**Задача 10.** Какие признаки характеризуют аутосомно-доминантный тип наследования?

**Задача 11.** Какие признаки характеризуют аутосомно-рецессивный тип наследования?

**Задача 12.** Какие признаки характеризуют X-сцепленный доминантный тип наследования?

**Задача 13.** При исследовании буккального эпителия, взятого у мужчины с нормальным кариотипом, в одной из клеток был обнаружен X-хроматин. Как можно объяснить это явление?

**Задача 14.** Какие признаки характеризуют X-сцепленный рецессивный тип наследования?

**Задача 15.** Определите конкордантность монозиготных близнецов по цвету волос, если известно, что конкордантность дизиготных близнецов по данному признаку составляет 23 %, а коэффициент наследования равен 0,96.

## РАЗДЕЛ 10. МЕДИКО-ГЕНЕТИЧЕСКОЕ КОНСУЛЬТИРОВАНИЕ

### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

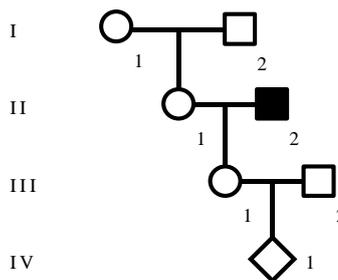
**Задача 1.** По данным анамнеза мать здорова и происходит из благополучной по одной из форм ихтиоза (X-сцепленный рецессивный тип наследования) семьи, а отец — болен этой формой ихтиоза. Дочь этих родителей выходит замуж за здорового юношу. Определите степень генетического риска рождения больного данной формой ихтиоза ребенка в этой молодой семье. Какие методы пренатальной диагностики могут быть использованы для обнаружения данного заболевания у плода? Какие рекомендации должен дать врач-генетик?

**Решение.** На основании данных анамнеза строим родословную.

Затем оформляем условие задачи в виде таблицы и записываем генетическую схему брака:

Признак	Ген	Генотип
Ихтиоз	Xa	XaXa, XaY
Норма	XA	XAX-, XAY

$P_0.$   $X^A X^A \times X^a Y$   
 $G.$   $\begin{matrix} \textcircled{X^A} & \textcircled{X^a} & \textcircled{Y} \end{matrix}$   
 $F_1.$   $X^A X^a$   
 $P_1.$   $X^A X^a \times X^A Y$   
 $G.$   $\begin{matrix} \textcircled{X^A} & \textcircled{X^a} & \textcircled{X^A} & \textcircled{Y} \end{matrix}$   
 $F_2.$   $X^A X^A \quad X^A X^a \quad X^A Y \quad X^a Y$

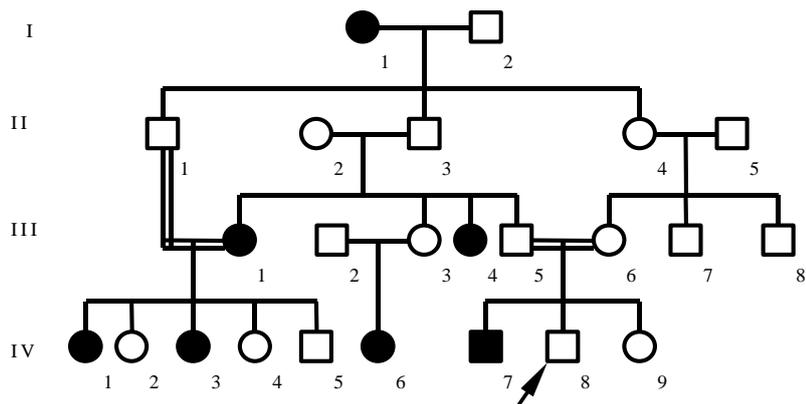


Женщина, которая собирается иметь ребенка, гетерозиготна по гену ихтиоза. Вероятность рождения больного ребенка в браке со здоровым

мужчиной составляет 25 % от всех детей, 50 % — если родится мальчик, 0 % — если девочка. Для уточнения возможности рождения больного ребенка показаны хорионбиопсия (8-12 неделя беременности) и амниоцентез (15-17 неделя беременности).

Методы позволяют определить наличие X-полового хроматина в клетках плода для установления пола. Если будет установлено, что пол будущего ребенка мужской (генетический риск 50 %), то врач-генетик должен объяснить тяжесть медицинских последствий заболевания и рекомендовать провести искусственное прерывание беременности. При выявлении женского пола у плода риск рождения больного ребенка равен 0 %.

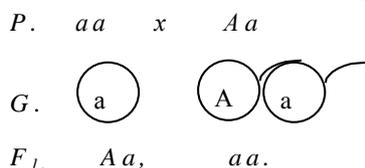
**Задача 2.** Проанализируйте родословную:



Определите тип наследования. Какова вероятность рождения больного ребенка, если больная девушка (IV,1) выйдет замуж за гетерозиготного юношу? Какие методы пренатальной диагностики можно применить для определения наследственной патологии у ребенка? Какие рекомендации должен дать врач-генетик?

**Решение.** Так как признак встречается у женщин, это исключает голландрический тип наследования. Дети с заболеванием рождаются в том числе и от не имеющих заболевание родителей. Это исключает доминантный тип наследования. Заболевание не может быть X-сцепленным рецессивным, так как в родословной имеются женщины, имеющие здоровых отцов либо здоровых сыновей. На основании этого тип наследования — ауто-сомно-рецессивный.

Составим генетическую схему брака:



Вероятность рождения больного ребенка — 50 %,

Для определения наследственной патологии у ребенка можно использовать следующие методы: амниоцентез с последующей биохимической и цитогенетической диагностикой заболевания, ультразвунографию.

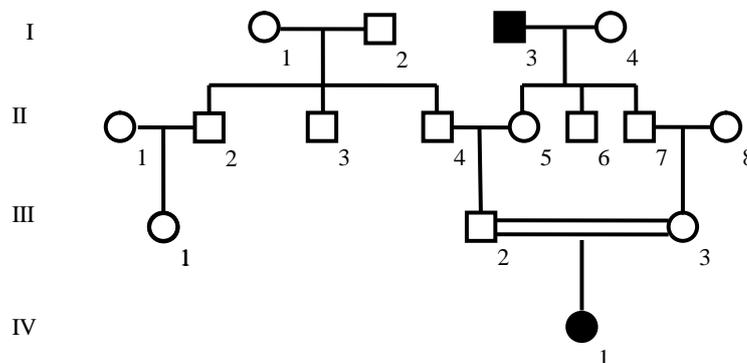
Врач-генетик в данном случае должен дать следующие рекомендации: так как большинство заболеваний с данным типом наследования имеют тяжелые медицинские и социальные последствия, то при подтверждении диагноза беременность лучше прервать.

**Задача 3.** Здоровые муж и жена (двоюродные сибсы) имеют больную атаксией Фридрейха (прогрессирующее расстройство координации движений) дочь. Мать мужа и отец жены, родные сибсы, здоровы. Общий дядя супругов здоров. Их общая бабушка была здорова, а дед страдал атаксией. Все родственники со стороны отца мужа, в том числе 2 дяди, двоюродная сестра, дед и бабушка здоровы. Все родственники со стороны матери жены здоровы.

Составьте родословную. Определите:

- тип наследования и генотипы лиц родословной;
- вероятность рождения больного ребенка в семье, если больная дочь выйдет замуж за здорового юношу, отец которого болел атаксией Фридрейха;
- что в этом случае должен посоветовать врач-генетик?

**Решение.**



а) тип наследования — аутосомно-рецессивный, все члены родословной имеющие патологический признак — гомозиготы по рецессивному гену ( $aa$ ); родители ребенка (III–2, III–3), мать мужа (II–5), отец жены (II–7), их общий дядя (II–6) — гетерозиготны ( $Aa$ ). Генотипы остальных членов родословной с доминантным признаком достоверно установить невозможно (они могут быть как гомозиготами, так и гетерозиготами);

б) вероятность рождения больного ребенка 50 % (генотип юноши  $Aa$ );

в) врач-генетик должен рекомендовать применение методов пренатальной диагностики — амниоцентез (с последующей биохимической и цитогенетической диагностикой заболевания) и ультрасонографию; прерывание беременности при подтверждении диагноза.

### ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

**Задача 1.** В семье имеется ребенок пяти лет с умственной отсталостью, микроцефалией, «мышинным» запахом, повышенным тонусом мышц, судорожными эпилептиформными припадками, слабой пигментацией кожи и волос. Определите:

- какое заболевание можно предположить?

б) как поставить диагноз?

в) какова вероятность появления в этой семье следующего ребенка с такой же патологией?

г) какие методы пренатальной диагностики можно применить для установления этой наследственной патологии?

**Задача 2.** Пробанд — здоровая женщина. Ее сестра здорова, а два брата страдают дальтонизмом. Мать и отец пробанда здоровы. Четыре сестры матери пробанда здоровы, их мужья здоровы. О двоюродных сибсах со стороны матери пробанда известно: 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 4-й семье — одна здоровая сестра. Бабушка пробанда со стороны матери здорова, дед страдал дальтонизмом. Со стороны отца пробанда больных дальтонизмом не отмечено. Составьте родословную. Определите:

а) тип наследования этой патологии и, по возможности, генотипы лиц родословной;

б) вероятность рождения у пробанда больных дальтонизмом детей при условии, что она выйдет замуж за здорового мужчину;

в) какой совет должен дать пробанду врач-генетик?

**Задача 3.** У человека описан признак — наличие перепонки между пальцами ног. От брака между женщиной с нормальными пальцами ног и мужчиной, имевшим перепонку, родилось трое детей: дочь не имела этого признака, а сыновья — имели. Один из сыновей в браке со здоровой женщиной имел 6 дочерей с нормальными пальцами и 4 сына с аномалией. Составьте родословную и определите:

а) тип наследования;

б) вероятность рождения ребенка с аномалией, если внук женится на женщине с нормальными пальцами ног.

**Задача 4.** Пробанд — больной миопатией Дюшенна (атрофия скелетной мускулатуры) мальчик. По данным собранного у родителей анамнеза, сами родители и две сестры пробанда здоровы. По отцовской линии два дяди, тетка, дед и бабка пробанда — здоровы. Две двоюродные сестры от дяди и двоюродный брат от тетки пробанда — здоровы. По линии матери пробанда один из двух дядей (старший) болел миопатией. Второй дядя (здоровый) имел двух здоровых сыновей и здоровую дочь. Тетя пробанда имела больного сына. Дед и бабка — здоровы. Составьте родословную. Определите:

а) тип наследования и генотипы лиц родословной;

б) вероятность рождения больного ребенка в семье, если пробанд женится на здоровой женщине, отец которой болен миопатией Дюшенна;

в) какие существуют методы пренатальной диагностики этого заболевания?

г) какие рекомендации должен дать врач-генетик?

**Задача 5.** Одна из форм рахита не излечивается обычными дозами витамина D. 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 5 здоровых сыновей (у одного — 4 сына, у другого — 1). 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, два сына, один из которых болен, и больная дочь. У здоровых сыновей брата деда пробанда жены и их дети здоровы. Составьте родословную. Определите:

- а) тип наследования;
- б) вероятность рождения больных рахитом детей в семье пробанда в случае, если он вступит в брак со своей больной троюродной сестрой;
- в) какие рекомендации должен дать врач-генетик?

**Задача 6.** В семье у здоровых родителей, являющихся троюродными сибсами, родился доношенный ребенок, который вскармливался молоком матери. В процессе развития у него появились рвота и понос, желтуха, умственная отсталость, увеличение печени и селезенки, общая дистрофия, катаракта, выраженность которых постепенно усиливалась. Определите:

- а) какое заболевание можно предположить?
- б) какие лабораторные исследования следует провести?
- в) как предотвратить дальнейшее развитие заболевания?
- г) какова вероятность рождения в этой семье второго больного ребенка?

**Задача 7.** В семье у здоровых родителей родился доношенный ребенок с массой тела 2400 г. При обращении в медико-генетическую консультацию у ребенка установили микроцефалию, низкий скошенный лоб, суженные глазные щели, микрофтальмию, помутнение роговицы, запавшее переносье, широкое основание носа, деформированные ушные раковины, двухсторонние расщелины верхней губы и неба, синдактилию пальцев ног, короткую шею, четырехпальцевую борозду на ладонях, дефекты межжелудочковой перегородки сердца, задержку психического развития. Определите:

- а) какое заболевание можно предположить?
- б) каким методом исследования можно поставить точный генетический диагноз?
- в) какие методы пренатальной диагностики можно применить для выявления данного заболевания?

**Задача 8.** У родителей (жена — 47 лет, муж — 49 лет) родился доношенный ребенок. При обращении в медико-генетическую консультацию у ребенка обнаружили плоское лицо, низкий скошенный лоб, большую голову, косой разрез глаз, светлые пятна на радужке, толстые губы, толстый, выступающий изо рта язык, деформированные низко расположенные уш-

ные раковины, высокое небо, неправильный рост зубов, дефект межпредсердной перегородки, на ладонях четырехпальцевую борозду, главный ладонный угол  $69^\circ$ , радиальные петли на 4-м и 5-м пальцах рук, задержку умственного развития. Определите:

а) какое заболевание можно предположить?

б) какие методы следует использовать для постановки точного диагноза?

в) какой прогноз дальнейшей жизнеспособности этого ребенка?

г) какие методы пренатальной диагностики следует применить для выявления данного заболевания?

**Задача 9.** В молодой семье родился ребенок, плач которого напоминает кошачье мяуканье. При обращении в медико-генетическую консультацию у ребенка обнаружили лунообразное лицо, мышечную гипотонию, микроцефалию, антимонголоидный разрез глаз, косоглазие, низко расположенные деформированные ушные раковины, задержку психического развития. Определите:

а) какое заболевание можно предположить?

б) какие методы следует использовать для постановки диагноза?

в) какой прогноз дальнейшей жизнеспособности этого ребенка?

г) какие методы пренатальной диагностики следует применить для выявления заболевания?

**Задача 10.** Пробанд — гемофилик. Его здоровый брат и здоровая сестра обратились к врачу по вопросу о вероятности рождения в их семьях больных гемофилией детей, при условии, что их супруги не имеют генов гемофилии. Дифференциальная диагностика формы гемофилии пробанда показала наследуемую рецессивно, сцепленную с X-хромосомой гемофилию А. Анализ родословной подтвердил сцепленное с полом наследование в данной семье. Пенетрантность гена гемофилии у гемизигот полная. Определите:

а) может ли здоровый брат пробанда передать своему ребенку ген гемофилии?

б) какова вероятность того, что здоровая сестра пробанда передаст своему ребенку ген гемофилии?

в) какова вероятность того, что при наличии 3-х детей в семье сестры пробанда, один ребенок будет больным?

**Задача 11.** Пробанд болен гемофилией. Его брат, сестра и родители, являющиеся двоюродными сибсами, здоровы. Брат и сестра пробанда обратились к врачу по вопросу о прогнозе заболевания у потомства. При дифференциальной диагностике формы гемофилии установлена афибриногенемия (редко встречающаяся форма, обусловленная рецессивным аутосомным геном). Родословная подтвердила аутосомно-рецессивное наследование гемофилии в семье. Пенетрантность у гомозигот по рецессивному гену полная. Определите:

а) может ли здоровый брат пробанда передать своему ребенку ген гемофилии?

б) какой совет следует дать брату пробанда, если он желает вступить в брак с женщиной, которая не является его родственницей?

в) брат пробанда желает вступить в брак со своей двоюродной сестрой; установите вероятность рождения больного ребенка, допустив, что рецессивный ген попал в родословную лишь через одного из общих предков;

г) здоровая сестра пробанда желает вступить в брак с мужчиной, который не является ее родственником. Какова вероятность рождения больного ребенка? Какой совет следует дать сестре пробанда?

**Задача 12.** В медико-генетическую консультацию обратились две супружеские пары, у которых родились дети с дефектом твердого неба («волчья пасть»). Изучив родословную каждой семьи, и выяснив их бытовые и производственные условия, врачи пришли к заключению, что у супругов А все последующие дети, а также внуки не должны иметь этого дефекта, а у супругов Б существует большая вероятность появления его у детей и внуков. Укажите возможные механизмы появления данного дефекта у ребенка в семье А и в семье Б.

**Задача 13.** Сын американского банкира Твистера страдал одновременно тремя болезнями: гемофилией, дальтонизмом и полным отсутствием зубов. Эти болезни обусловлены генами, находящимися в X-хромосоме. Твистер младший много лет прожил вдали от родителей, в Париже, где и умер в 1944 году. После его смерти к Твистеру старшему явилась француженка с 15-летним мальчиком, у которого тоже сочетались гемофилия, дальтонизм и отсутствие зубов. Женщина сообщила, что этот мальчик — сын покойного Твистера младшего и его законный наследник, но документы, подтверждающие это, утрачены во время оккупации Франции. Несмотря на отсутствие документов, Твистер признал мальчика своим внуком. Семейный врач убедил его, что такое совпадение редкого сочетания трех наследственных болезней доказывает, что этот мальчик — его внук. Согласны ли Вы с мнением доктора?

**Задача 14.** Беременной женщине 50 лет, отец которой был гемофиликом, произвели амниоцентез для того, чтобы определить пол плода, а также выявить у него возможные хромосомные аномалии. Но вырастить культуру клеток плода для кариотипирования не удалось, эти клетки погибли. Поэтому цитогенетические исследования пришлось ограничить определением полового хроматина. Установлено, что клетки плода не содержат ни X-, ни Y-хроматина. Следует ли на этом основании рекомендовать прерывание беременности?

**Задача 15.** В эндокринологический диспансер были направлены двое больных мужчин (А и Б), у которых 20 % клеток буккального эпителия содержат X-хроматин. Обоим был введен один и тот же гормональный препарат, после чего содержание клеток с X-хроматином у А повысилось до 30 %, а у Б упало до 10 %. Лечащий врач, получив результаты анализа, распорядился, чтобы больному А продолжали вводить данный препарат, а больному Б прекратили. Больной Б обратился в горздравотдел с жалобой,

где написал, что врач поступил неправильно, отменив ему гормонотерапию. Изложите свое мнение по поводу действий лечащего врача.

**Задача 16.** Мужчина и его сын больны гемофилией. Жена мужчины беременна. Опасаясь, что у нее родится сын гемофилик, она обратилась в медико-генетическую консультацию, с целью определить пол плода и прервать беременность, если выяснится, что плод мужского пола. Врачи, побеседовав с нею, рекомендовали ей сразу прервать беременность, не проводя амниоцентеза. Верна ли эта рекомендация?

**Задача 17.** Какие из перечисленных симптомов являются диагностическими признаками фенилкетонурии: а) умственная отсталость, увеличение печени и селезенки, общая дистрофия, катаракта; б) умственная отсталость, микроцефалия, «мышинный» запах, судорожные эпилептиформные припадки, слабая пигментация кожи и волос; в) подвывих хрусталика, пороки сердца, высокий рост, длинные тонкие пальцы, воронкообразное вдавление грудины; г) голубой цвет склер, врожденная глухота, ломкость костей; д) плоское лицо, низкий скошенный лоб, светлые пятна на радужке, толстый, выступающий изо рта язык, деформированные низко расположенные ушные раковины, дефект межпредсердной перегородки, задержка умственного развития?

**Задача 18.** Какие из перечисленных симптомов являются диагностическими признаками синдрома Марфана: а) умственная отсталость, увеличение печени и селезенки, общая дистрофия, катаракта; б) микроцефалия, микрофтальмия, двухсторонние расщелины верхней губы и неба, синдактилия пальцев ног, дефекты межжелудочковой перегородки сердца, задержка психического развития; в) подвывих хрусталика, пороки сердца, высокий рост, длинные тонкие пальцы, воронкообразное вдавление грудины; г) голубой цвет склер, врожденная глухота, ломкость костей; д) плоское лицо, низкий скошенный лоб, светлые пятна на радужке, толстый, выступающий изо рта язык, деформированные низко расположенные ушные раковины, дефект межпредсердной перегородки, задержка умственного развития?

**Задача 19.** Какие из перечисленных симптомов являются диагностическими признаками синдрома Патау: а) микроцефалия, микрофтальмия, двухсторонние расщелины верхней губы и неба, синдактилия пальцев ног, дефекты межжелудочковой перегородки сердца, задержка психического развития; б) умственная отсталость, микроцефалия, «мышинный» запах, судорожные эпилептиформные припадки, слабая пигментация кожи и волос; в) подвывих хрусталика, пороки сердца, высокий рост, длинные тонкие пальцы, воронкообразное вдавление грудины; г) голубой цвет склер, врожденная глухота, ломкость костей; д) плоское лицо, низкий скошенный лоб, светлые пятна на радужке, толстый, выступающий изо рта язык, деформированные низко расположенные ушные раковины, дефект межпредсердной перегородки, задержка умственного развития?

**Задача 20.** Какие из перечисленных симптомов являются диагностическими признаками синдрома Дауна: а) умственная отсталость, увеличение печени и селезенки, общая дистрофия, катаракта; б) микроцефалия, микрофтальмия, двухсторонние расщелины верхней губы и неба, синдактилия пальцев ног, дефекты межжелудочковой перегородки сердца, задержка психического развития; в) подвывих хрусталика, пороки сердца, высокий рост, длинные тонкие пальцы, воронкообразное вдавление грудины; г) голубой цвет склер, врожденная глухота, ломкость костей; д) плоское лицо, низкий скошенный лоб, светлые пятна на радужке, толстый, выступающий изо рта язык, деформированные низко расположенные ушные раковины, дефект межпредсердной перегородки, задержка умственного развития?

**Задача 21.** Укажите возможные варианты изменений структуры генетического материала, которые лежат в основе возникновения хромосомных болезней: а) трисомии, нонсенс-мутации, делеции; б) нонсенс-мутации, мисценс-мутации, сдвиг рамки считывания генетического кода; в) инверсии, моносомии, сдвиг рамки считывания генетического кода; г) дупликации, нехватки, транслокации, делеции; д) полиплоидия, мисценс-мутации, инверсии.

**Задача 22.** Укажите возможные варианты изменений структуры генетического материала, которые лежат в основе возникновения болезней обмена веществ: а) трисомии, нонсенс-мутации, делеции; б) нонсенс-мутации, мисценс-мутации, сдвиг рамки считывания генетического кода; в) инверсии, моносомии, сдвиг рамки считывания генетического кода; г) дупликации, нехватки, транслокации, делеции; д) полиплоидия, мисценс-мутации, инверсии.

**Задача 23.** Какие из перечисленных симптомов являются ведущими в клиническом проявлении хромосомных болезней: а) задержка умственного развития у детей старшего возраста; б) нарушение физического развития; в) нарушение умственного развития в сочетании с пороками развития; г) пороки развития и нормальное умственное развитие; д) голубой цвет склер, врожденная глухота, ломкость костей.

**Задача 24.** Укажите формулу кариотипа:

- а) при синдроме Эдвардса;    б) при синдроме Патау;  
в) при синдроме Дауна;        г) при синдроме «кошачьего крика».

**Задача 25.** Определите наследственное заболевание по описанию: заболевание обусловлено нарушением синтеза белка, стабилизирующего работу мембраны мышечных клеток. Дети позднее начинают ходить, наблюдается «утиная» походка, не умеют бегать и прыгать. Развивается атрофия мышц, которая постепенно приобретает восходящее направление: мышцы бедра – тазовый пояс – плечевой пояс – руки; атрофический процесс развивается и в сердце (кардиомиопатия). Причиной смерти является острая сердечная недостаточность. Какой прогноз жизнеспособности при этой патологии?

## РАЗДЕЛ 11. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ГЕНЕТИЧЕСКИ ОБУСЛОВЛЕННЫХ СОБЫТИЙ

### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

**Задача 1.** Здоровая женщина, брат которой болен гемофилией, вышла замуж за здорового мужчину. При дифференциальной диагностике болезни брата установлена гемофилия В, наследуемая как X-сцепленный рецессивный признак, что подтверждено анализом родословной. Пенетрантность гена гемофилии В составляет 100 %. Определите:

- а) вероятность, что первый ребенок будет болен;
- б) вероятность, что при наличии в семье двух детей, один из них будет больным.

#### *Решение.*

А) Согласно условиям задачи, здоровая женщина, брат которой болен гемофилией, вышла замуж за здорового мужчину. При биохимическом анализе факторов свертывания крови установлено, что болезнь вызвана недостаточностью фактора Кристмаса (фактор IX).

Диагноз — гемофилия В. Болезнь наследуется как сцепленный с полом рецессивный признак. Анализ родословной подтвердил это заключение и показал, что мать обратившейся за советом женщины гетерозиготна. Пенетрантность гемофилии 100 %.

При определении вероятности рождения больного ребенка, прежде всего, отметим, что генотип консультируемой женщины может быть либо  $X^B X^B$ , либо  $X^B X^b$ . Так как ее мать гетерозиготна  $X^B X^b$ , а генотип ее отца  $X^B Y$ , то вероятность, что она гомозиготна равна  $\frac{1}{2}$ , так же, как и вероятность гетерозиготности.

Вероятность рождения больного ребенка у гетерозиготной женщины при браке с нормальным мужчиной составляет  $\frac{1}{4}$ . Следовательно, вероятность, что ребенок от этого брака будет болен гемофилией составляет  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{8}$  (12,5 %).

Б) При консультировании этого случая врач должен иметь в виду следующие обстоятельства. Во-первых, если при положительном совете консультанта, семья захочет иметь двух детей, то вероятность того, что один из них будет болен равна  $\frac{1}{8} + \frac{1}{8} = \frac{1}{4}$ .

Во-вторых, вероятность рождения гетерозиготного носителя составляет при одном ребенке в семье  $\frac{1}{8}$ , а при двух —  $\frac{1}{4}$ . Вероятность передачи гена, мутации в котором приводят к развитию гемофилии потомству (больные + носители) равна, при одном ребенке в семье,  $\frac{1}{4}$ .

Если же семья будет иметь двух детей, то вероятность, что один из них будет либо больным, либо носителем, составляет 50 %.

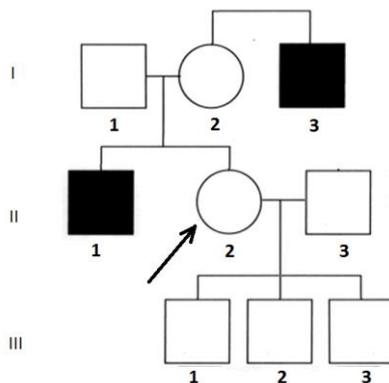
**Задача 2.** Глюкозурия — аутомно-рецессивное заболевание. Каков риск рождения больного ребенка у супругов, каждый из которых имел больного брата?

**Решение.** Больной ребенок может родиться при условии, что оба родителя гетерозиготны.

Каждый из супругов гетерозиготен с вероятностью  $\frac{2}{3}$ . Согласно правилу умножения, риск рождения больного ребенка равен:

$$\frac{1}{4} \times \frac{2}{3} \times \frac{2}{3} = \frac{1}{9} \text{ (11,11 \%)}.$$

**Задача 3.** Проанализируйте родословную семьи, члены которой страдают гемофилией. Сделайте расчеты вероятностей, результаты внесите в таблицу.



А. Априорная вероятность, что пробанд является гетерозиготным носителем (вероятность унаследовать X-хромосому с мутацией от матери)	$\frac{1}{2}$
Б. Априорная вероятность, что пробанд не является гетерозиготным носителем	$\frac{1}{2}$
В. Вероятность рождения трех здоровых мальчиков в случае носительства	$(\frac{1}{2})^3 = \frac{1}{8}$
Г. Вероятность рождения трех здоровых мальчиков в случае неносительства	$1^3 = 1$
Д. Суммарная вероятность рождения трех здоровых сыновей в случае носительства и неносительства (А*В+Б*Г)	$\frac{1}{2} * \frac{1}{8} + \frac{1}{2} * 1 = \frac{9}{16}$
Е. Апостериорная вероятность носительства (А*В) / (А*В+Б*Г)	$(\frac{1}{2} * \frac{1}{8}) / (\frac{1}{2} * \frac{1}{8} + \frac{1}{2} * 1) = \frac{1}{9}$
Ж. Вероятность гемофилии при рождении четвертого сына в семье пробанда (на основании апостериорной вероятности)	$\frac{1}{9} * \frac{1}{2} = \frac{1}{18}$

### ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

**Задача 1.** Ретинобластома — злокачественная опухоль глаза — детерминируется доминантным аутосомным геном с пенетрантностью около 60 %. В семье здоровых родителей ребенок болен ретинобластомой. Тетка по линии отца этого ребенка также больна. Какова вероятность, что другой ребенок в этой семье будет болен?

**Задача 2.** Мужчина с аутосомно-рецессивным заболеванием состоит в браке со своей двоюродной сестрой, которая здорова. Рассчитайте риск рождения в этой семье больного ребенка.

**Задача 3.** У здоровых родителей 5 детей. Два сына больны гемофилией, сын и две дочери здоровы. Какова вероятность заболевания гемофилией внуков в каждой отдельной семье? Вероятностью носительства гемофилии супругами рассматриваемых лиц пренебречь.

**Задача 4.** У человека доминантная аллель  $A$  детерминирует ахондроплазию (карликовость, резкое укорочение скелета конечностей).

Рецессивная аллель  $a$ , обуславливает нормальное строение скелета. Какова вероятность рождения ребенка с ахондроплазией, если женщина, имеющая нормальное строение скелета, вышла замуж за мужчину:

- а) гетерозиготного по гену ахондроплазии;
- б) гомозиготного по гену ахондроплазии.

**Задача 5.** Семейная миоплегия (периодически повторяющиеся параличи конечностей) обусловлена доминантой аллелью —  $M$ . Определите вероятность рождения у них больного ребенка, если:

- а) больной мужчина, гетерозиготный по гену семейной миоплегии, женился на здоровой женщине;
- б) муж и жена — родственники, оба гетерозиготны по гену семейной миоплегии.

**Задача 6.** У человека при сперматогенезе образуются в равных количествах сперматозоиды двух типов. Сперматозоиды с  $X$ -хромосомой при оплодотворении яйцеклетки детерминируют развитие особи женского пола, а сперматозоиды с  $Y$ -хромосомой — мужского. Какова вероятность, что:

- а) первым ребенком в семье будет мальчик;
- б) вторым ребенком в семье будет девочка, если первым ребенком был мальчик;
- в) вторым ребенком в семье будет мальчик?

**Задача 7.** Семья  $P$ . решила иметь двух детей. Какова вероятность, что:

- а) оба ребенка будут девочки;
- б) первый ребенок будет девочка, а второй — мальчик;
- в) один из детей будет девочка, а другой — мальчик?

**Задача 8.** Наследственное заболевание обусловлено доминантным аутосомным аллелем гена  $P$ . Мать больна и гетерозиготна по гену  $P$ , отец здоров. Какова вероятность, что:

- а) их первый ребенок будет больным;
- б) второй ребенок будет здоров, если первый ребенок болен;
- в) из двух детей в семье оба ребенка будут больны?

**Задача 9.** Наследственное заболевание обусловлено рецессивным аутосомным аллелем гена  $p$ . Оба родителя здоровы и гетерозиготны по гену  $p$ . Определите:

- а) какова вероятность, что их первый ребенок будет больным;

б) какова вероятность, что при рождении трех детей все они будут здоровы;

в) какая часть их детей будут либо больными, либо носителями аллели  $n$ ?

**Задача 10.** Рецессивная аллель  $n$  детерминирует болезнь. В поколении дедов — все здоровы. Бабушка со стороны отца и дед со стороны матери гетерозиготны по гену  $n$ , остальные гомозиготны ( $NN$ ). Какова вероятность, что их внук:

а) будет болен;

б) будет гетерозиготным носителем;

в) получит ген  $n$  (будет либо больным, либо гетерозиготным носителем)?

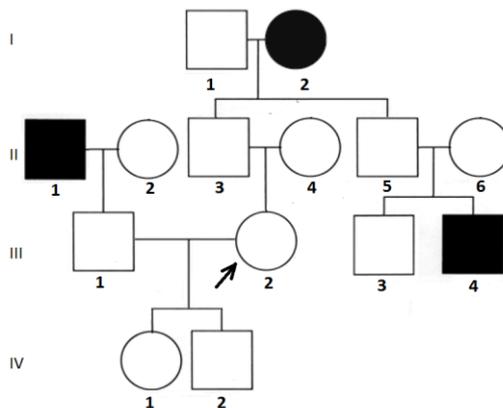
**Задача 11.** Определите вероятность:

а) что сын получит рецессивный аллель ( $n$ ) от гетерозиготного отца;

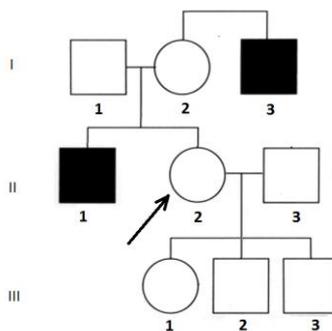
б) что внук получит рецессивный аллель ( $n$ ) от гетерозиготного деда;

в) что правнук получит рецессивный аллель ( $n$ ) от гетерозиготного прадеда.

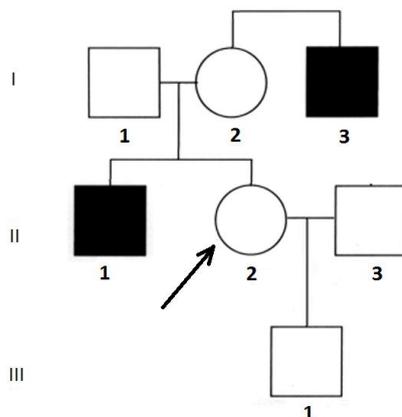
**Задача 12.** Проанализируйте родословную. Определите тип наследования. Считая, что II-4 не является носителем, определите вероятность носительства рецессивной аллели для пробанда. На основании данной вероятности рассчитайте вероятность рождения больного ребенка в изучаемой семье.



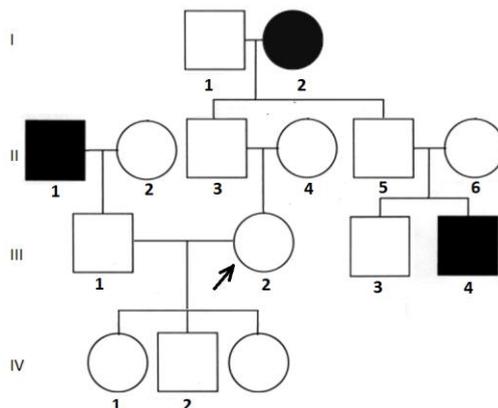
**Задача 13.** Проанализируйте родословную семьи, члены которой страдают гемофилией. Определите априорную и апостериорную вероятность носительства рецессивной аллели для пробанда. На основании апостериорной вероятности рассчитайте вероятность рождения больного ребенка в изучаемой семье.



**Задача 14.** Проанализируйте родословную семьи, члены которой страдают гемофилией. Определите априорную и апостериорную вероятность носительства рецессивной аллели для пробанда. На основании апостериорной вероятности рассчитайте вероятность рождения больного ребенка в изучаемой семье.



**Задача 15.** Проанализируйте родословную. Определите тип наследования. Считая, что II-4 не является носителем, определите вероятность носительства рецессивной аллели для пробанда. На основании данной вероятности рассчитайте вероятность рождения больного ребенка в изучаемой семье.



## РАЗДЕЛ 12. РАЗМНОЖЕНИЕ ОРГАНИЗМОВ

### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

**Задача 1.** При исследовании оплодотворяющей способности сперматозоидов у мужчин по фамилии П. и И. установлено, что сперматозоиды выглядят нормально, но у П. они не движутся, а у И. собираются на наружной оболочке женской половой клетки, не проникая внутрь. Объясните, с какими дефектами (структурными или химическими) могут быть связаны эти нарушения поведения.

**Решение.** Указанные нарушения способности сперматозоидов у П. связаны с неполноценностью сократительного белка в хвосте сперматозои-

да или с неполноценностью митохондрий по продуцированию АТФ; у И. — с неполноценностью акросомы.

**Задача 2.** В овоците II порядка и в сперматоците II порядка в одной из хроматид возник мутантный ген. Одинакова ли вероятность наличия этого гена в мужской и женской гамете?

**Решение.** Нет: при делении сперматоцита II порядка мутантный ген обязательно попадет в одну из сперматид, а затем и в сперматозоид, а при делении овоцита II порядка мутантный ген может попасть в гамету или в полярное тельце.

**Задача 3.** Мужчина фенотипически здоров, но у него обнаружена сбалансированная транслокация хромосомы 21 на хромосому 15. Может ли эта мутация отразиться на его потомстве?

**Решение.** Эта хромосомная мутация может повлечь за собой нарушения мейоза при сперматогенезе. Возможно образование 4 вариантов сперматозоидов:

- 1) 23 хромосомы, хромосома 21 свободна;
- 2) 23 хромосомы, но хромосома 21 транслоцирована;
- 3) 24 хромосомы за счет 2-х хромосом 21, свободной и транслоцированной;
- 4) 22 хромосомы, хромосома 21 отсутствует.

Таким образом, вероятность рождения детей с синдромом Дауна — высокая.

**Задача 4.** Сперматозоиды в семенной жидкости развивают скорость, равную 5 см/ч, что применительно к их размерам, примерно в 1,5 раза быстрее, чем скорость пловца-олимпийца. Объясните, какие особенности их организации обуславливают такую скорость передвижения?

**Решение.** В шейке сперматозоида расположена митохондрия, в которой вырабатывается энергия необходимая на активное передвижение, большую часть энергии сперматозоид получает в виде окисления фруктозы, которой много в эякуляте. Жгутик, состоящий из 9 пар микротрубочек и дуплет – в центре, является органеллой активного передвижения.

**Задача 5.** Для яйцеклеток характерно необычное отношение объема ядра к объему цитоплазмы: у яйцеклеток оно сильно снижено (1 : 500), а у сперматозоидов, наоборот, ядерно-цитоплазматическое отношение очень высокое (2 : 1). Свяжите показатели ядерно-цитоплазматических отношений с функциональной ролью половых клеток.

**Решение.** Такие показатели ядерно-цитоплазматического отношения яйцеклеток связаны с наличием большого объема цитоплазмы, в которой располагается питательный материал для будущего зародыша, происходит накопление копий РНК. В сперматозоидах почти вся клетка занята ядром, этот факт связан с такой его функцией, как доставка наследственного материала к яйцеклетке.

## ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

**Задача 1.** В ооците II порядка во время интеркинеза возник мутантный ген. Укажите в процентах вероятность перехода этого гена в зиготу.

**Задача 2.** Синдром Дауна обусловлен наличием в кариотипе лишней 21-й хромосомы. У женщин при этом синдроме происходит овогенез. Определите вероятность образования зиготы с лишней 21-й хромосомой у такой женщины, если ее муж здоров.

**Задача 3.** В сперматоците I порядка оказалась пара гомологичных хромосом с мутантными генами. В одной из этих хромосом мутантный ген А находится на конце ее длинного плеча. Во второй хромосоме в этом месте находится нормальный ген, но в начальном отделе плеча — мутантный ген С. Могут ли образоваться сперматозоиды, содержащие оба мутантных гена?

**Задача 4.** Почему с возрастом у человека частота нарушений мейоза при овогенезе повышается в большей степени, чем при сперматогенезе?

**Задача 5.** Почему у 37-летней женщины, если она забеременела, меньше шансов родить здорового ребенка, чем у молодой?

**Задача 6.** Можно ли считать клоном потомство одной гермафродитной особи, полученное путем самооплодотворения?

**Задача 7.** Олю мать родила в 25 лет, а Юру — в 28. Отец старше жены на 10 лет. Определите, сколько времени длилось развитие ооцитов II порядка для Оли и Юры (заканчивая образованием яйцеклетки).

**Задача 8.** В отделившееся полярное тельце попало большее, чем обычно цитоплазмы. Отразится ли это на последующем развитии эмбриона, если его генотип остался нормальным?

**Задача 9.** У женщины в ооците I порядка оказалось 47 хромосом за счет лишней X-хромосомы. Какова вероятность (в процентах), что у зиготы будет лишняя X-хромосома?

**Задача 10.** У самца дрозофилы происходит мейоз, но без кроссинговера. Являются ли его гаметы идентичными?

**Задача 11.** Молочная планария — гермафродит и может создать потомство в результате самооплодотворения. Кроме того, она способна размножаться бесполом путем. Одинаков ли генотип у потомков одной особи, полученных в результате самооплодотворения и бесполого размножения?

**Задача 12.** При вскрытии трупа 22-летней женщины оказалось, что яичники имеют неодинаковые размеры. Обнаружено:

Правый яичник (меньший)	Левый яичник (большой)
17 000 фолликулов	25 000 фолликулов
26 рубцов от желтых тел	48 рубцов от желтых тел

Фолликулы были мелкие, но 219 имели диаметр свыше 100 мкм. Если предположить, что каждый фолликул образует одно желтое тело, то в каком возрасте у этой женщины начались овуляции?

## РАЗДЕЛ 13. ОСНОВЫ ОНТОГЕНЕЗА

### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

**Задача 1.** Зародыши, имеющие лишние хромосомы, во время дробления остаются живыми, но после его завершения большинство из них гибнет. Чем можно объяснить их выживаемость в пери од дробления?

**Решение.** На первых этапах дробления гены зиготы не экспрессируются, поэтому избыточные хромосомы не могут нарушить жизнедеятельность бластомеров.

**Задача 2.** Связаны ли различия свойств трофобластов и эмбриобластов с генетическими различиями их клеток?

**Решение.** Генотип у клеток трофо- и эмбриобласта одинаков и соответствует генотипу зиготы. Но трофо- и эмбриобласт развиваются из разных бластомеров и получают от них цитоплазму с неодинаковым составом, поэтому происходит включение различных генов и синтез различных белков.

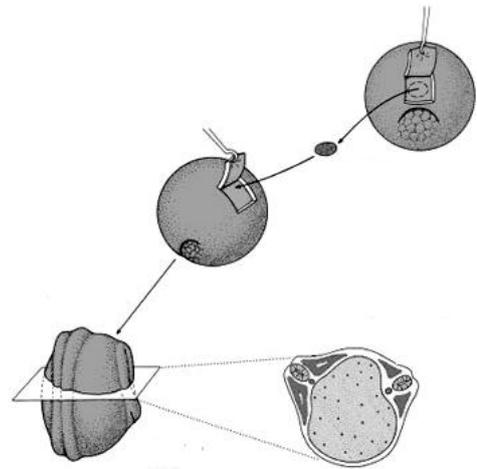
### ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

**Задача 1.** Если плод резус-положительный, а мать резус-отрицательная, у нее образуются противорезусные антитела. Образует ли антитела резус-отрицательный плод, если его мать резус-положительная?

**Задача 2.** Незаращение стенки мочевого пузыря связано с отсутствием в наружных мембранах клеток, образующих стенку пузыря, специальных адгезивных белков, с помощью которых эти клетки соединяются друг с другом. Может ли этот дефект быть генетически обусловленным?

**Задача 3.** В результате оперативного вмешательства был получен эмбрион лягушки с двумя нервными трубками — на спинной и на брюшной стороне. Нервную трубку ему не подсаживали. В чем состояла операция?

**Задача 4.** Определите тип дробления зиготы, у которой первая борозда дробления проходит через анимальный и вегетативный полюсы и приводит к образованию 2-х дочерних одинаковых бластомеров. Митотическое веретено второго деления дробления закладывается под прямым углом от первого, но также ориентировано по анимально-вегетативной оси яйца. Третье деление происходит по экватору. Митотическое веретено в каждом бластомере располагается параллельно анимально-вегетативной оси. Дальше происходит чередование меридиональных и экваториальных делений, приводящих к образованию 64, 128, 256 клеток. В результате возникает за-



родыш, у которого бластомеры примерно одного размера располагаются рядами вдоль центральной полости.

**Задача 5.** Определите тип образования третьего зародышевого листка (мезодермы):

1) Клетки мезодермы образуются путем серии последовательных делений двух клеток (телобластов), симметрично расположенных в полости бластоцеля в районе губ бластопора.

2) Клеточный материал будущей мезодермы первоначально входит в состав стенки первичной кишки. Позже мезодерма выделяется в качестве самостоятельной закладки, путем симметричного впячивания в полость бластоцеля с последующей отшнуровкой.

**Задача 6.** Почему имплантация является критическим периодом эмбриогенеза?

**Задача 7.** Почему плацентация является критическим периодом эмбриогенеза?

**Задача 8.** Почему роды являются критическим периодом развития?

**Задача 9.** Из какого зародышевого листка развивается опорно-двигательный аппарат человека?

**Задача 10.** В культуру клеток животных тканей, которые первоначально были отделены друг от друга, не организованы в пространстве и напоминали мезенхиму, были встроены исследуемые гены. После этого клетки объединились в пласт, напоминающий эпителиальный. Когда пласт сформировался, между клетками возникли щелевые и адгезивные контакты. Какой вывод о функции исследуемых генов можно сделать.

**Задача 11.** Для какого типа развития, наблюдающегося у животных в ювенильном периоде, характерны следующие признаки:

1) Вышедшие из яйцевых оболочек или новорожденные организмы отличаются от взрослых форм преимущественно размерами, а также недоразвитием ряда органов и пропорций тела.

2) Рождается организм, который может походить или совсем быть похожим на взрослые жизненные формы. У этих животных не только могут отсутствовать или быть недоразвитыми органы, необходимые в половозрелом состоянии, но имеются многие временные органы, функционирующие лишь в ювенильный период.

**Задача 12.** Какие периоды постнатального онтогенеза человека по продолжительности больше у мужского организма по сравнению с женским организмом?

**Задача 13.** Какие периоды постнатального онтогенеза человека по продолжительности больше у женского организма по сравнению с мужским организмом?

**Задача 14.** Какой тип роста характерен для селезенки человека?

**Задача 15.** Какой тип роста характерен для органов дыхания человека?

**Задача 16.** Какой тип роста характерен для глаз человека?

**Задача 17.** Какой тип роста характерен для печени человека?

**Задача 18.** Какое значение для врача имеет учение о конституционных типах человека?

**Задача 19.** Какое значение для врача имеет понятие habitus человека?

**Задача 20.** Чем отличаются клиническая и биологическая смерть?

## РАЗДЕЛ 14. РЕГЕНЕРАЦИЯ И ТРАНСПЛАНТАЦИЯ

### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

**Задача 1.** При осмотре травматологом установлено, что на голове у больного открытая рана. Рентгенологическое исследование показало раздробление плоских костей черепа. Какие методы восстановления целостности костей черепной коробки Вы могли бы предложить в данном случае для заживления дефекта?

**Решение.** Ввести в рану индуктор в виде костных опилок, который вызовет активацию незрелых клеток соединительной ткани края костного дефекта продуктами распада костных опилок.

**Задача 2.** Существуют две теории, объясняющие происхождение бластемных клеток при морфаллаксии:

А. Теория резервных клеток: бластема образуется из изначально не дифференцированы клеток, имеющих в организме.

Б. Теория дедифференцированной ткани: бластемные клетки образуются путем дедифференцировки — потери специализации клетками поврежденных тканей.

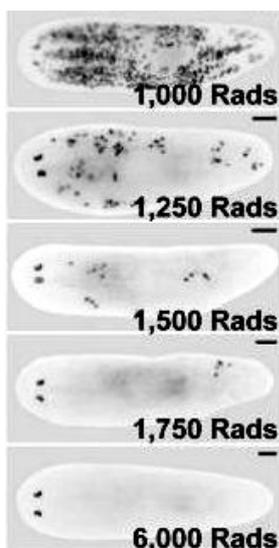
Свидетельства в пользу лишь одной из данных гипотез были получены в ходе экспериментов на планариях — плоских червях, способных к регенерации путем морфаллаксиса.

1. Две группы планарий подвергали воздействию летальных доз рентгеновских лучей, что также приводит к потере стволовых клеток (рис. 1).

2. Планариям первой группы вводили дифференцированные клетки, а планариям второй — характерные для бластемы стволовые клетки (необласти).

3. В дальнейшем планарии в первой группе погибали, а во второй — выживали.

В пользу какой из гипотез свидетельствуют результаты эксперимента?



*Рис. 1.* Планарии, получившие различные дозы ионизирующего излучения (1000–6000 рад). В организме каждого червя визуализированы необласты, что позволяет оценить их количество

**Решение.** Теория резервных клеток. Из эксперимента ясно, что стволовые клетки способны предотвратить гибель организма планарии. Если бы была верна теория дедифференцированной ткани, стволовые клетки образовывались бы из дифференцированных, предотвращая гибель планарии, чего не наблюдалось в эксперименте.

**Задача 3.** Почему при пересадке органов и тканей наилучшим имеющимся донором, зачастую может являться родственник реципиента?

**Решение.** Ввиду значительного генетического сходства родственников, велик шанс значительного совпадения по главному комплексу гистосовместимости.

**Задача 4.** Больному удалили одну почку, по истечению некоторого времени она стала увеличиваться. Какой процесс происходит в данном случае?

**Решение.** Регенерационная (компенсаторная) гипертрофия.

### ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

**Задача 1.** Объясните, какое значение для медицины имеет изучение регенерации у других биологических видов.

**Задача 2.** Для установления того, являются ли необласты (стволовые клетки, обеспечивающие регенерацию у планарии) плюрипотентными либо мультипотентными стволовыми клетками, был проведен эксперимент, в ходе которого червей подвергали воздействию летальных доз рентгеновских лучей (все необласты погибают).

Некоторое количество планарий более не подвергали никаким процедурам (контрольная группа), а остальным вводили всего по одному необласту (экспериментальная группа). В дальнейшем наблюдалась прогрессиру-

ющая гибель клеток у всех червей, однако планарии экспериментальной группы выживали и полностью регенерировали в течение двух месяцев (рис. 2), в то время как планарии в контрольной группе погибали. На основании данных результатов сделайте заключение о том, какими стволовыми клетками являются необласты.

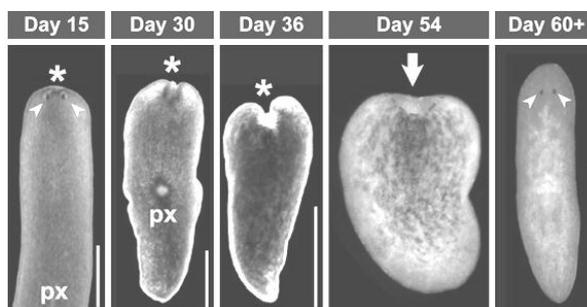


Рис. 2. Планария, получившая летальную дозу ионизирующего излучения на 15, 30, 36, 54 дни и после 60 дня. Звездочкой обозначен головной конец, где начинается наиболее интенсивная гибель тканей, стрелкой — бластема, образовавшаяся при регенерации потерянного участка тела, треугольными стрелками — глаза

**Задача 3.** Как называется указанный процесс: конечности у позвоночных закладываются в виде бугорков, называемых почками конечности. Они состоят из массы рыхлой мезодермальной ткани, покрытой эктодермой. По мере того как конечность удлиняется, образуются плотные структуры, соответствующие будущим скелетным элементам, мышцам и кровеносным сосудам.

## РАЗДЕЛ 15. МЕДИЦИНСКАЯ ПРОТИСТОЛОГИЯ

### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

**Задача 1.** При обследовании работников пищеблока у двух из них в окрашенных препаратах кала были обнаружены цисты: у повара — крупные (13-25 мкм), восьмиядерные, у официантки — более мелкие (10-12 мкм), четырехъядерные. Повар и официантка считали себя здоровыми. Кто из них может быть источником инвазии для питающихся в столовой людей?

**Решение.** Повар является цистоносителем непатогенной кишечной амебы, а официантка является цистоносителем патогенной дизентерийной амебы. Ежедневно цистоноситель выделяет с фекалиями около 600 млн цист, и при несоблюдении правил личной гигиены может послужить источником заражения большого количества людей.

**Задача 2.** В инфекционную больницу поступила женщина 45 лет, с подозрением на приступ малярии. У больной высокая (39–40 °С) температура с ознобом, увеличены селезенка, печень, лимфатические узлы. При обследовании больной обнаружено увеличение границ сердца, нарушение

ритма сердечных сокращений, на верхней губе слева имеется небольшой свежий рубец. Больная пояснила, что 2 недели назад (когда она была в командировке в Бразилии) ее укусило какое-то насекомое. При исследовании окрашенных по Романовскому мазков крови больной обнаружены протисты округлой и удлинённой (С-образной) формы, цитоплазма голубого цвета, ядро и жгутик — красного. Какие протисты обнаружены в крови больной? Как называется болезнь, возбудителем которой являются обнаруженные протисты? Какое насекомое укусило больную?

**Решение.** В крови больной женщины обнаружены *Trypanosoma cruzi*, которые вызывают американский трипаносомоз (болезнь Шагаса). Причиной заболевания послужил укус переносчика поцелуйного клопа.

**Задача 3.** Больной 32 лет, житель Ашхабада, обратился к врачу дерматологу по поводу глубокой долго незаживающей язвы на лице. Вокруг язвы ярко красный болезненный инфильтрат. Язва возникла на месте укуса москита. При микроскопировании мазка из инфильтрата вокруг язвы внутри клеток обнаружены овальные, небольшие (2-6 мкм) протисты без жгутика, с крупным округлым ядром, рядом с ядром кинетопласт, цитоплазма серо-голубого цвета. Какие протисты обнаружены в мазке? Как называется заболевание, возбудителем которого являются обнаруженные протисты?

**Решение.** В мазке обнаружены лейшмании (*Leishmania tropica*), которые вызывают кожный лейшманиоз.

**Задача 4.** В больницу на обследование поступил мальчик, 14 лет, с подозрением на лямблиоз. Больной жалуется на периодические боли в правом подреберье, нарушения стула, сниженный аппетит. Болеет несколько лет. При многократных исследованиях фекалий мальчика лямблии не обнаружены. Какой материал для анализа необходимо взять, чтобы установить лямблиоз?

**Решение.** Так как лямблии локализуются в верхнем отделе тонкого кишечника и в желчных ходах, то на исследование необходимо взять содержимое, полученное при дуоденальном зондировании.

**Задача 5.** В женскую консультацию к акушеру-гинекологу обратилась женщина с жалобами на серозно-гнойные выделения из влагалища. В нативном мазке, приготовленном из свежесобранных выделений, обнаружены подвижные грушевидной формы протисты, размером 15-30 мкм, на переднем конце 4 жгутика и ундулирующая мембрана. Какое паразитарное заболевание можно предположить? Какие меры его профилактики?

**Решение.** В мазке обнаружены трихомонады (*Trichomonas vaginalis*), которые вызывают урогенитальный трихомоноз. Мерами профилактики этого заболевания являются: выявление и лечение больных, исключение случайных половых контактов, стерильность инструментов смотровых кабинетов, санитарно-просветительная работа.

**Задача 6.** Больной поступил в инфекционную больницу в тяжелом состоянии. Температура 39,9 °С, головная боль, боли в суставах и мышцах, тошнота, рвота, печень и селезенка увеличены, кожа и слизистые бледные.

Приступы лихорадки повторялись через день. При опросе выяснено, что больной 1 год находился в командировке в Афганистане. Предварительный диагноз — малярия. При исследовании окрашенных (по Романовскому) мазков крови в эритроцитах обнаружены мелкие (размер  $1/5-1/6$  эритроцита) кольцеобразные протисты, часто по 2-3 в одном эритроците, и гамонты полулунной формы. Какое паразитарное заболевание можно предположить? Какие существуют лабораторные методы его диагностики?

**Решение.** На основании морфологических особенностей паразита, симптомов заболевания можно предположить тропическую малярию. Методами лабораторной диагностики являются: обнаружение паразитов в крови (толстая капля, мазок). Кровь рекомендуется брать во время приступа или сразу же после него. Иногда используют иммунологические методы.

**Задача 7.** У молодой женщины две беременности закончились мертворождением, последний ребенок родился с микроцефалией. При гистологическом исследовании окрашенных срезов мозга, глаз, печени и селезенки обнаружены цисты, в некоторых из них видны скопления ядер красно-фиолетового цвета, в других различимы мелкие удлинённые протисты (форма полумесяца) с голубой протоплазмой и красно-фиолетового цвета ядром. Какое заболевание можно предположить?

**Решение.** На основании морфологических особенностей паразита, симптомов заболевания можно предположить у ребенка врожденный токсоплазмоз

**Задача 8.** В районную больницу поступил мужчина, 50 лет, с жалобами на понос, рвоту, боли в животе. Больной много лет работает на свиноферме. При повторном микроскопическом исследовании кала больного бактериальная дизентерия была исключена. В одной из проб кала были обнаружены единичные крупные (60-100 мкм) одноклеточные организмы, яйцеобразной формы, тело покрыто ресничками. Как называется заболевание, вызываемое этим паразитом? Каковы меры его профилактики?

**Решение.** На основании морфологических особенностей паразита, симптомов заболевания можно предположить балантидиаз. Мерами профилактики этого заболевания являются: соблюдение правил личной гигиены, выявление и лечение больных, охрана окружающей среды от загрязнений фекалиями свиней и больных людей, санитарно-просветительная работа.

### ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

**Задача 1.** В нативном мазке жидких испражнений с примесью крови и слизи обнаружены два образования размером 30-40 мкм с крупными гомогенными выростами, движение активное, содержат заглоченные эритроциты. Определите вид и стадию паразита.

**Задача 2.** В нативном мазке кала обнаружены четырехядерные цисты размером 8-16 мкм. Какому виду амёб они принадлежат?

**Задача 3.** В нативном мазке кала обнаружены восьмиядерные цисты размером 13-25 мкм. Какому виду амёб они принадлежат?

**Задача 4.** При обследовании работников детского сада у воспитательницы в мазках фекалий обнаружены 4-ядерные цисты. Воспитательница чувствует себя хорошо, можно ли ее допустить к работе?

**Задача 5.** Можно ли заразиться амебиазом воздушно-капельным способом (от больного), алиментарно (через немытые овощи), трансмиссивно через кровососущих насекомых?

**Задача 6.** В инфекционную больницу поступила женщина с подозрением на острую бактериальную дизентерию. Больная жалуется на частый, жидкий стул со слизью и кровью, схваткообразные боли в животе, повышение температуры до 39 °С. Обследование больной не подтвердило диагноза бактериальной дизентерии. При микроскопировании нативного препарата испражнений больной обнаружены крупные (30-40 мкм) подвижные протисты, в цитоплазме которых много эритроцитов. Какое заболевание можно предположить?

**Задача 7.** Стоматолог направил на анализ содержимое налета зубов больного. Каких протистов можно обнаружить в этом анализе?

**Задача 8.** Ребенок жалуется на общее недомогание, отсутствие аппетита, тошноту, боли в эпигастральной области и в правом подреберье. В дуоденальном содержимом обнаружены протисты, имеющие 2 ядра, 2 аксолия посредине и 4 пары жгутиков. Дайте латинское название паразита и название болезни, которую они вызывают.

**Задача 9.** В больницу поступил житель долины реки Гуавьяре (Колумбия). На лице в области носогубного треугольника и крыльев носа имеются язвы. Хрящевая часть носовой перегородки частично разрушена. Имеются изъязвления на слизистой оболочке мягкого и твердого неба. Какое заболевание можно предположить, и какие лабораторные исследования необходимо провести для подтверждения диагноза?

**Задача 10.** У больной 25 лет, сельской жительницы Индии на коже голени имеется неглубокая язва диаметром до 6 см с гнойным отделяемым. Дно язвы красного цвета, края приподняты, неровные, инфильтрированы. Появлению язв предшествовало наличие в коже плотного красного узелка. Укажите предполагаемый диагноз?

**Задача 11.** К врачу обратился больной с жалобами на зуд кожи. При осмотре пациента обнаружено возвышающееся над кожей уплотнение, в центре которого имеется язва с приподнятыми краями. Вокруг язвы — мелкие высыпания. При микроскопировании содержимого язв обнаружены протисты размером около 3-5 мкм. Наличие жгутика не установлено. Определите вид протиста.

**Задача 12.** Военнослужащий вернулся полгода назад из Афганистана, где проживал в поселке городского типа. Предъявляет жалобы на появление красноватого цвета зудящих папул, которые увеличиваются в размерах. При осмотре на лице обнаружены плотные узлы, размером с горошину, выступающие над уровнем кожи, безболезненные. Кожа вокруг не изменена. Какое заболевание можно предположить?

**Задача 13.** К врачу обратился больной с жалобами на повышенную температуру тела, вялость. Кожные покровы землистого оттенка, печень, селезенка и лимфатические узлы увеличены, в крови — анемия. Больной был в командировке в Самарканде. Однажды он обнаружил на коже бледно-розовые узелки, образованные после укусов moskitov. Позже появились вышеуказанные симптомы. Врач предположил, что у больного висцеральный лейшманиоз. Можно ли заразиться лейшманиозом от этого больного при непосредственном контакте с ним?

**Задача 14.** У больного, приехавшего из Латинской Америки, в мазке крови обнаружены протисты размером 13-40 мкм. Тело их изогнутое, суженое на обоих концах, имеется 1 жгутик. Определите вид протиста.

**Задача 15.** В стационар доставлен житель Камеруна 22 лет. Больной истощен, заторможен, на вопросы отвечает односложно, постоянно засыпает. Лицо маскообразное, нижняя челюсть отвисла, обильное слюноотделение. Какое заболевание можно предположить? Какие лабораторные методы исследования необходимо провести для подтверждения диагноза?

**Задача 16.** К врачу обратился больной с жалобами на бессонницу, неспособность сосредоточиться, головную боль. Лимфатические узлы, печень и селезенка увеличены. Больной был в командировке в Африке, где после укуса насекомого на руке возник болезненный красный инфильтрат, исчезнувший через две недели. Позже появились лихорадка (температура 40 °C), головная боль. Предварительный диагноз — малярия. При микроскопировании окрашенных мазков крови вне форменных элементов обнаружены узкие, размером 27-30 мкм протисты со жгутиком и ундулирующей мембраной. Как называется заболевание, вызываемое этими протистами? Какое насекомое является переносчиком данного заболевания?

**Задача 17.** В нативном мазке из мочеполовых путей обнаружены протисты. Форма овальная с заостренным длинным выростом на заднем конце. Размеры тела около 30 мкм, имеет 5 жгутиков. Определите вид протиста.

**Задача 18.** У жителя К., работающего на свиноводческой ферме, на протяжении 2-х последних месяцев появились жалобы на боли в животе, рвоту, стул с примесью крови. За время болезни пациент значительно похудел. При лабораторном обследовании фекалий обнаружены крупные протисты. Какое заболевание можно предположить?

**Задача 19.** В нативном мазке кала обнаружены овальные образования размером около 150 мкм, с бобовидным ядром и двумя сократительными вакуолями, в цитоплазме клетки обнаружены заглоченные эритроциты. Определите вид протиста.

**Задача 20.** В мазке крови обнаружены трофозоиты лентовидной формы, лежащие поперек эритроцита. Определите вид протиста.

**Задача 21.** К какому виду плазмодия можно отнести взрослые трофозоиты в мазке крови, если пораженные эритроциты заметно увеличены, с неровными зазубренными краями, имеют крупную зернистость (Джеймса).

**Задача 22.** В мазке крови больного малярией обнаружены полукруглые гамонты. Определите вид плазмодия.

**Задача 23.** В мазке крови обнаружены крупные амебовидные шизонты с вакуолями. Пораженные эритроциты имеют неправильную форму, мелкую, обильную, красную зернистость (зерна Шюффнера). Определите вид плазмодия.

**Задача 24.** Изучение мазка периферической крови показало: пораженные эритроциты не изменены, морула содержит от 12 до 24 мелких мерозоитов, в эритроцитах по 2-4 мелких кольцевидных шизонта, гамонты имеют полукруглую форму. Определите вид плазмодия.

**Задача 25.** Больной П. доставлен в больницу с жалобами на сильную головную и мышечную боли, резкую общую слабость, чувство жара во всем теле. Болен 4-й день. Заболевание началось с резкого озноба, который через 2 часа сменился чувством жара во всем теле, температура тела повысилась до 40 °С. Через несколько часов температура снизилась до 35 °С, что сопровождалось обильным потом. Больной недавно был в командировке в Экваториальной Африке. Какое заболевание можно предположить?

**Задача 26.** Больная, жительница Ахмадабада, заболела остро: температура поднялась до 40 °С, что сопровождалось ознобом. Высокая температура держалась несколько часов, затем произошло обильное потоотделение, состояние улучшалось. Через 2 дня вновь возник аналогичный приступ, присоединилась головная боль, тошнота, рвота. При опросе установлено, что 20 дней назад больной перелили кровь. Какое заболевание можно предположить?

**Задача 27.** В пунктате спинного мозга больного обнаружены паразиты полукруглой формы, размером 4-7 × 2-4 мкм. Один конец заострен, другой закруглен, имеется крупное ядро. Определите вид паразита.

**Задача 28.** Какие из перечисленных хозяев являются окончательными и какие промежуточными для токсоплазмы: человек, кошка, собака, корова, курица?

**Задача 29.** У больного отмечаюся общая интоксикация, лихорадка, увеличение печени, селезенки и лимфатических узлов. В спинномозговой жидкости и в пунктатах лимфатических узлов при микроскопировании обнаружены мелкие паразиты полукруглой формы с крупным ядром. Какое паразитарное заболевание можно предположить?

**Задача 30.** У новорожденного желтуха, увеличение печени и селезенки, воспаление внутренних оболочек глаза, сыпь. Позже у него развилась гидроцефалия, эпилепсия, поражения глаз (микро- и анофтальмия) и слабумие. Какое паразитарное заболевание можно предположить?

**Задача 31.** У беременной 22-летней женщины на 5 месяце беременности произошел выкидыш. При гистологическом исследовании плаценты, плодных оболочек и ряда органов плода в клетках обнаружены скопления протистов полукруглой формы (4-7 мкм), с ярко-красным ядром и голубой цитоплазмой.

При опросе выяснилось, что женщина любит животных, у нее в квартире живут кошка и морская свинка. Определите вид паразита.

**Задача 32.** В мазках фекалий пациента обнаружены бесцветные, округлые ооцисты диаметром 4-6 мкм, с гладкой двухслойной стенкой и 4 спорозоитами внутри. Определите вид паразита. Как произошло заражение?

## РАЗДЕЛ 16. МЕДИЦИНСКАЯ ГЕЛЬМИНТОЛОГИЯ

### ТИП ПЛОСКИЕ ЧЕРВИ (PLATHELMINTHES). КЛАСС СОСАЛЬЩИКИ (TREMATODA)

#### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

**Задача 1.** При обследовании больного с поражением печени в фекалиях обнаружены крупные (135 × 80 мкм) яйца, овальные, желтого цвета, с однородным зернистым содержимым, на одном полюсе имеется крышечка. Какое паразитарное заболевание можно предположить?

**Решение.** У больного можно предположить фасциолез, заболевание, вызываемое печеночным сосальщиком, так как этому соответствуют морфологические особенности обнаруженных в фекалиях яиц. Однако, если человек употребляет в пищу печень больного фасциолезом животного, то у него можно обнаружить «транзитные яйца» сосальщика, которые не являются признаком заболевания. Поэтому для уточнения диагноза необходимо исключить из рациона говяжью печень, провести повторное исследование на наличие яиц сосальщика в фекалиях.

**Задача 2.** У больного с болями в области печени при исследовании фекалий обнаружены мелкие яйца (26-30 мкм), асимметричные, бледно-желтого цвета, на одном полюсе имеется крышечка, на другом — бугорок, по форме напоминает семечко подсолнуха. Какое паразитарное заболевание можно предположить? Каковы меры его профилактики?

**Решение.** У больного можно предположить описторхоз, так как этому соответствуют симптомы заболевания и морфологические особенности обнаруженных яиц. Мерами профилактики заболевания являются: употребление в пищу хорошо проваренной, прожаренной или просоленной рыбы; соблюдение правил посола рыбы, выявление и лечение больных, уничтожение первого промежуточного хозяина, охрана воды от загрязнения фекалиями животных и человека, санитарно-просветительная работа.

**Задача 3.** У больного с симптомами пневмонии исследовали фекалии на наличие яиц гельминтов. Были обнаружены крупные (60 × 100 мкм) яйца гельминта, овальные, золотисто-коричневого цвета, с крышечкой. Какое паразитарное заболевание можно предположить?

**Решение.** У больного можно предположить парагонимоз, заболевание, вызываемое легочным сосальщиком, так как этому соответствуют симптомы и морфологические особенности обнаруженных в фекалиях яиц.

**Задача 4.** В поликлинику обратился больной, вернувшийся из Африки, с жалобами на болезненное мочеиспускание и наличие крови в моче. При микроскопировании осадка мочи обнаружены крупные ( $150 \times 60$  мкм) яйца гельминтов, удлинённо-овальной формы, бесцветные, с шипом на одном из полюсов. Какое паразитарное заболевание можно предположить? Каковы меры его профилактики?

**Решение.** У больного можно предположить урогенитальный шистосомоз, так как этому соответствуют симптомы и морфологические особенности обнаруженных в моче яиц. Мерами профилактики заболевания являются: ограничение контактов с водой, в которой могут быть церкарии шистосом (не купаться, не умываться, не пить, не использовать для бытовых нужд такую воду); выявление и лечение больных, уничтожение промежуточного хозяина, охрана водоемов от загрязнений человеческой мочой, санитарно-просветительная работа.

### ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

**Задача 1.** В жаркий летний день группа молодежи отдыхала на берегу озера. Не имея с собой питьевой воды, использовали для этих целей озерную воду. Через три недели у нескольких человек появились слабость, снижение аппетита, боли в правом подреберье, тошнота, рвота, желтушность склер. Какое паразитарное заболевание можно предположить? Как подтвердить диагноз?

**Задача 2.** Группа студентов работала на строительстве железной дороги на Дальнем Востоке. В свободное от работы время занимались рыбалкой, вялили рыбу. По возвращении домой эту рыбу съели. Спустя некоторое время двое студентов стали ощущать боли в области печени, тошноту, отсутствие аппетита. Какое заболевание можно предположить? Как подтвердить диагноз?

**Задача 3.** Больной И. проживающий в районном центре Паричи, жалуется на боли в области печени. При проведении дуоденального обследования обнаружены мелкие гельминты бледно-желтого цвета, размером около 10 мм. Определите вид гельминта.

**Задача 4.** У юноши в фекалиях обнаружены яйца размером  $30 \times 15$  мкм, желтовато-коричневого цвета, овальные, слегка сужены к одному полюсу, на котором имеется крышечка. Определите вид гельминта.

**Задача 5.** В больницу поступил больной с симптомами пневмонии (воспаление легких). При опросе выяснилось, что 4 месяца назад он был в командировке во Владивостоке и неоднократно ел раков. Врач предположил, что причиной пневмонии является инвазия гельминтами. Какой гельминтоз можно предположить?

**Задача 6.** У пациента, приехавшего из Африки, появились следы крови в моче. При микроскопировании осадка мочи обнаружены яйца гельминтов — крупные, удлинённые, размером  $150 \times 60$  мкм, на одном из полюсов виден шип. Определите вид гельминта.

**Задача 7.** К врачу обратился больной с жалобами на боли в животе, нерегулярный стул с примесью крови и слизи. При исследовании фекалий обнаружены яйца гельминтов овальной формы, размером  $150 \times 70$  мкм с боковым крючкообразным шипом. Определите вид гельминта.

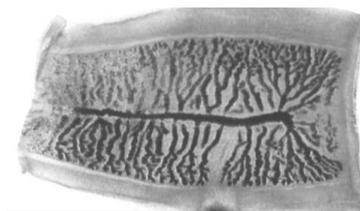
**Задача 8.** При урогенитальном шистосомозе у больных часто обнаруживаются камни в мочевом пузыре и злокачественные перерождения его слизистой. Объясните причину.

**Задача 9.** В больницу поступил пациент с жалобами на сильный кожный зуд, сыпь на коже, которые появились через час после купания в водоеме возле деревни Шищицы Слуцкого района. Такие же симптомы возникли и у его друзей при совместном купании. Ваш предполагаемый диагноз?

## ТИП ПЛОСКИЕ ЧЕРВИ (PLATHELMINTHES). КЛАСС ЛЕНТОЧНЫЕ ЧЕРВИ (CESTODA)

### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

**Задача 1.** Мужчина, 35 лет, по профессии охотник, нередко питается строганиной (мелко нарубленным подсоленным замороженным мясом крупного рогатого скота), жалуется на общее недомогание, боли в животе, тошноту и выделение по ночам фрагментов какого-то паразита. В фекалиях больного обнаружено 9 члеников, размером  $10 \times 15$  мм, плоских, подвижных, сбоку имеется половая клоака, матка с 17-35 ответвлениями. Какое паразитарное заболевание можно предположить?



**Решение.** У больного можно предположить тениаринхоз, так как этому соответствуют анамнез, симптомы и морфологические особенности проглоттид.

**Задача 2.** У больного с жалобами на боли в животе, общее недомогание и тошноту, обнаружены в фекалиях членики ленточного червя размером  $7 \times 10$  мм, половая клоака сбоку, матка имеет 7-12 боковых ответвлений. Какое паразитарное заболевание можно предположить? Как происходит заражение человека?

**Решение.** У больного можно предположить тениоз, так как этому соответствуют, симптомы и морфологические особенности проглоттид. Человек заражается при употреблении свинины, содержащей финны свиного цепня.

**Задача 3.** В неврологическую больницу поступил больной (45 лет) с жалобами на частую головную боль, эпилептиформные припадки. Установлено, что ранее больной в течение 5 лет болел тениозом. Дегельминтизация проведена успешно. Какое паразитарное заболевание можно предположить? Какие методы лабораторной диагностики необходимо применить для постановки точного диагноза?

**Решение.** У больного можно предположить цистицеркоз, который возникает как осложнение тениоза. Если человек болен тениозом, то при рвоте зрелые проглоттиды цепня вместе с содержимым кишечника могут попадать в желудок, где под действием пищеварительного сока разрушается стенка проглоттид, и освобождаются яйца. Из яиц в кишечнике выходят онкосферы, пробуравливают стенку и током крови заносятся в различные органы и ткани. Заражение также возможно при лечении тениоза препаратами, которые растворяют проглоттиды. Лабораторная диагностика направлена на обнаружение специфических антител в сыворотке крови, для чего используют различные иммунологические реакции.

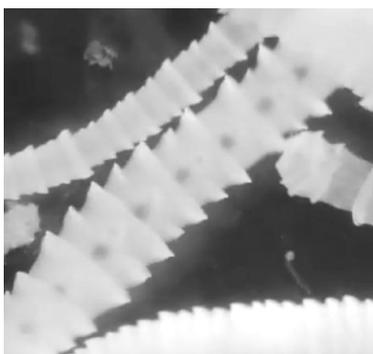
**Задача 4.** В больницу поступил 5-летний мальчик с жалобами на тошноту, потерю аппетита, боли в животе. Врач предположил наличие гельминтоза. При анализе кала обнаружены яйца гельминта: среднего размера, округлые (45 мкм). Оболочка тонкая, двухконтурная, внутри яйца имеется лимонообразная онкосфера. Какое паразитарное заболевание можно предположить? Каковы меры его профилактики?



мера, округлые (45 мкм). Оболочка тонкая, двухконтурная, внутри яйца имеется лимонообразная онкосфера. Какое паразитарное заболевание можно предположить? Каковы меры его профилактики?

**Решение.** У больного можно предположить гименолепидоз, так как этому соответствуют симптомы и морфологические особенности обнаруженных яиц. Мерами профилактики заболевания являются: строжайшее соблюдение правил личной гигиены; привитие гигиенических навыков детям; выявление, изолирование и лечение больных; тщательная влажная уборка детских помещений и санитарная обработка игрушек; санитарно-просветительная работа среди родителей и работников детских учреждений, дератизация (уничтожение грызунов).

**Задача 5.** Больной — профессиональный рыбак — обратился к врачу с жалобами на общую слабость, тошноту, снижение аппетита, тупые ноющие боли в животе. При исследовании фекалий больного обнаружены фрагменты гельминта, состоящие из широких, но коротких члеников, в центре каждого членика наблюдается темное пятно в виде розетки. Какое паразитарное заболевание можно предположить?



**Решение.** У больного можно предположить дифиллоботриоз, заболевание, вызываемое лентецом широким, так как этому соответствуют симптомы и морфологические особенности обнаруженных проглоттид.

**Задача 6.** На кафедре патологической анатомии, при вскрытии трупа женщины, 75-ти лет, в брюшной полости был обнаружен гигантский эхинококковый пузырь. Еще два пузыря, размером с грецкий орех, находились в печени, печень сильно уплотнена. В истории болезни указано, что 5 лет назад у женщины была травма живота. К врачам не обращалась, несмотря на постепенное увеличение живота в последние два года. Причина смерти —

эхинококкоз брюшной полости. Каким хозяином является человек для эхинококка? Какова лабораторная диагностика этого заболевания?

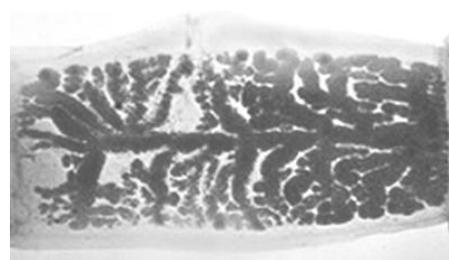
**Решение.** Человек для эхинококка является промежуточным хозяином. Лабораторная диагностика основана на рентгенологическом и иммунологическом обследовании (обнаружение специфических антител в сыворотке крови).

### ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

**Задача 1.** Больной Б., 32 года, проживает в поселке, работает электросварщиком. Заболел в июле. Появились тошнота, боли в животе. При дефекации в каловых массах были обнаружены проглоттиды. Больной часто употреблял в пищу слегка обжаренное мясо (свинина). Какое заболевание можно предположить?

**Задача 2.** В лабораторию доставлены проглоттиды цепня. При микроскопии обнаружено, что от центрального ствола матки отходит по 7–12 боковых ответвлений. Определите вид гельминта.

**Задача 3.** В нативном мазке кала обнаружены яйца гельминтов округлой формы, размером около 40 мкм. Оболочка толстая, двухконтурная, поперечно-исчерченная, прозрачная. Внутри яйца расположена онкосфера. Каким гельминтам принадлежат яйца?



**Задача 4.** Возможно ли заражение человека тениозом при употреблении в пищу мяса крупного рогатого скота?

**Задача 5.** Какие продукты послужили причиной заражения человека тениаринхозом: говядина, раки, овощи, сырая икра щуки?

**Задача 6.** В лабораторию доставлены проглоттиды цепня. При микроскопии обнаружено, что от центрального ствола матки отходит по 17–35 боковых ответвлений. Определите вид гельминта.

**Задача 7.** Возможно ли заражение человека тениаринхозом через огородную зелень, на которой могут быть яйца паразита?

**Задача 8.** В препарате обнаружены яйца овальной формы, с двойной прозрачной оболочкой. Между оболочками имеются извивающиеся нити, внутри яйца — лимонообразная онкосфера. Размер около 50 мкм. Определите видовую принадлежность яйца.

**Задача 9.** В стационар поступил больной Г. с жалобами на тяжесть в правом подреберье, сильные боли. При пальпации обнаружено значительное увеличение печени, на рентгенограмме — наличие пузыря в печени. Какое паразитарное заболевание можно предположить?

**Задача 10.** Паразит небольших размеров (3–5 мм), имеет 3–4 проглоттиды, сколекс с присосками и хоботком с двумя рядами крючьев. Матка закрытая, шарообразная. Дайте латинское название паразита.

**Задача 11.** В детскую больницу поступил мальчик, 6 лет, из Казахстана. Мальчик в течение полугода жалуется на тошноту, головную боль,

боли в правом подреберье, общую слабость. У ребенка печень уплотнена, на поверхности прощупывается бугристость. Клинический диагноз — альвеококкоз печени. Можно ли обнаружить в кале больного яйца этого гельминта?

**Задача 12.** Какие продукты послужили причиной заражения человека дифиллоботриозом: говядина, раки, овощи, сырая икра щуки?

**Задача 13.** При очередном медицинском обследовании работников столовой у одного из них в фекалиях обнаружены крупные ( $70 \times 45$  мкм) яйца, широкоовальной формы, желтого цвета, с крышечкой на одном из полюсов. Работник считал себя здоровым. При опросе выяснилось, что он некоторое время назад провел отпуск в байдарочном походе по рекам Карелии, где нередко питался рыбой. Яйца какого гельминта обнаружены у работника столовой?

**Задача 14.** Какие из перечисленных ниже яиц цестод не содержат онкосферу: карликовый цепень, свиной цепень, бычий цепень, лентец широкий?

**Задача 15.** Проглоттиды некоторых цестод обладают подвижностью и выходят из анального отверстия. Дайте латинские и русские названия этих паразитов.

**Задача 16.** Ученика 1-го класса в течение последних 2-3 месяцев беспокоят нерезкие боли в животе, неустойчивый стул, тошнота, плохой аппетит. Какое заболевание можно предположить? Какие лабораторные исследования необходимо провести для подтверждения диагноза?

## **ТИП КРУГЛЫЕ ЧЕРВИ (NEMATHELMINTHES). КЛАСС СОБСТВЕННО КРУГЛЫЕ ЧЕРВИ (NEMATODA). ЛАБОРАТОРНАЯ ДИАГНОСТИКА ГЕЛЬМИНТОЗОВ**

### **РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ**

**Задача 1.** В сентябре в больницу поступил больной с жалобами на, тошноту, рвоту, нарушение стула, раздражительность, сниженную работоспособность, нарушение сна. При опросе больного выяснено, что в июне он перенес воспаление легких или бронхит (диагноз точно не был установлен) с явлениями крапивницы. Возможность простуды исключена. В анализе крови больного увеличено количество эозинофилов. Какое паразитарное заболевание можно предположить? Как уточнить диагноз?

**Решение.** У больного можно предположить аскаридоз, так как этому соответствуют анамнез (перенесенный миграционный аскаридоз) и симптомы. Для уточнения диагноза необходимо назначить анализ кала для обнаружения яиц аскариды.

**Задача 2.** На консультацию к хирургу направлен мужчина с подозрением на аппендицит. Мужчина жалуется на боли в правой подвздошной области, периодические запоры и поносы, тошноту. При обследовании обнаружена анемия и увеличенное количество эозинофилов. При микроскопи-

ровании кала обнаружены средние яйца (50 × 25 мкм), желтовато-коричневого цвета, лимонообразной формы, с бесцветными пробками на полюсах, оболочка гладкая, толстая. Какое паразитарное заболевание можно предположить? Каковы меры его профилактики?

**Решение.** У больного можно предположить трихоцефалез, так как этому соответствуют симптомы заболевания и морфологические особенности обнаруженных яиц. Мерами профилактики трихоцефалеза являются: личная гигиена, тщательное мытье овощей, фруктов и ягод горячей водой; защита продуктов от мух и тараканов — механических переносчиков яиц, выявление и лечение больных, компостирование свежих человеческих фекалий, охрана окружающей среды (почва, источники воды) от загрязнения яйцами власоглава, санитарно-просветительная работа.

**Задача 3.** В инфекционную больницу был доставлен больной в тяжелом состоянии (температура 40,5 °С), отек лица и век, сознание спутанное. Спустя сутки больной скончался. Умерший был охотником, нередко ел мясо кабана. Какое паразитарное заболевание можно предположить? Как можно подтвердить диагноз?

**Решение.** Трихинеллез, так как этому соответствуют симптомы и употребление непроверенного мяса дикого кабана. Взять биопсию дельтовидной или икроножной мышц для дальнейшего микроскопирования с целью обнаружения личинок.

**Задача 4.** В поликлинику к участковому врачу обратился мужчина (45 лет, шахтер) с жалобами на нарастающую общую слабость, боли в области живота, ослабление памяти. При обследовании больного обнаружена выраженная анемия, в содержимом 12-перстной кишки — 2 гельминта розового цвета, цилиндрической формы, длиной 8-10 мм, задний конец тела изогнут. Какое паразитарное заболевание можно предположить?

**Решение.** Анкилостомоз. Человек (и другие окончательные хозяева) заражаются при непосредственном контакте с почвой и питье воды из открытых водоемов.

**Задача 5.** У женщины, возвратившейся год назад из Африки, извлекли хирургическим путем из подкожной жировой клетчатки голени гельминта, нитевидной формы, белого цвета, длиной 120 см, шириной 0,5 мм. Какое паразитарное заболевание можно предположить? Как произошло заражение?

**Решение.** Дракункулез. Человек (и другие окончательные хозяева) заражаются при питье воды из открытых водоемов (арыков).

**Задача 6.** В больницу поступила больная с жалобами на длительно незаживающую трофическую язву на левой ноге. При осмотре обнаружено: слоновость обеих конечностей, половых органов, молочных желез. На левой голени трофическая язва. Какое заболевание можно предположить, как подтвердить диагноз?

**Решение.** У больной можно предположить вухерериоз, так как этому соответствуют симптомы заболевания. Для уточнения диагноза необходимо обнаружить в крови микрофилярий *Wuchereria bancrofti*.

### ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

**Задача 1.** В мазке кала обнаружены крупные овальные яйца гельминтов: оболочка толстая, многослойная, бугристая, темно-желтая. Определите видовую принадлежность гельминта.

**Задача 2.** У больного, с жалобами на общую слабость, повышение температуры, кашель, боли в груди, кровохарканье, при микроскопии мокроты обнаружены личинки. В крови эозинофилия. Какое заболевание можно предположить?

**Задача 3.** Какими из указанных ниже гельминтозов можно заразиться через грязные овощи: аскаридоз, энтеробиоз, трихоцефалез, трихинеллез?

**Задача 4.** В хирургическую клинику поступил больной мужчина, 40 лет, с симптомами непроходимости кишечника. При операции в содержимом кишечника обнаружено 6 червей (веретенообразной формы, длиной 30 см, бело-розового цвета), что и явилось, по мнению хирурга, причиной непроходимости кишечника. Какое паразитарное заболевание можно предположить?

**Задача 5.** При плановом обследовании сотрудников детского сада у воспитательницы в фекалиях обнаружены яйца средних размеров (60 × 45 мкм), овальные с толстой бугристой оболочкой, желто-коричневого цвета, без крышечки. Какое паразитарное заболевание можно предположить? Какие меры профилактики этого заболевания?

**Задача 6.** В препарате обнаружены яйца, формой напоминающие лимон или бочонок. На полюсах — бесцветные прозрачные пробки. Размер около 50 мкм. Оболочка толстая, гладкая, желто-коричневая. Определите видовую принадлежность яйца.

**Задача 7.** В стационар поступил больной Ч. с жалобами на боли в эпигастральной области, снижение аппетита, тошноту. При лабораторном обследовании в крови анемия, в мазке кала — яйца лимонообразной формы с пробочками на полюсах. Размер около 50 мкм. Какое заболевание можно предположить?

**Задача 8.** Симптомом какого гельминтоза может служить анемия: энтеробиоз, трихоцефалез, трихинеллез?

**Задача 9.** В районную больницу поступил пациент с жалобами на сильные боли в мышцах. Из анамнеза известно, что за 3 недели до заболевания больной употреблял в пищу свинину, не подвергавшуюся ветеринарному контролю. Какое заболевание можно предположить, и какие надо провести обследования?

**Задача 10.** Мать, обнаружив у ребенка белых гельминтов, вызывающих у него зуд и беспокойство, доставила их в лабораторию. Гельминты

длиной до 1 см, концы тела заострены, у некоторых слегка закручены. Определить вид гельминта.

**Задача 11.** В препарате обнаружены яйца гельминтов: размер 50 мкм, форма вытянутая, асимметричная — одна сторона более выпуклая, другая — более уплощенная. Яйца бесцветные, прозрачные, оболочка хорошо выражена. Определите вид гельминта.

**Задача 12.** Какими из указанных ниже гельминтозов можно заразиться от больного: аскаридоз, энтеробиоз, трихоцефалез, трихинеллез?

**Задача 13.** При каком из перечисленных гельминтозов основным методом исследования является метод липкой ленты: аскаридоз, энтеробиоз, трихоцефалез, филяриатоз?

**Задача 14.** Почему больные страдают энтеробиозом иногда в течение многих месяцев при сроке жизни остриц не более 1–2 месяцев?

**Задача 15.** При исследовании проб пыли под школьными партами были обнаружены бесцветные, уплощенные с одной стороны яйца. Какому паразиту они принадлежат? Какие профилактические мероприятия необходимо провести в данном классе?

**Задача 16.** Больной Г., 21 год. Заболел три недели назад. Появились слабость, потливость, высокая температура. Беспокоят боли в мышцах, особенно при движениях, жевании, глотании, глубоком вдохе. Находился в геологической экспедиции в Кузбассе, где употреблял сырокопченое мясо медведя. Какое заболевание можно предположить?

**Задача 17.** Какими из указанных ниже гельминтозов можно заразиться через непроверенное мясо: аскаридоз, энтеробиоз, трихоцефалез, трихинеллез?

**Задача 18.** Какие животные являются природными резервуарами трихинелл: дикие кабаны, грызуны, коровы, медведи, птицы?

**Задача 19.** При вскрытии трупа мужчины, погибшего в автомобильной катастрофе, в икроножных мышцах и диафрагме обнаружены обызвествленные капсулы, имеющие форму лимона, внутри капсулы — свернутые в виде спирали личинки. Какое заболевание можно предположить?

**Задача 20.** У больного отмечается нарушение работы желудочно-кишечного тракта, анемия со сниженным содержанием гемоглобина, отеки и одутловатость лица, ослабление памяти и снижение работоспособности. Какое заболевание можно предположить? Как его подтвердить?

**Задача 21.** Дайте латинские названия паразитов, имеющих в жизненном цикле рабдитных и филяриевидных личинок.

**Задача 22.** Житель Того при обращении за медицинской помощью предъявляет жалобы на боли в области правой стопы, появление на ней пузырька с мутным содержимым. Воду для бытовых нужд семья больного забирает в открытом водоеме (озере). Воду пьют не кипяченую. При осмотре обнаружены 3 пигментных пятна в области голени. В области правой стопы под кожей – шнуровидное образование, напоминающее вену, у конца его

пузырек величиной с вишневую косточку. Какое заболевание можно предположить?

**Задача 23.** Назовите самую крупную нематоду паразита человека (латинское название) и ее размеры.

**Задача 24.** Житель Западной Африки поступил в больницу с жалобами на выраженный зуд в области бедер, голени, век, резь в глазах, светобоязнь, снижение зрения. При осмотре на ногах обнаружено 6 подкожных узлов величиной с горошину, плотно спаянных с подлежащей тканью. Болеет 5 месяцев. Проживает в сельской местности возле реки, берега которой поросшие кустарником. Возле реки всегда много мошек. Какое заболевание можно предположить?

**Задача 25.** Какие виды филярий (латинские названия) вызывают у человека слоновость конечностей и половых органов? Объясните механизм слоновости.

**Задача 26.** Что выявляет метод Като?

**Задача 27.** Какой метод используют для выявления личинок гельминтов?

**Задача 28.** Какой метод используют для диагностики описторхоза?

**Задача 29.** При каких гельминтозах может иметь место поражение головного мозга?

**Задача 30.** При каких паразитарных заболеваниях имеет место поражение костной и мышечной систем?

**Задача 31.** При массовом копрологическом обследовании школьников у двоих в фекалиях обнаружены среднего размера яйца гельминтов. У одного школьника они имели овальную форму, желто-коричневый цвет, толстую бугристую оболочку, без крышечки. У другого форма яиц гельминта лимонобразная, желтовато-коричневого цвета, с бесцветными, прозрачными пробками на полюсах. Яйца каких гельминтов обнаружены у школьников?

**Задача 32.** В сентябре в больницу поступил больной с жалобами на слюнотечение (по ночам), тошноту, рвоту, нарушение стула, раздражительность, сниженную работоспособность, нарушение сна. При опросе больного выяснено, что в июне он перенес воспаление легких или бронхит (диагноз точно не был установлен) с явлениями крапивницы. Возможность простуды исключена. В этот период больной много ел клубники с базара. При анализе крови больного обнаружено значительное увеличение числа эозинофилов, а также небольшая анемия. Врач заподозрил у больного гельминтоз и рекомендовал исследовать кал на яйца гельминтов. Каким гельминтозом болен пациент?

**Задача 33.** Строгое соблюдение правил личной гигиены, привитие детям гигиенических навыков, тщательная влажная уборка помещений в детских учреждениях, санитарная обработка игрушек, выявление, изоляция и лечение больных, просветительная работа с родителями и работниками детских учреждений. При каких гельминтозах проводятся такие профилактические мероприятия?

**Задача 34.** В семье с интервалом в 1-2 дня заболели мать, отец и дочь. Симптомы болезни у всех были сходными: острое начало, повышенная температура (38-39 °С), отек лица и век, у дочери, кроме того, аллергическая сыпь на коже живота и спины. Вызванный участковый врач, всем поставил диагноз — ОРВИ (острая респираторная вирусная инфекция). Назначенное лечение оказалось неэффективным. В виду нарастания тяжести болезни (температура повысилась до 40 °С, появилась боль в мышцах: у отца – межреберных, матери – глаз, дочери – языка) все были госпитализированы. При анализе крови у больных обнаружена эозинофилия. При тщательном опросе установлено, что за 10 дней до начала болезни все они были в гостях и ели копченую свинину домашнего изготовления. Эпидемиологи установили, что еще двое из тех, кто ел ту же свинину, заболели, симптомы болезни сходные. Какой наиболее вероятный диагноз заболевания?

## РАЗДЕЛ 17. МЕДИЦИНСКАЯ АРАХНОЭНТОМОЛОГИЯ

### ОТРЯД КЛЕЩИ (ACARI), СЕМЕЙСТВО ИКСОДОВЫЕ (IXODIDAE)

#### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

**Задача 1.** При посещении пещеры человек подвергся нападению мелких со слитным телом членистоногих. В местах их укусов образовались бугорки с кровоизлияниями, и появился нестерпимый зуд. Нападению каких эктопаразитов подвергся человек? Дайте их латинское название.

**Решение.** Вероятно, человек подвергся нападению аргасовых клещей (*Argas persicus*), так как они убежищные формы, не имеют глаз, имеют слитное тело и их укусы вызывают дерматит.

**Задача 2.** В поликлинику обратился мужчина с жалобами на сильный зуд кожи, усиливающийся ночью. При осмотре на коже больного в области подмышечных впадин, между пальцами рук обнаружены извилистые тонкие полосы беловато-грязного цвета. Какое заболевание можно предположить? Какие меры профилактики этого заболевания?

**Решение.** Симптомы заболевания, места локализации паразита характеризуют чесотку (скабиоз). Профилактика чесотки: соблюдение правил гигиены при общении с животными и больными людьми, поддерживать чистоту тела, белья, жилища; выявлять и лечить больных, санитарный надзор за общежитиями, банями, санитарно-просветительная работа.

**Задача 3.** В таежном районе, выбранном для постройки нового населенного пункта, на ежах, бурундуках, белках обнаружено большое количество членистоногих, имеющих слитное тело овальной формы, со щитком на спине и 4 пары ног. Какие членистоногие, обнаружены на животных? Каково их медицинское значение?

**Решение.** На животных обнаружены иксодовые клещи рода *Ixodes*. Их медицинское значение: временные эктопаразиты и специфические переносчики возбудителей трансмиссивных болезней (туляремии, таежного энцефалита).

## ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

**Задача 1.** Во время летних работ на зерновом складе у рабочих появились жалобы на воспаление кожи рук, шеи, зуд и появление волдырей. С чем это может быть связано?

**Задача 2.** У больного, обратившегося на прием по поводу сильного зуда, на коже кистей, живота обнаружены мелкие извилистые беловато-грязного цвета полосы, чем-то напоминающие заживающие царапинки. Кое-где из них видны темные точки. Какое паразитарное заболевание можно предположить?

**Задача 3.** Могут ли иксодовые клещи передавать человеку возбудителя клещевого возвратного тифа?

**Задача 4.** Почему укусы иксодовых клещей безболезненны для человека?

**Задача 5.** Чем объяснить зуд, вызываемый чесоточными клещами, и почему он усиливается ночью?

**Задача 6.** Туристы, путешествующие по Средней Азии, заночевали в пещере, утром они обнаружили на коже открытых поверхностей рук следы укусов: темно-красные пятна, бугорки, окруженные кровоподтеками. В этих местах отмечался сильный зуд. При осмотре пещеры обнаружены клещи серовато-коричневого цвета, тело их овальной формы, без щитка. Клещи какого семейства напали на туристов?

**Задача 7.** В середине мая из таежного поселка в больницу поступила в тяжелом состоянии женщина с диагнозом энцефалит (воспаление мозга). Больная, домашняя хозяйка, в течение 3-х лет из поселка не выезжала. За 10-14 дней до заболевания она собирала в тайге прошлогодние кедровые орехи, и, вернувшись домой, обнаружила у себя впившихся клещей. Клещей какого семейства обнаружила у себя больная?

**Задача 8.** В одном из поселков в Узбекистане дети, игравшие в брошенных полуразвалившихся глинобитных постройках, были искушены членистоногими серовато-коричневого цвета. Тело паразитов овальной формы, длиной 6-7 мкм на спинной стороне имеется рант по краю всего тела, четыре пары ног. Какие членистоногие искушали детей?

**Задача 9.** Женщина предъявляет жалобы на появление на лице угревой сыпи, покраснение век, слипание ресниц, зуд в пораженных областях. При микроскопии соскобов обнаружены членистоногие размером около 0,3-0,4 мм, с удлинённым телом и четырьмя парами конечностей. Определите видовую принадлежность паразита.

## КЛАСС НАСЕКОМЫЕ (INSECTA)

### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

**Задача 1.** Пассажир поезда дальнего следования на воротнике рубашки обнаружил вшей. Укажите латинское название паразита. Каково его медицинское значение?

**Решение.** Вероятно, это платяные вши (*Pediculus humanus humanus*). Вызывают педикулез (вшивость) и являются специфическими переносчиками возбудителей вшивого возвратного и вшивого сыпного тифа.

**Задача 2.** Мальчика 9 лет беспокоит сильный зуд в области волосистой части головы. При осмотре на голове обнаружено огрубление и пигментация кожи, струнья, на волосах — гниды. Какое паразитарное заболевание можно предположить? Как произошло заражение?

**Решение.** Симптомы заболевания и обнаруженные на волосистой части головы гниды характеризуют педикулез (вшивость). Заражение произошло контактно-бытовым путем от больного педикулезом человека.

**Задача 3.** На коже головы больного ребенка были обнаружены очаги нагноения, гангренозные поражения, кровоточащие раны. При обследовании в них обнаружены живые личинки. Какому виду насекомых они могут принадлежать? Как называется заболевание?

**Решение.** Симптомы заболевания и обнаруженные на волосистой части головы личинки характеризуют миаз. Это личинки вольфартовой мухи (*Wohlfartia magnifica*).

**Задача 4.** Туристы, путешествующие по горному Алтаю, на одном из привалов были искусаны мелкими бескрылыми насекомыми, имеющими сплющенное с боков тело и длинную последнюю пару ног. Какими насекомыми были искусаны туристы? Какое медицинское значение имеют эти насекомые?

**Решение.** Вероятно, туристы подверглись нападению блох. Медицинское значение: временные эктопаразиты, специфические переносчики возбудителей чумы. Блохи р. *Oropsylla* и *Xenopsylla* переносят туляремию и крысиный сыпной тиф, промежуточные хозяева крысиного и собачьего цепней.

### ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

**Задача 1.** При осмотре детей в детском саду у одного ребенка на волосистой части головы обнаружены насекомые размером 2–3 мм, сероватого цвета, тело расчленено на голову, грудь и брюшко. Определите видовое название паразита. Каково его медицинское значение?

**Задача 2.** Укажите медицинское значение мошек.

**Задача 3.** В инфекционную больницу поступил больной в тяжелом состоянии (температура тела 40°C, сознание спутанное). Десять дней назад он вернулся из Афганистана, где проходил военную службу. На основании обследования был поставлен диагноз четырехдневной малярии. Какие насекомые являются переносчиками возбудителей малярии?

**Задача 4.** Чем опасны для человека тараканы?

**Задача 5.** У больного заподозрили болезнь Шагаса. Кто является возбудителем и переносчиком возбудителя этого заболевания?

**Задача 6.** Назовите представителя отряда Aphaniptera — эндопаразита и возбудителя (какой?) болезни человека.

**Задача 7.** Больной жалуется на зуд в области волосистой части головы, расчесы, образование кровянисто-гнойных корок. Какое заболевание можно предположить? Как его подтвердить?

**Задача 8.** Возбудителей каких филяриатозов переносят комары р. *Culex* и р. *Aedes*?

**Задача 9.** Представители какого семейства двукрылых являются промежуточными хозяевами и специфическими переносчиками возбудителей лоаоза? Дайте латинские названия отряда и семейства.

**Задача 10.** В одной из деревень Минской области в летнее время зарегистрировали вспышку кишечной инфекции — бактериальной дизентерии. Какие насекомые могут способствовать распространению возбудителей заболевания?

**Задача 11.** Больной поставлен диагноз африканский трипаносомоз. Кто является возбудителем и переносчиком возбудителя этого заболевания?

**Задача 12.** Укажите медицинское значение слепней.

**Задача 13.** Укажите медицинское значение мокрецов.

**Задача 14.** В одном из поселков Полесья в разгар лета обнаружена вспышка кишечной инфекции. С какими членистоногими можно связать распространение данного заболевания?

**Задача 15.** 25-летняя женщина посещала Кению и Уганду. По возвращении она заметила поражение на большом пальце левой ноги. В ходе осмотра при надавливании на область поражения из нее выделились яйца, длина которых составляла около 0,6 мм. Какое паразитарное заболевание можно предположить? Как произошло заражение?

**Задача 16.** К врачу обратился больной с жалобами на бессонницу, неспособность сосредоточиться, головную боль. Лимфатические узлы, печень и селезенка увеличены. Больной был в командировке в Венесуэле, где после укуса насекомого в области носогубного треугольника возник болезненный красный инфильтрат, исчезнувший через две недели. Позже появились лихорадка (температура 40 °С), головная боль.

Предварительный диагноз — малярия. При микроскопировании окрашенных мазков крови вне форменных элементов обнаружены узкие, размером 27-30 мкм протисты со жгутиком и ундулирующей мембраной. Как называется заболевание, вызываемое этими протистами? Какое насекомое является переносчиком данного заболевания?

**Задача 17.** Студент, проживающий в съемной квартире, предъявляет жалобы по поводу насекомых, кусающих его по ночам. При осмотре постели он обнаружил в области швов матраса и в складках постельного белья насекомых с овальным сплюснутым дорзовентрально телом коричневого цвета до нескольких миллиметров в длину, а также следы их жизнедеятельности. Опасаясь, что данные насекомые могут быть переносчиками заболеваний, он обратился к врачу за консультацией. Определите вид насекомых. Какие болезни переносит данный паразит?



**Задача 18.** Какие насекомые являются промежуточными хозяевами и специфическими переносчиками возбудителей лоаоза? Дайте латинские названия отряда и семейства.

**Задача 19.** В стационар доставлен житель Камеруна 22 лет. Пациент истощен, заторможен, на вопросы отвечает односложно, постоянно засыпает. Лицо маскообразное, нижняя челюсть отвисла, обильное слюноотделение. Какое заболевание можно предположить? Назовите возбудителя и переносчика этого заболевания.

**Задача 20.** 30-летняя работница конюшни обратилась за медицинской помощью по поводу болезненного подкожного узла на боковой поверхности шеи. После приема антибиотиков улучшения не наступило, при вскрытии и дренировании раны была обнаружена личинка насекомого длиной 3,5 мм. Установите диагноз.

## РАЗДЕЛ 18. ЯДОВИТЫЕ ОРГАНИЗМЫ

### ЯДОВИТЫЕ ГРИБЫ И РАСТЕНИЯ

#### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

**Задача 1.** Два брата пошли в лес собирать грибы. С полными корзинами грибов, похожих на сыроежки они вернулись домой, где бабушка перебрала грибы и пожарила их. С большим удовольствием мальчики съели грибы, но через 12 часов у них появилась неукротимая рвота, кишечные колики, боли в мышцах, жажда, понос с кровью. Пульс слабый, нитевидный. Артериальное давление понижено. Какой диагноз можно предположить?

**Решение.** Неопытные грибники часто путают бледную поганку с сыроежкой зеленой и сыроежкой зеленоватой. Следует помнить, что у сыроежек не бывает ни вольвы, ни кольца, к тому же они отличаются характерной ломкостью мякоти.

Особенная опасность гриба заключается в том, что признаки отравления могут не проявляться в течение длительного времени (до 2 суток).

Все перечисленные симптомы характеризуют отравление аманитинами и фаллоидинами. Диагноз: отравление бледной поганкой

**Задача 2.** После сбора голубики на болоте у двух женщин появились следующие симптомы: головокружение, головная боль, жар, опухлость и

блестящий вид кожи, зуд, слабость, тошнота, рвота, учащенное сердцебиение, удушье. Какой диагноз можно предположить?

**Решение.** Так как женщины собирали ягоды на болоте, где по соседству с голубикой растет багульник (болотная одурь, болотник, дурэц), то, вероятно, это может быть отравление парами эфирного масла багульника болотного.

**Задача 3.** Определите растение по описанию: травянистое растение (1-1,2 м) с вертикальным, толстым, мясистым корневищем, растет на болотах, по заболоченным берегам рек, озер и канав, на сырых лугах. В корневище есть поперечные полости, наполненные жидкостью желтоватого цвета. Корни мелкие, тонкие, стебель гладкий, ветвистый, полый. Листья крупные, по краям острозубчатые, дважды-трижды перисто-рассеченные, с линейно-ланцетными, остроконечными и остропильчатыми листочками. Мелкие белые цветы собраны в сложные зонтики. Плоды мелкие, состоящие из 2-х полушаровидных семян коричневого цвета. Цветет в июле – августе, плоды созревают в июле – сентябре. Размножается семенами.

**Решение.** Вех ядовитый. Характерным отличительным признаком веха является ряд поперечных полостей, наполненных жидкостью желтоватого цвета в корневище при продольном разрезе. Кроме того, морфология растения подтверждает ответ.

**Задача 4.** В сентябре в будний день около 20:00 четырнадцатилетний подросток был доставлен родителями в больницу в состоянии психомоторного возбуждения. Наблюдались нарушения речи, расширение зрачков и светобоязнь, сухость и покраснение кожных покровов, жажда, нарушения глотания, тахикардия. Со слов родителей, по возвращении с работы они заметили странное поведение и нарушения речи сына, а также обнаружили дома мелкие черные семена, употребление которых и посчитали причиной отравления. Назовите вид растения, вызвавшего симптомы. Какие ядовитые вещества содержатся в этом растении?

**Решение.** Дурман обыкновенный. Содержит алкалоиды атропин, скополамин, гиосциамин.

### ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

**Задача 1.** После употребления домашнего печеного хлеба у всех членов семьи появились следующие симптомы: острые боли и чувство жжения в конечностях, развитие сухой гангрены мягких тканей конечностей. Какой диагноз можно предположить?

**Задача 2.** В конце апреля группа студентов поехала в лес. На вырубке соснового леса они собирали грибы с неправильно шаровидной, крупно-складчатой, коричневой шляпкой и толстой, светлой ножкой. Отварив однократно грибы на костре, они их съели. Ребята разъехались по домам, но у многих из них к вечеру появились однотипные симптомы: слабость, боль в желудке, тошнота, рвота с примесью желчи, понос. У двух человек на вторые сутки появилась иктеричность склер, желтуха, увеличились печень и селезенка. Какой диагноз можно предположить?

**Задача 3.** Определите гриб по описанию: шляпка (5-15 см) оливковая, зеленоватая или сероватая, полушаровидной или плоской формы, с гладким краем и волокнистой поверхностью. Мякоть белая, мясистая, со слабовыраженным вкусом и запахом, не меняющая цвет при повреждении. Ножка светлая, цилиндрическая, с утолщением в основании, часто покрытая муаровым рисунком. Пластинки белые, мягкие, свободные. Имеются остатки покрывал. Кольцо сначала широкое, бахромчатое, снаружи полосатое, по мере роста оно часто исчезает. Вольва хорошо выраженная, свободная, лопастная, белая, часто наполовину погруженная в почву. Старые грибы имеют неприятный сладковатый запах.

**Задача 4.** Предположите название микотоксина по его описанию: преимущественно гепатотоксическое действие; симптомы отравления: коагулопатия, гемorragии, отеки и желтуха, нарушение функций желудочно-кишечного тракта, нарушение координации движений, судороги; при хроническом отравлении — потеря массы тела, отставание в развитии у детей.

**Задача 5.** Определите гриб по описанию: шляпка (8-20 см) полушаровидная, затем раскрывается до плоской. Кожица ярко-красная или оранжевая, блестящая, усеянная белыми бородавчатыми хлопьями. Мякоть белая, под кожицей светло-оранжевая или светло-желтая, без запаха, со сладковатым вкусом. Пластинки белые или кремовые, частые, свободные, имеются многочисленные промежуточные пластиночки. Ножка цилиндрическая, белая или желтоватая, с клубневидно-утолщенным основанием, окруженным кольцами покрывал. Пленчатое кольцо в верхней части ножки свисающее, устойчивое, края часто неровные.

**Задача 6.** После сбора клюквы, у двух женщин появились следующие симптомы: головокружение, головная боль, чувство жара, опухлость и блестящий вид кожи, зуд, слабость, тошнота, рвота, учащенное сердцебиение, удушье. Какой диагноз можно предположить?

**Задача 7.** Определите растение по описанию: многолетнее травянистое растение (50-150 см) с сильным характерным запахом. Растет по дорогам, полям, межам, в кустарниках, на опушках, в луговых степях, березовых лесах. Образует обширные заросли. Корневище длинное, деревянистое, ползучее, ветвящееся. Стебли прямые, граненые, неветвистые, слегка опушенные или голые. Листья поочередно расположенные, продолговато-яйцевидные, перисто-рассеченные, с 5-12 парами продолговато-ланцетных, заостренных, пильчатых листочков. Самые нижние листья черешковые, остальные — сидячие, жесткие. Корзинки интенсивно-желтых цветков (диаметром 1 см и уплощенные сверху) образуют щитковидные соцветия. Цветки мелкие, обоеполые, правильные, желтые, трубчатые. Цветет в июле — сентябре, плоды созревают в августе — сентябре.

**Задача 8.** Определите растение по описанию: полукустарник (до 2 м) с коротким, ветвистым, одревесневшим корнем, растет на пустырях, возле жилья и животноводческих помещений, по обочинам дорог и лесным опушкам, в посевах сельскохозяйственных культур. Стебли прямые, слабо-

ребристые, в верхней части ветвистые, с серебристо-войлочным опушением. Нижние листья длинночерешковые, перисто-рассеченные, верхние – почти сидячие, перистые или дважды тройчато-раздельные; дольки листьев линейно-продолговатые, тупо заостренные. Цветки трубчатые, желтые, собранные в шаровидные корзинки в соцветие метелка. Плод – буроватая заостренная семянка, продолговато-клиновидная. Размножается семенами. Цветет в июне – августе. Плоды созревают в августе – сентябре. Обладает характерным сильным пряным запахом и очень горьким вкусом.

**Задача 9.** Две девочки съели сочные красные ягоды кустарника, растущего на опушке леса. Через некоторое время у них появилось жжение во рту, боль в подложечной области, тошнота, рвота, слабость, частый жидкий стул с примесью слизи и крови. Какой диагноз можно предположить?

**Задача 10.** В клинику поступил молодой человек со следующими симптомами: двигательное и речевое возбуждение, красочные галлюцинации, ощущение веселья и беззаботности. Пульс учащен, АД несколько повышено. Ощущается сухость во рту и глотке, рвота, понос. При сборе анамнеза установлено, что накануне он встречался с друзьями, и они отмечали день рождения, употребляли спиртные напитки и что-то еще. Какой диагноз можно предположить?

**Задача 11.** После употребления цветочного меда красно-коричневого цвета, густой консистенции и слегка горьковатого на вкус у мужчины появилась сухость во рту, жажда, затруднение глотания и мочеиспускания, покраснение кожи лица, расширение зрачков, тахикардия. Он возбужден, совершает неадекватные резкие движения, ругает медперсонал. Какой диагноз можно предположить?

**Задача 12.** Определите растение по описанию: крупный травянистый многолетник (до 3 м) с мощным бороздчато-ребристым, железисто опушенным полым стеблем и очень крупными (до 1,4 м) тройчато- или перисто-рассеченными листьями желтовато-зеленого цвета. Корневая система стержневая, достигает глубины 2 метров. Цветки белые или розовые собраны в гигантские сложные зонтики (до 50 см в диаметре). Плоды сухие, широкоэллиптические, по спинке усажены длинными волосками, а у основания – шиповатыми. Цветет в июле – августе, плоды созревают в конце июля – сентябре. В связи с культивированием как силосной культуры получил широкое распространение в России и Беларуси.

**Задача 13.** После употребления синтетического наркотического препарата у девушки появилась тошнота, рвота, запор, задержка мочеиспускания, головокружение, сухость слизистой глотки, сыпь на коже, галлюцинации, АД снижено.

**Задача 14.** Гуляя по огороду девочки ели черные, шаровидные ягоды диаметром до 1 см травянистого растения. Через некоторое время они почувствовали себя плохо: появились боли в животе, тошнота, рвота, слабость, заторможенность, чувство страха, признаки удушья. Какой диагноз можно предположить?

**Задача 15.** Определите растение по описанию: травянистый многолетник (до 30 см), растет в лиственных и сосновых, а также смешанных лесах, на опушках и полянах, хорошо развивается на богатой нейтральной почве при хорошем увлажнении. Теневыносливое растение. Корневище длинное, ползучее, шнуровидное, ветвящееся, тонкое, горизонтальное. Листья крупные, длиной до 20 см, шириной до 8 см, темно-зеленые, овальные или ланцетные, имеющие дуговое жилкование. Имеет 2 прикорневых супротивных эллиптических листа. Цветки молочно-белые, реже розоватые, душистые, поникшие, колокольчатые, с белым, сростнолистным, 6-зубчатым околоцветником. Запах сильный, приятный. Соцветие – кисть, содержащая 6-20 цветков. Плоды – блестящие, шаровидные, красные или красно-оранжевые ягоды. Цветет в апреле – июне, плоды созревают в конце июля – августе. Размножается вегетативно и семенами.

**Задача 16.** Семья в составе четырех человек: мужа, жены и 2 детей, за обедом ела разные грибы, среди которых были «шампиньоны», приобретенные у неизвестной женщины на рынке. Через 12-14 часов, ночью, появился понос, который через некоторое время стал водянистым. Затем присоединилась сильная рвота с резкими болями в животе. В дальнейшем наблюдалась мучительная жажда, сильное головокружение и резкая слабость. Пульс был нитевидный, 120 ударов в минуту или не поддавался подсчету. При явлениях сердечной слабости дети умерли через двое суток, а мать — через трое суток.

Какова наиболее вероятная причина отравления? Существуют ли специфические antidotes для лечения отравления данным грибом?

**Задача 17.** В больницу доставлен мужчина 22 лет в состоянии спутанного сознания и возбуждения, напоминающее опьянение. Координация движений больного нарушена, зрачки расширены, имеет место одышка. По словам родственников, доставивших пациента в больницу, он съел некий ядовитый гриб. Через два часа после этого появились первые симптомы отравления, включавшие обильное потоотделение, слюнотечение, рвоту и понос с коликообразными болями. Какой гриб, вероятно, вызвал отравление? Каков прогноз для здоровья пациента в приведенном случае?

## ЯДОВИТЫЕ ЖИВОТНЫЕ

### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

**Задача 1.** При купании в море на отдыхе в Таиланде мужчина наступил на морского ежа. При уколе у него развилась очень сильная боль в конечности, затем появилось онемение и паралич конечности, чувство страха, спутанность сознания. Какую первую помощь следует оказать?

**Решение.** Вся скорлупа морского ежа покрыта многочисленными подвижными иглами и их гомологами – педицилляриями. Ядовитые иглы покрыты железистым эпителием, вырабатывающим ядовитый секрет. При контакте с жертвой хрупкий кончик иглы обламывается, и ядовитый

секрет изливается наружу. Поражающее значение имеет и механическая травма покровов.

Необходимо удалить обломки игл и педицеллярий. Промыть рану морской водой. Для снижения болевых ощущений рекомендованы горячие ванны конечности в течение 30-50 мин. Лечение симптоматическое (аналгетики, успокаивающие препараты и т.д.).

**Задача 2.** Находясь в Крыму в командировке, женщина подверглась укусу черного паука размером около 1 см. Особь паука была самкой на вентральной поверхности яйцевидного брюшка которой расположены 1-2 поперечные красновато-оранжевые или желтоватые полосы. Женщина ощутила мгновенную жгучую боль, которая через 15-30 мин распространилась по всему телу, особенно в области живота, поясницы, грудной клетки. К этим симптомам затем присоединились одышка, сердцебиение, учащение пульса, головокружение, головная боль, рвота, бледность или гиперемия лица, потливость. Нападению какого паука подверглась женщина?

**Решение.** Все морфологические признаки, ареал обитания и клиническая картина отравления, свидетельствуют о том, что это самка каракурта.

**Задача 3.** После употребления рыбного блюда в небольшом ресторанчике Кубы, через 6-7 часов у девушки ощущается покалывание и онемение языка и губ, металлический привкус и сухость во рту, тошнота. Она жалуется на сильные боли в животе, конечностях, суставах, изменение температурной чувствительности (холодные предметы кажутся горячими и наоборот). Какой диагноз можно предположить?

**Решение.** Сигуатера — это название пищевого отравления, вызываемого рифовыми тропическими и субтропическими рыбами. Особенность отравления заключается в том, что его вызывают промысловые виды рыб (рифовые окуни, мурены, ставридовые, груперы, барракуды). Вероятно, рыбы накапливают сигуатоксин, выделяемый динофлагеллятами. Сигуатоксин термостоек, при обычной кулинарной обработке не разрушается. Он нарушает передачу сигнала в синапсах.

**Задача 4.** Определите животное по описанию: средние размеры взрослой особи 3-4 м. На голове позади затылочных щитков расположены полукругом еще 6 дополнительных крупных щитков. Туловище змеи желтовато-зеленой окраски с черными косопоперечными кольцами, которые на передней части узки и нечетки, а к хвосту становятся яркими и широкими. Могут поднимать голову вертикально до трети передней части тела, также способны перемещаться в таком положении. При этом змея шипит, раскачивается и поворачивает голову навстречу врагу. Ареал обитания — тропические леса Южной и Юго-Восточной Азии, где она живет в лесных местностях, встречается в районах, освоенных человеком. Хорошо лазает по деревьям и плавает, но большую часть времени проводит на земле.

**Решение.** Все указанные морфологические признаки, а также ареал обитания характеризуют королевскую кобру. Перевод с латинского названия этой змеи означает «поедатель змей». Как и все кобры яйцекладуща и строит гнез-

да, которые тщательно охраняет. В этот период королевская кобра очень агрессивна и нападает на всех, кто приближается к гнезду. Яд этой змеи очень сильный и количество его, вводимое при укусе велико (до 7 мл).

**Задача 5.** Летом мальчик 8 лет, проживавший в одном из поселков Минской области, был доставлен в больницу с жалобами на боль, гиперемия и отек в области ноги. Из анамнеза известно, что, играя, он упал в траву и ощутил болезненный укол. На коже видны два небольших прокола, в их области, гиперемия и отек. Покраснение от места укуса полосами тянется вверх по конечности. Со слов мальчика отек появился через 15-20 минут. Паховые лимфатические узлы на стороне укуса болезненны. Также отмечался озноб, температура — 37,3 °С. Частота сердечных сокращений повышена. Каков наиболее вероятный диагноз? Какова первая помощь, которую следует оказывать пострадавшему в подобном случае?

**Решение.** Укус гадюки. Необходимо положить пострадавшего в тень так, чтобы голова была опущена ниже уровня тела. Оценить глубину укуса — если повреждения поверхностны — промыть их большим количеством чистой воды. Удалить яд путем выдавливания и при помощи чистой салфетки, отсасывания резиновой грушей или шприцем. После отсасывания яда промыть ранку мыльной водой и обработать спиртом. Имобилизовать конечность, наложить асептическую недавящую повязку, обеспечить обильное питье. Далее необходима срочная госпитализация.

#### ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

**Задача 1.** После купания в прибрежных водах океана молодой человек получил множественные «ожоги» кожных покровов. В местах поражения возникла резкая боль, сопровождающаяся гиперемией, сыпью. Появилась слабость в мышцах, боли в конечностях, учащенное сердцебиение. Какой диагноз можно предположить?

**Задача 2.** После прилива на пляже Сиднея у группы купальщиков появились следующие симптомы: мучительная боль, сопровождающаяся потерей сознания, гиперемия и опухание пораженной кожи, повышение температуры, приступы удушья. Какой диагноз можно предположить?

**Задача 3.** Семья из 3-х человек отдыхала в Доминикане. Отдых сопровождался купанием в океане. В один из дней у девушки после купания образовалась колотая рана левой стопы, возникло ощущение острой боли и жжения в ней. Эти ощущения постепенно распространяются на все тело и особенно вокруг рта. Затем появилась: тошнота, мышечная слабость, тремор мышц, головокружение. Какой диагноз можно предположить?

**Задача 4.** Отдыхая на Кавказе, юноша подвергся ужалению скорпиона. У него появилась боль, отек, гиперемия и возникновение пузырей с серозным содержимым в месте ужаления. Кроме этого, постепенно стала нарастать головная боль, слабость, адинамия, учащение и затруднение дыхания, тахикардия. Какую первую помощь следует оказать?

**Задача 5.** При откатке меда из сотов пчеловода искусали пчелы. Как следствие у него возникли следующие симптомы ужаления: боль и отек слизистых оболочек рта, гиперемия и зуд кожи. Какую первую помощь следует оказать?

**Задача 6.** Ловец жемчуга подвергся нападению рыб, размером около 60 см, светло-коричневого цвета, у которых на голове есть кожные выросты, а лучи спинного плавника имеют в поперечном разрезе Т-образную форму. В бороздах лучей заложены небольшие веретенообразные железы, покрытые чехлом. Верхушки колючек голые. Симптомы укусов: острая боль, иррадиирующая по ходу лимфатических сосудов. Развивается лимфангоит, а по мере накопления яда в лимфатических железах — лимфаденит. Нападению каких животных подвергся ловец жемчуга?

**Задача 7.** После приема фугу у посетителя рыбного ресторана через 1 час появились следующие симптомы: покалывание и онемение языка и губ, головная боль, боль в животе и руках, походка стала шатающейся, появилась рвота, мужчина стремился лечь. Дыхание затруднено, артериальное давление снижено, развился цианоз слизистых и кожи. Какую первую помощь следует оказать?

**Задача 8.** Определите животное по описанию: обитает в лесах и холмистой местности, предпочитая лесные склоны, берега горных рек и ручьев, буреломы лесов. Активна ночью, а днем скрывается в мшистой подстилке леса, в норах, в трухлявых пнях, под камнями. Длина 23-28 см (с хвостом), тело окрашено в черный цвет с желтыми или оранжевыми пятнами неправильной формы. Брюшко черное или коричневое, окрашено однотонно. Конечности короткие и сильные, без плавательных перепонок. На передних конечностях по 4 пальца и по 5 на задних. Голова массивная и округлая, на ней расположены паротиды, вырабатывающие яд со специфическим запахом миндаля или чеснока.

**Задача 9.** Собирая в лесу грибы, подросток подвергся укусу змеи, размером 60-75 см, серого цвета с характерной темной зигзагообразной линией вдоль хребта и иксообразным рисунком на голове. Мальчик испугался, так как пораженная конечность отекала, развилась местная сильная боль, слабость, тошнота, головокружение. Какой диагноз можно предположить?

**Задача 10.** Определите животное по описанию: крупная змея длиной до 1,6 м. Бока морды притуплены, височные углы головы резко выступают. Туловище толстое, от светло-серого и темно-серого цвета с оливковым или красновато-коричневым оттенком. Вдоль спины ряд крупных пятен, более мелкие пятна идут по бокам. Обитает в сухих предгорьях, ущельях, охотно поселяется на возделываемых землях Закавказья, Средней Азии.

**Задача 11.** Определите животное по описанию: тело, размером около 30 см покрыто грубой шерстью и иголками. Губы имеют клювоподобную форму. Конечности короткие и довольно сильные, с большими когтями (могут хорошо копать). Зубов нет, рот маленький. Основу рациона составляют термиты и муравьи, которых они ловят длинным клейким языком, а других бес-

позвоночных они раздавливают во рту, прижимая языком к небу. На задних ногах имеется шпора (более развитая у самцов), прикрытая в проксимальной части кожей. Секрет голенной железы, стекающий по каналу, пронизывающему шпору, обладает ядовитыми свойствами.

**Задача 12.** Определите животное по описанию: длина тела до 7 см. Окраска от серо-оливковой до зелено-бурой с темными пятнами и мелкими красными точками. Вдоль спины идет тонкая, сплошная или прерывистая четкая бледно-желтая полоса. Брюхо грязно-белое или грязно-желтое с пятнистостью. Обитают вблизи пойм рек, на мелиорированных землях, на лугах, на песках, поросших сосновыми лесами вблизи различных водоемов, а также недалеко от поселений человека. Ведут наземный образ жизни, проводя в водоемах только период икрометания. Охотятся в ночное время, предпочитая периоды с повышенной влажностью.

**Задача 13.** Молодая пара туристов, отдохавших в Таиланде, была госпитализирована с признаками отравления, предположительно, некой рыбой, съеденной во время экскурсии. Через 12 часов после поедания рыбы у них обоих развилась легкая тошнота без сопутствующей рвоты или диареи. Эти симптомы сопровождались усталостью, вялостью и общей слабостью. Через 36 часов после поедания рыбы у них развились неврологические симптомы: зуд конечностей, покалывания во рту, руках и ногах, мышечные боли. Холодные жидкости и предметы ощущались как горячие. Питье холодной жидкости вызывало ощущение покалывания во рту. Симптомы были непредсказуемы и изменчивы по своей природе, за исключением описанных ощущений температурной чувствительности и зуда. Большинство неврологических симптомов исчезло к 4-ой неделе, но изменения температурной чувствительности сохранялись в течение 10-ти недель. Как называется подобное отравление? Каков долгосрочный прогноз для здоровья пациентов?

## РАЗДЕЛ 19. ФИЛОГЕНЕЗ СИСТЕМ ОРГАНОВ ХОРДОВЫХ

### РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

**Задача 1.** Наиболее частый порок (0,5-1,2 случая на 1000 новорожденных) — незаращение боталлового протока, представляющего собой часть корня спинной аорты между 4-й и 6-й парами жаберных артерий слева. Проявляется сбросом артериальной крови из большого круга кровообращения в малый. Как можно объяснить возникновение такого порока?

**Решение.** В результате недостаточности анаболий происходит неполная редукция пятой пары артериальных дуг слева, что приводит к смешению артериальной и венозной крови в сердце человека.

**Задача 2.** При ультразвуковом обследовании у женщины обнаружена двурогая матка. Как можно объяснить возникновение этой аномалии?

**Решение.** У предков по филогенезу матка может быть двойной (у грызунов), двурогой (у китообразных), либо простой как у приматов и

человека. Двурогая матка у пациентки — следствие параллелизма в результате недостаточности анаболий.

**Задача 3.** При осмотре новорожденного ребенка на мизинце левой руки обнаружен нетипичный для человека ноготь: ногтевая пластинка утолщена, очень твердая, тусклая, коричневатого цвета, длиной 1 см, высоко приподнята и изогнута, напоминая коготь. Как Вы объясните возможность появления этой аномалии развития у ребенка?

**Решение.** Когтеобразный ноготь. Аномалия развития, связанная с изменением формы ногтя. Возникновение этой аномалии, вероятно, связано с нарушением клеточных регуляторных механизмов: клеточной индукции, пролиферации и дифференцировки клеток. Эту аномалию можно расценить как атавистический признак человека и онтогенетическим механизмом является параллелизм.

**Задача 4.** При осмотре новорожденного ребенка обнаружены расщелина верхней губы и твердого неба. С чем связано возникновение этих аномалий развития? Нарушение, каких механизмов регуляции онтогенеза имели место в возникновении этой патологии?

**Решение.** Незаращение верхней губы и твердого неба связано с нарушением клеточных механизмов регуляции онтогенеза в период эмбрионального развития: пролиферации и дифференциации клеточного материала, адгезии и перемещения клеток, когда из двух парных зачатков образуется один непарный орган.

**Задача 5.** На 5 день после рождения у ребенка обнаружено по медиальному краю грудино-ключично-сосцевидной мышцы отверстие, из которого отделяется большое количество слизи. От него пальпируется в подкожной клетчатке тяж. При введении красящего вещества в отверстие через некоторое время его удалось обнаружить в полости глотки. О какой патологии нужно думать в этом случае?

**Решение.** Наличие жаберных свищей, образовавшихся в результате частичного незаращения жаберных щелей (рекапитуляция). Патология возникла на ранних этапах (3-9 неделя) эмбриогенеза. К этому времени у зародыша между пятью жаберными дугами имеются внутренние (энтодермальные) карманы и наружные (эктодермальные) бороздки. В течение нескольких дней они должны превратиться в узкие ходы, которые за исключение первой пары, в дальнейшем исчезают. В данном случае процесс инволюции этих каналов неполный — они превратились в свищи: наружный (эктодермальный) открывающийся на боковой поверхности верхней части шеи, и внутренний (энтодермальный), открывающийся в глотку, реже гортань или трахею.

**Задача 6.** У однолетнего ребенка наблюдается резко выраженная синюшность кожных покровов тела, одышка, снижение температуры тела. При клиническом обследовании поставлен диагноз: врожденный порок сердца. При этом клапанный аппарат в пределах нормы. Какие нарушения в строении сердца и сосудов могут быть у этого ребенка? С нарушением, ка-

ких регуляторных механизмов эмбриогенеза связано возникновение этого порока?

**Решение.** Цианоз и снижение температуры тела могут быть в следующих случаях:

1. В большой круг кровообращения попадает венозная или смешанная кровь — причина: наличие двух дуг аорты, транспозиция дуги аорты, сохранение межпредсердной перегородки овального окошечка.

2. Застой крови в малом круге кровообращения. Это возможно при наличии дефекта межпредсердной и межжелудочковой перегородок, сохранении Боталлова протока. Возникновение всех этих пороков развития связано с нарушением клеточных механизмов регуляции эмбриогенеза: клеточной индукции, пролиферации, дифференциации, адгезии и перемещения клеток.

### ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

**Задача 1.** У новорожденного обнаружен такой порок развития как «волчья пасть». Какую природу имеет эта аномалия?

**Задача 2.** Врач стоматолог обнаружил у ребенка гомодонтную зубную систему, в которой все зубы имели коническую форму. Чем обусловлена такая аномалия?

**Задача 3.** В результате несрастания осевых отростков позвонков у ребенка развился такой дефект позвоночного канала как спинномозговая грыжа. Чем можно объяснить такую аномалию?

**Задача 4.** Тяжелым пороком является образование в области расщелины позвоночника грыжевого выпячивания. Грыжевой мешок представлен кожей и мягкой мозговой оболочкой, а его содержимое — спинным мозгом и спинномозговой жидкостью. Чаще всего дефект локализуется в пояснично-крестцовой области, а также в шейном отделе позвоночника. Нарушаются функции моторных нейронов, отсутствуют рефлексы. Чем объясняется такая аномалия?

**Задача 5.** При рентгеновском обследовании выявляются скрытые формы расщелины (несрастания) первого крестцового позвонка с частотой 10 %, первого шейного позвонка с частотой 3 %. Как правило, спинной мозг и спинномозговые нервы не изменены и не имеются никаких серьезных нарушений. Чем можно объяснить такое несрастание?

**Задача 6.** В родильном доме у двух новорожденных обнаружены: у одного — шейные ребра, у другого — несрастание дуг позвонков в области остистых отростков. Как можно объяснить происхождение этих аномалий?

**Задача 7.** Иногда у человека возникают такие пороки, как гипертрихоз (повышенное оволосение), полителия (увеличенное количество сосков), полимастия (увеличенное количество млечных желез). С чем это связано?

**Задача 8.** К педиатру обратилась женщина с годовалым ребенком, у которого кисть разделена на 2 части (клешневидная кисть). Каково происхождение этой аномалии?

**Задача 9.** У человека часто встречаются латеральные кисти шеи. Эта аномалия связана с сохранением после рождения жаберных мешков или эктодермальных жаберных карманов. Они могут заполняться жидкостью, увеличиваться в размерах. Какую природу имеет этот порок развития?

**Задача 10.** Кроме аномалий в строении сердца может встречаться такой порок, как шейная эктопия сердца, т. е. задержка сердца в области его первоначальной закладки. Чем можно объяснить такую аномалию?

**Задача 11.** В процессе формирования нервной трубки может возникнуть рахисхизм — отсутствие ее замыкания. Спинальный мозг лежит открыто в виде пластинки или желоба. Обычно такое нарушение сочетается с анэнцефалией. В РБ встречаются с частотой 0,54 случая на 1000 новорожденных. Чем можно объяснить такую аномалию?

**Задача 12.** У 2 % населения встречается дивертикул Меккеля — врожденный порок тонкой кишки. Это — незаращение проксимального отрезка внутренней части желточного протока и выпячивание стенки подвздошной кишки длиной 1-15 см на расстоянии 10-12 см у детей, и 40-80 см у взрослых от подвздошно-слепокишечной заслонки. Часто встречается при синдромах Патау и Эдвардса. Чем можно объяснить такую аномалию?

**Задача 13.** Удвоение мочеточника встречается с частотой 7 случаев на 1000 в популяции. Удвоение часто сочетается с удвоением уретры, мочевого пузыря. Как можно объяснить происхождение этих аномалий?

**Задача 14.** Двойная матка характеризуется наличием двух обособленных маток, каждая из которых соединяется с соответствующей частью раздвоенного влагалища. Встречается с частотой 1 случай на 1000 вскрытий. Чем может быть вызвано такое удвоение?

**Задача 15.** У человека яички закладываются в брюшной полости. К 8-му месяцу эмбриогенеза они перемещаются в паховый канал и оказываются в мошонке. У 2,2 % мальчиков пубертатного возраста крипторхизм — неопущение яичек. Чем это можно объяснить?

**Задача 16.** На 2-4 месяце зародышевого развития нарушилось перемещение почки, и она осталась в тазовой области. Как это можно объяснить?

**Задача 17.** Родился мальчик, имеющий 5 пар сосков. Как можно объяснить возникновение

## РАЗДЕЛ 20. ОТВЕТЫ

### РАЗДЕЛ 1. ЦИТОЛОГИЯ

#### ОРГАНИЗАЦИЯ ПОТОКА ВЕЩЕСТВА И ЭНЕРГИИ В КЛЕТКЕ

**Задача 1.** Нет; митохондрии, имея собственные рибосомы, синтезируют только митохондриальные белки.

**Задача 2.** Белки содержат незаменимые аминокислоты. Их поступление с пищей необходимо, так как в организме из них синтезируются белки. Синтез белков — это процесс, составляющий молекулярную основу самообновления. Самообновление происходит в любом возрасте, поэтому взрослый человек должен употреблять белковую пищу.

**Задача 3.** Для энергетического обмена и для образования цитоплазматических мембран бластомеров.

**Задача 4.** Свойствами пластичности и способностью к самозамыканию.

**Задача 5.** Лизосом.

**Задача 6.** Активный транспорт.

**Задача 7.** Митохондрий.

**Задача 8.** 94.4 г.

#### СТРУКТУРА И ФУНКЦИЯ КЛЕТОЧНОГО ЯДРА

**Задача 1.** Хромосомы групп А и Е.

**Задача 2.** Хромосомы групп В, С, Е и F.

**Задача 3.** Хромосомы групп D и G.

**Задача 4.** 5.

#### ВРЕМЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ КЛЕТКИ

**Задача 1.** У клетки А — 0 %, у клетки Б — 100 %.

**Задача 2.** У клетки А — мутация произошла в пресинтетический период, у клетки Б — в постсинтетический период.

**Задача 3.** Конечные стадии синтетического периода, постсинтетический период, профазы, метафазы.

**Задача 4.** Телофаза, пресинтетический период, начало синтетического периода.

**Задача 5.** Профаза I (с зиготены), метафаза I.

**Задача 6.** Микротрубочки.

### РАЗДЕЛ 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА

**Задача 1.** АААЦАТТТАГТТГТГААЦАЦАЦЦАГА — антисмысловая цепь;

ТТТГТАААТЦААЦАЦТТГТТГТТГТЦТ — смысловая цепь.

**Задача 2.**  $2036,6 \times 10^{-10}$  м.

**Задача 3.** 978 (960 если не учитывать стоп-кодона)

**Задача 4.** 50 мин. Репликон – участок ДНК, реплицируемый из одной точки *ori*. Таким образом, из данной точки начинают свою работу две реплисомы, движущиеся в противоположных направлениях.

**Задача 5.** У дрожжевой клетки длина гена должна быть, как правило, больше: дрожжи — эукариоты, и в их структурных генах имеются интроны, которых нет у бактерий.

**Задача 6.** По структуре белка можно установить только состав и последовательность нуклеотидов экзона, а в генах человека, как у эукариот, имеются еще и интроны.

**Задача 7.** Не одинакова: у эукариотической клетки полипептид короче, так как информацию о его составе содержит не весь структурный ген, а только его экзона.

**Задача 8.** У бактерий имеется коллинеарность структуры ДНК, РНК и белка. Определить строение генов с помощью генетического кода возможно, но не с абсолютной точностью, так как существует избыточность кода. Для человека таким образом можно установить лишь строение и-РНК, но установить строение соответствующего гена невозможно, так как нет сведений о длине экзона, количестве и длине интронов.

**Задача 9.** Реплицируется вся ДНК, включая все гены, иначе дочерние клетки будут генетически различными. Транскрибируются только те гены, которые кодируют белки, производимые в данном типе клетки.

**Задача 10.** Полипептид имеет следующий аминокислотный состав: про-про-гли-фен-гли.

**Задача 11.** Нуклеотиды ДНК нужны ей для репарации ДНК.

**Задача 12.** Начальный триплет совпадает, так как метионин имеет только один кодон, а концевой триплет может быть разным: аргинин кодируют 6 кодонов.

**Задача 13.** Универсальность генетического кода; одинаковые механизмы транскрипции и трансляции. Возможные проблемы связаны с отличием в структуре промоторов и терминаторов про- и эукариот, наличием интронов, различиями в посттранскрипционной модификации белков.

**Задача 14.** Цитозин — 18 %, гуанин — 18 %, тимин — 32 %, аденин — 32 %.

**Задача 15.** Адениновых нуклеотидов — 1425, тиминовых — 1425, гуаниновых — 950, цитозиновых — 950.

**Задача 16.** Аденин — 19 %, тимин — 19 %, гуанин — 31 %, цитозин — 31 %.

**Задача 17.** Кодоны ДНК у больного, кодирующие валин: ЦАА, ЦАГ, ЦАЦ, ЦАТ; кодоны ДНК у здоровых людей, кодирующие глутаминовую кислоту: ЦГТ, ЦГЦ.

**Задача 18.** Один из возможных вариантов изменений в триплетах ДНК, приведших к изменениям гемоглобина для следующих форм: Токучи — ГТА - АТА; Кушатта — ГТТ - ЦГГ; Айбадан — ЦЦЦ - ГТТ; Цюрих —

ГТА - ГЦГ; Милуоки — ЦАА - ГТТ; Ибадан — ТГГ - ТТТ; Балтимор — ТТТ - ГТТ; Кельн — ЦАА - ТАЦ; Кенвуд — ГТА - ТТА.

**Задача 19.** Сильнее пострадала клетка **A**, так как при «сквозном» повреждении ДНК практически невозможна ее репарация.

**Задача 20.** В клетке **A** белки будут синтезироваться, но они будут иметь лишние участки, соответствующие промотору, оператору, терминатору и интронам. В клетке **B** белки вообще не будут синтезироваться, из-за отсутствия мРНК, и она погибнет.

**Задача 21.** Один из возможных вариантов молекулы ДНК следующий: ЦАА ЦГА ЦТТ АТА АГА ГТТ.

**Задача 22.** 128 возможных вариантов строения фрагмента молекулы ДНК ( $4 \times 2 \times 2 \times 4 \times 2$ ).

**Задача 23.** 420.

**Задача 24.** 44 %.

**Задача 25.** 35 %.

**Задача 26.** А — 10 %, Т — 10 %, Г — 40 %, Ц — 40 %.

**Задача 27.** 30,6 нм.

**Задача 28.** 51 аминокислоту; около 5,5 %.

**Задача 29.** АГА-АЦА-АГА-УГЦ-ГУУ-ГУА-ААА-ГЦА

**Задача 30.** 628. 147.

**Задача 31.** 20 %

**Задача 32.** а) 3'...ЦТЦЦГАГАТЦЦАТГГТЦА...5';

б) 5'...ГАГГЦУЦЦАГГУАЦЦАГУ...3';

в) глу-ала-лей-гли-тре-сер

**Задача 33.** Фолиевая кислота является источником метильных групп, что способствует метилированию гена *agouti* и подавлению его активности.

**Задача 34.** Поскольку трансляция у бактерий начинается еще до окончания транскрипции, а ген **A**, расположенный ближе к промотору, транскрибируется раньше, поэтому его трансляция также начинается раньше.

### ГЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

**Задача 1.** Рестриктазой **Vam I** (есть один сайт ГГАТЦЦ) на два фрагмента.

**Задача 2.** Рестриктазой **NotI** с образованием двух фрагментов.

**Задача 3.** Рестриктаза **EcoRI** может разрезать фрагмент а).

**Задача 4.** Фрагменты а) и б) могут быть разрезаны рестриктазами **NotI** и **HpaII** соответственно.

**Задача 5.** Частота встречаемости четырехнуклеотидного фрагмента ЦЦГГ составит  $(1/4)^4 = 1/256$ . Средняя длина фрагментов ДНК при разрезании **HpaII** равна 256 нуклеотидных пар.

**Задача 6.** Средняя длина фрагментов ДНК при разрезании **EcoRI** составит 4096 нуклеотидных пар.

**Задача 7.** Средняя длина фрагментов ДНК при разрезании рестриктазами, узнающими восьминуклеотидную последовательность, составит 65 536 нуклеотидных пар.

**Задача 8.**  $781\ 250 + 23 = 781\ 273$  фрагментов.

**Задача 9.**  $3296 + 1 = 3297$ .

**Задача 10.** 18 359.

**Задача 11.**  $24\ 414 + 4 = 24\ 418$ .

**Задача 12.** С помощью **Hind III** можно разрезать оба фрагмента ДНК с образованием липких концов АГЦТ, которые затем соединятся за счет водородных связей, а окончательную сшивку произведет ДНК-лигаза.

**Задача 13.** **Bam I** может разрезать фрагменты ДНК с образованием липких концов, а ДНК-лигаза скрепит их в одну молекулу.

**Задача 14.** Нет, поскольку во фрагменте отсутствует сайт для **EcoR I**.

**Задача 15.** 1.

**Задача 16.** Второй.

**Задача 17.** Оба. Первый — при помощи рестриктазы **EcoR I**, а второй — при помощи рестриктазы **Hind III**.

**Задача 18.** При помощи рестриктазы **Bam I**. Бактерии, трансформированные такой плазмидой, не будут расти на средах, содержащих тетрациклин.

**Задача 19.** Трансформированные бактерии не растут на средах, содержащих тетрациклин, поэтому можно предположить, что в плазмидной ДНК вставкой поврежден ген устойчивости к этому антибиотику. Следовательно, нужный фрагмент из плазмиды можно «вырезать» при помощи рестриктазы **Bam I**.

**Задача 20.** Исходя из схематического изображения секвенированных фрагментов ДНК, мутантный ген родопсина вместо кодона ЦЦЦ содержит кодон ЦАЦ. Вследствие этого, в родопсине вместо аминокислоты **пролин** появилась аминокислота **гистидин**.

**Задача 21.** 45 минут.

**Задача 22.** А: все по 1500. Б: 1 – 1000, 2 – 500, 3 – 750, 4 – 2000.

**Задача 23.** А – болен, от обоих родителей унаследована одна и та же мутация. Б — болен, унаследованы отличающиеся друг от друга отцовская и материнская мутации.

**Задача 24.** 1 — погибли, так как не имеют плазмиды, обеспечивающей резистентности к антибиотику ампициллину. 2 — образовали колонии синего цвета. 3 — колонии белого цвета, так как вставка необходимого гена выводит из строя ген *lacZα*, и клетки теряют способность производить синее вещество.

**Задача 25.** 3, т.к. полученная картина соответствует таковым в образцах 1 и 2, наложенных друг на друга.

**Задача 26.** Обе копии гена имеют амплификацию — 1, 3; одна копия имеет амплификацию — 4; амплификация отсутствует — 2.

**Задача 27.** У деда по линии матери, а также матери исследуемого лица (образцы 1 и 4).

## РАЗДЕЛ 3. ЗАКОНОМЕРНОСТИ НАСЛЕДОВАНИЯ

### ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ ГАМЕТ

**Задача 1.** а) один тип гамет с доминантным аллелем; б) два типа: один тип гамет с доминантным аллелем, другой тип гамет с рецессивным аллелем; в) один тип гамет с рецессивным аллелем.

**Задача 2.** Ген *m* попадет в редукционное (направительное) тельце, которое образуется при овогенезе.

**Задача 3.** а) два типа яйцеклеток: в одной из них будет доминантный аллель, в другой — рецессивный аллель;

б) один тип сперматозоидов, так как аллель голубого цвета глаз является рецессивным, мужчина будет гомозиготен по данному признаку.

**Задача 4.** а) один тип гамет — (A)

б) один тип гамет —

(AB)

в) один тип гамет —

(aB)

г) один тип гамет —

(ab)

**Задача 5.** а) два типа гамет — (A) (a)

б) четыре типа гамет —

(AB) (aB) (ab) (Ab)

в) восемь типов гамет —

(ABC) (AbC) (aBC) (abC)  
(ABc) (Abc) (aBc) (abc)

**Задача 6.** а) согласно формуле  $N = 2^n$ , два типа гамет; б) четыре типа гамет; в) шестнадцать типов гамет; г)  $2^n$  типов гамет.

**Задача 7.**

а) шестнадцать типов гамет —

(MNSR) (MNSr) (MNsR) (MNsR)  
(MnSR) (MnSr) (MnsR) (Mnsr)  
(mNSR) (mNSr) (mNsR) (mNsr)  
(mnSR) (mnSr) (mnsR) (mnsr)

б) один тип гамет — (MnsR)

в) четыре типа гамет —

(DeFH) (DefH) (deFH) (defH)

**Задача 8.** Четыре типа яйцеклеток:

(AB) (Ab) (aB) (ab)

где ген А детерминирует карий цвет глаз, В — близорукость.

## МОНОГИБРИДНОЕ СКРЕЩИВАНИЕ

**Задача 1.** При браках  $Aa$  и  $aa$  равновероятная возможность рождения, как больных, так и здоровых детей — 50 % : 50 %.

**Задача 2.** а) нельзя, генотип матери может быть либо  $DD$ , либо  $Dd$ ; б) отец и мать —  $Dd$ , ребенок  $dd$ .

**Задача 3.** 100 % потомков имеют парагемофилию, так как оба супруга гомозиготны по данному гену (аутосомно-рецессивный признак фенотипически проявляется только в гомозиготном состоянии).

**Задача 4.** а) нельзя, мать может быть либо гомозиготной, либо гетерозиготной; б) мать —  $ss$ , отец —  $Ss$ .

**Задача 5.** Женщина гетерозиготна, так как часть ее детей имеет рецессивный признак, мужа гомозиготны по рецессивному признаку.

**Задача 6.** 100 %.

**Задача 7.** Да, но лишь при условии, что его кареглазая жена гетерозиготна. Эта возможность существует, так как родители жены гетерозиготны.

**Задача 8.** 75 %.

**Задача 9.** Генотип сестер: первой —  $NN$  (по закону единообразия), однако существует вероятность, что она является гетерозиготой. Второй  $Nn$ . Генотип их родителей: одного  $Nn$ , второго либо  $NN$ , либо  $Nn$ .

**Задача 10.** Вероятность рождения здорового ребенка составляет 75 % (для любого по счету), так как родители гетерозиготны.

**Задача 11.** Так как первый ребенок супругов был болен, то он — гомозиготен по рецессивному признаку. Из этого следует, что его родители гетерозиготны по патологическому гену. Вероятность рождения больного ребенка у них составляет 25 %, как девочки, так и мальчика (аутосомный тип наследования).

**Задача 12.** Возможные генотипы женщины: либо  $Aa$  (с большей вероятностью, так как она имеет 2-х братьев и сестер с генотипом  $aa$ ), либо  $AA$  (с меньшей вероятностью). В случае, если ее генотип  $AA$ , вероятность рождения левшей составляет 0 %, а в случае, если ее генотип  $Aa$ , вероятность рождения левшей — 25 %.

**Задача 13.** Вероятность рождения здоровых детей — 25 %.

**Задача 14.** Ребенок — гомозигота по рецессивному признаку, родители — гетерозиготы.

**Задача 15.** Вероятность рождения больного ребенка в случае, если больной родитель гомозиготен — 100 %, в случае, если больной родитель гетерозиготен — 50 %.

**Задача 16.** Вероятность рождения здорового ребенка — 0 %.

**Задача 17.** Отец имеет рецессивный признак и его генотип —  $aa$ . Так как у всех 8 детей имеются темные волосы, то, вероятно, мать является гомозиготной по доминантному признаку (закон единообразия I поколения). Но также существует вероятность (в значительно меньшей степени), что она может быть и гетерозиготной.

**Задача 18.** Генотип ангорского кота —  $aa$ , генотип кошки —  $Aa$ .

**Задача 19.** а) генотип быка —  $Aa$ , генотип коровы —  $aa$ ;

б) генотип быка —  $Aa$ , генотип коровы —  $aa$ ;

в) генотип быка —  $Aa$ , генотип коровы —  $Aa$ ;

**Задача 20.** В случае, если норка, имеющая коричневый цвет, гомозиготна, то все потомство будет иметь коричневый мех. В случае, если норка, имеющая коричневый цвет, гетерозиготна, то 50 % потомков будет иметь голубовато-серый мех, а 50 % — коричневый.

### ПОЛИГИБРИДНОЕ СКРЕЩИВАНИЕ

**Задача 1.**  $\frac{1}{16}$  часть — голубоглазые левши ( $aa\bar{v}\bar{v}$ ),  $\frac{9}{16}$  частей — кареглазые правши ( $A-B-$ ),  $\frac{3}{16}$  части — голубоглазые правши ( $aaB-$ ),  $\frac{3}{16}$  части — кареглазые левши ( $A-\bar{v}\bar{v}$ ).

**Задача 2.** Мужчина имеет генотип  $aaBb$ , его первая жена —  $AaBb$ , а вторая жена —  $AABB$ , где  $a$  — аллель голубоглазости,  $b$  — аллель леворукости.

**Задача 3.** а) вероятность рождения ребенка с признаками матери составляет 25 %; б) вероятность рождения голубоглазого ребенка с нормальным зрением 12,5 %.

**Задача 4.** 1. Здоровые дети те, у которых в генотипе будет хотя бы по одному доминантному гену из каждой аллели. Вероятность рождения таких детей ( $9 A-B-$ ) равна  $\frac{9}{16}$  или 56,25 %.

2. 3 особи из 16 ( $A-bb$ ) имеют фенилкетонурию и не имеют агаммаглобулинемии ( $a$  — аллель, детерминирующий агаммаглобулинемию, аллель  $b$  — фенилкетонурию). 1 особь ( $aabb$ ) имеет оба заболевания. Поэтому с фенилкетонурией может родиться четверо из 16 ( $3 A-bb+1 aabb$ ). Трех из них можно лечить и спасти (особь с двумя заболеваниями умирает к 6 месяцам от агаммаглобулинемии).

**Задача 5.** Вероятность рождения больного ребенка равна  $\frac{1}{64}$  или 1,5625 %.

**Задача 6.** Вероятность рождения больных детей составляет 50 %.

**Задача 7.** 50 %, если мать гомозиготна по гену, определяющему наличие веснушек; 25 %, если она гетерозиготна.

**Задача 8.** Вероятность рождения ребенка с признаками отца — 25 %.

**Задача 9.** Вероятность рождения курчавого рыжеволосого ребенка составляет 6,25 %.

**Задача 10.** Вероятность рождения слепого ребенка составляет 25 % (т. к. обе бабушки имеют один вид слепоты, следует рассматривать только один из двух генов).

**Задача 11.** Вероятность рождения ребенка хотя бы с одной формой глаукомы составляет 81,25 %.

**Задача 12.** Вероятность рождения здорового ребенка — 18,75 %.

**Задача 13.** 25 % телят черные со сплошной окраской головы, 25 % телят черные с белой краской головы, 25 % телят рыжие со сплошной окраской головы, 25 % телят рыжие с белой окраской головы.

**Задача 14.** Необходимо провести анализирующее скрещивание (собаку охотника скрестить с собакой кофейного цвета и длинной шерстью). Если потомство будет единообразно, в генотипе собаки охотника нет генов кофейного цвета и длинной шерсти.

**Задача 15.** Родители дигетерозиготны. Вероятность рождения детей с курчавыми волосами и нормальной пигментацией кожи составляет 56,25 %.

### МНОЖЕСТВЕННЫЕ АЛЛЕЛИ, ПЛЕЙОТРОПИЯ, ЛЕТАЛЬНЫЕ ГЕНЫ, ПЕНЕТРАНТНОСТЬ

**Задача 1.** Нет, не могут. Ребенок обязательно получит от матери ген  $I^0$ , а от отца — ген  $I^A$  или ген  $I^B$ . Поэтому он будет иметь вторую или третью группы крови.

**Задача 2.** Если родители имеют первую и вторую группы крови, то их ребенок может иметь первую или вторую группы крови.

Если же родители имеют вторую и четвертую группы крови, то их ребенок может иметь вторую, третью и четвертую группы крови, но не первую. Следовательно, мальчик с первой группой крови – сын первой пары родителей, у которых кровь первой и второй группы. Определить принадлежность детей их матерям без исследования крови отцов возможно, в том случае, когда дети имеют такие же группы крови, как и их матери.

**Задача 3.** Генотип одного из родителей  $I^A I^0$ , а другого  $I^B I^0$ , т. е. они имеют вторую и третью группы крови.

**Задача 4.** По условиям задачи родители имеют II и III группы крови. II группу определяют два генотипа ( $I^A I^0$  и  $I^A I^A$ ), III группу тоже два ( $I^B I^0$  и  $I^B I^B$ ). Следовательно, возможно 4 варианта решений:

Вероятные генотипы родителей	Возможные генотипы и группы крови детей
1. $I^A I^0 - I^B I^0$	$I^0 I^0$ (I), $I^A I^0$ (II), $I^B I^0$ (III), $I^A I^B$ (IV)
2. $I^A I^A - I^B I^0$	$I^A I^0$ (II), $I^A I^B$ (IV)
3. $I^A I^0 - I^B I^B$	$I^B I^0$ (III), $I^A I^B$ (IV)
4. $I^A I^A - I^B I^B$	$I^A I^B$ (IV)

**Задача 5.** 1) 7,5 %; 2) 5 %.

**Задача 6.** Возможно 4 варианта: а) II(A) и III(B); б) II(A) и IV(AB); в) III (B) и IV(AB); г) IV(AB) и IV(AB).

**Задача 7.** Вероятность рождения кареглазого ребенка с I группой крови равна  $\frac{3}{16}$  или 18,75 %.

**Задача 8.** Процент жизнеспособных детей 75 %.

**Задача 9.** Вероятность рождения больного ребенка составляет 25 %.

**Задача 10.** Вероятность рождения ребенка с двумя аномалиями составляет 5,625 %.

**Задача 11.** Вероятность рождения больного ребенка с признаком ломкости костей составляет 31,5 %.

**Задача 12.** Вероятность рождения больного ребенка составляет 35 %.

**Задача 13.** У  $1/3$  мышей черная окраска шерсти, а у  $2/3$  мышей желтая окраска шерсти.

**Задача 14.** Оба супруга гетерозиготны по гену рыжих волос и имеют следующие генотипы: мужчина —  $C^mC^l$ ; женщина —  $C^D C^d$ . Вероятность рождения темноволосого ребенка — 50 %, светловолосого ребенка — 25 %, рыжеволосого — 25 %.

**Задача 15.** Так как при скрещивании двух догов с нормальной шерстью часть потомства погибла, то исходные особи гетерозиготны ( $Aa$ ). При втором скрещивании кобеля, имеющего нормальную шерсть, с другой самкой гибели потомства не обнаружено, значит, генотип самца  $Aa$ , генотип самки  $AA$ . При третьем скрещивании наблюдалась гибель щенков, значит родительские особи были гетерозиготами ( $Aa$ ).

#### РАЗДЕЛ 4. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕНОВ

**Задача 1.** 1) вероятность рождения детей с повышенным содержанием цистина в моче и камнями в почках одинакова — 50 % : 50 %;

2) все дети в этой семье будут иметь повышенное содержание цистина в моче.

**Задача 2.** Ребенок приемный (родство отрицается по системе АВ0 — женщина не может быть его матерью, и по системе MN — мужчина не может быть его отцом).

**Задача 3.** Родство отрицается в ситуации 3.

**Задача 4.** Первый мальчик — сын второй женщины, второй мальчик — первой.

**Задача 5.** Группа М.

**Задача 6.** Первый мальчик — третья пара, второй мальчик — вторая пара, третий — первая.

**Задача 7.** Возможны 24 различных фенотипа (4 группы крови по системе АВ0, 2 группы по резус-фактору и 3 группы по системе MN; итого:  $4 \times 2 \times 3 = 24$ ).

**Задача 8.** а) Генотип отца —  $BbCc$ , генотип матери  $bbcc$ , генотип детей —  $BbCc$ ,  $bbCc$ ,  $Bbcc$ ,  $bbcc$ ;

б) генотипы родителей  $BbCc$ ;

в) у родителей негров светлокожих детей быть не может, так как их генотипы не содержат аллелей белой кожи. По этой же причине у белокожих родителей не могут родиться потомки с более темной кожей.

**Задача 9.** Генотипы супругов Смит:  $AAbb$ ; супругов Вессон:  $aaBB$ ; их детей от первого брака  $AAbb$  и  $aaBB$  соответственно, от второго брака —  $AaBb$ .

**Задача 10.** Выраженность количественного признака, в данном случае — длины тела, зависит от числа полимерных генов. Варианты генотипов людей средней роста —  $A_1A_1a_2a_2$ ;  $a_1a_1A_2A_2$ ;  $A_1a_1A_2a_2$ .

**Задача 11.** 1. Комплементарность: совместно они дают фенотипический признак, который не способны обеспечить порознь.

2. Для прогнозирования используется формула расщепления при дигибридном скрещивании гетерозигот. Интерферон будут синтезировать те организмы, которые получают оба указанных доминантных гена. Вероятность рождения в данной семье детей, у которых будет синтезироваться интерферон —  $\frac{9}{16}$ ; остальные  $\frac{7}{16}$  не смогут образовать интерферон из-за отсутствия одного или обоих необходимых генов.

**Задача 12.** 165 см.

**Задача 13.** 6,25 %.

**Задача 14.** Глухота супругов контролируется разными рецессивными аллелями. Их генотипы  $AAbb$  и  $aaBB$ , генотипы детей  $AaBb$  (комплементарность).

**Задача 15.** Все дети — гетерозиготы и имеют повышенное содержание холестерина в крови.

**Задача 16.** Генотип Марии —  $l_1l_1l_2l_2$ ; Татьяны —  $L_1L_1L_2L_2$ .

**Задача 17.** Вероятность рождения ребенка с брахидактилией составляет 50 %.

**Задача 18.** У 25 % детей сегментация ядер полностью отсутствует, у 50 % — сегментация частичная, у 25 % — полная.

**Задача 19.** Вероятность рождения здорового ребенка составляет 25 %.

**Задача 20.** Вероятность рождения здорового ребенка составляет 25 %.

**Задача 21.** У 75 % кур оперение белое, у 25 % кур оперение окрашенное.

**Задача 22.** Форма взаимодействия между аллелями  $B$  и  $b$  — полное доминирование, между аллелями  $C$  и  $B$ , а также между аллелями  $C$  и  $b$  — эпистаз. Потомство, от скрещивания двух дигетерозиготных особей, следующее: 12 серых : 3 черных : 1 рыжая.

**Задача 23.** Вероятность появления потомства с розовидным гребнем составляет 18,75 %.

**Задача 24.** Вероятность рождения телят с признаками родителей составляет 37,5 %.

**Задача 25.** 50 % белых норок, 50 % кохинуровых норок.

**Задача 26.** Данный мужчина не может быть отцом ребенка, так как он имеет группу крови М, а ребенок группу крови N (дети этого мужчины в браке с данной женщиной могут иметь только группу крови MN).

**Задача 27.** Расщепление по фенотипу во втором поколении составляет: 15 красных : 1 белый.

**Задача 28.** 44,4 %.

**Задача 29.** 0 %.

## РАЗДЕЛ 5. СЦЕПЛЕНИЕ ГЕНОВ

### Задача 1.

а) один тип яйцеклеток

$X^w$

б) два типа яйцеклеток —

$X^w$     $X^w$

в) два типа сперматозоидов:

$X^w$     $Y$

**Задача 2.** а) 4 типа гамет:  $\underline{Eld}$ ,  $\underline{eID}$  — некриссоверные (по 48,5 %),  $\underline{EID}$  и  $\underline{eld}$  — криссоверные (по 1,5 %);

б) 4 типа гамет:  $\underline{EID}$   $\underline{eld}$  — некриссоверные (по 48,5 %),  $\underline{Eld}$  и  $\underline{eID}$  — криссоверные (по 1,5 %);

в) генотипы и фенотипы детей:

$elD$

= — Rh<sup>+</sup>, нормальные эритроциты, 48,5 %

$eld$

$Eld$

= — Rh<sup>-</sup>, эллиптоцитоз, 48,5 %

$eld$

$EID$

= — Rh<sup>+</sup>, эллиптоцитоз, 1,5 %

$eld$

$eld$

= — Rh<sup>-</sup>, нормальные эритроциты, 1,5 %

$eld$

**Задача 3.** Поскольку расстояние между генами одной группы сцепления более 50 морганид, то признаки, за которые отвечают эти гены, будут свободно комбинироваться в потомстве:

а) 25 %;   б) 50 %;   в) 25 %.

**Задача 4.** На основании данных, что расстояние между генами  $L$  и  $M$  равно 5 морганидам, а между генами  $M$  и  $N$  — 3 морганидам, с уверенностью определить расстояние между генами  $L$  и  $N$  и построить генетическую карту хромосомы нельзя, так как это расстояние может быть равно либо 3 либо 8 морганидам. Учитывая, что расстояние между генами  $L$  и  $N$  равно 2 морганиды, можно изобразить графически расположение генов  $L$ ,  $M$  и  $N$  в хромосоме так:

$\underline{L} \quad \underline{N} \quad \underline{M}$   
2м      3м

### Задача 5.

а) 4 типа: некриссоверные —  $\underline{AB}$  и  $\underline{ab}$  и криссоверные —  $\underline{Ab}$  и  $\underline{aB}$   
б) те же четыре типа гамет, что в предыдущем пункте.

**Задача 6.** У самки аллели  $A$  и  $P$  остаются сцепленными в 44 % гамет. Остальные ее гаметы имеют аллели  $ap$  (44 %),  $Ap$  (6 %) и  $aP$  (6 %). У самца дрозофилы кроссинговера нет. Следовательно, 50 % гамет получит хромосому с аллелями  $A$  и  $P$ , 50 % — с аллелями  $a$  и  $p$ .

**Задача 7.** а) женщина образует четыре типа гамет:  $X^{Ch}$  — 45,1 %;  $X^{ch}$  — 45,1 %;  $X^{CH}$  — 4,9 %;  $X^{ch}$  — 4,9 %.

Мужчина образует два типа гамет:  $X^{ch}$  — 50 %;  $Y$  — 50 %.

б) вероятность рождения больного мальчика — 2,45 %.

**Задача 8.** Генетическая карта — линейная схема хромосомы, на которой указаны расстояния между генами в морганидах. Цитологическая карта учитывает и морфологическую структуру хромосомы.

**Задача 9.**

а) четыре типа: некрссоверные —  $X^{PR}$  и  $X^{Pr}$  и крссоверные —  $X^{Pr}$  и  $X^{PR}$ .

б) два типа гамет:  $X^{PR}$  и  $Y$ .

**Задача 10.** 87 %.

**Задача 11.** Генотипы детей с нормальным зрением и содержанием пигмента в коже —  $AaX^DX^d$  и  $AaX^DY$ .

**Задача 12.** В случае 1 наблюдается свободное комбинирование, в случаях 2-3 — сцепленное наследование. В первом случае гены расположены в разных парах хромосом, а в 2-3 случаях в разных локусах одной хромосомы  $\left( \frac{AB}{ab} \text{ и } \frac{Ab}{aB} \right)$ .

Расстояние между генами  $A$  и  $B$  и во втором, и в третьем случаях составляет 10 морганид.

**Задача 13.** Особей с генотипом  $\frac{ST}{st}$  4 %; с генотипом  $\frac{st}{st}$  4 %;

с генотипом  $\frac{St}{st}$  46 %; с генотипом  $\frac{sT}{st}$  46 %.

**Задача 14.** Вероятность рождения ребенка с признаками отца — 1,5 %.

**Задача 15.** Частота признака, зависящая от взаимодействия генов  $A$  и  $B$ , должна быть более высокой, так как эти гены сцеплены.

**Задача 16.** Вероятность рождения ребенка с признаками отца — 45 %.

**Задача 17.** Гены  $P$  и  $D$  находятся в разных хромосомах. Вероятность рождения здорового ребенка 25 % (свободное комбинирование).

**Задача 18.** Расстояние между генами  $B$  и  $C$  может быть равно либо 12 морганид, либо 2 морганиды. Для уточнения расстояния между этими генами необходимо провести дигибридное анализирующее скрещивание.

**Задача 19.** Необходимо скрестить дигетерозиготную серую красноглазую самку с черным пурпурноглазым самцом. Если эти признаки определяются разными сцепленными генами, то в потомстве должны появиться рекомбинанты: серые пурпурноглазые и черные красноглазые мухи в меньшем процентном соотношении, чем некрссоверные особи.

**Задача 20.**  $\begin{pmatrix} A \\ C \end{pmatrix}$  и  $\begin{pmatrix} a \\ c \end{pmatrix}$  — некрассоверные (по 46,6 %);  
 $\begin{pmatrix} a \\ C \end{pmatrix}$  и  $\begin{pmatrix} A \\ c \end{pmatrix}$  — крассоверные (по 3,4 %).

**Задача 21.** Расстояние между генами С и Т равно 7,5 морганид.

**Задача 22.** Расстояние между генами А и В — 6 морганид; между генами М и N — 0,5 морганид; между генами Р и R — 2,5 морганиды.

**Задача 23.**

- $\begin{pmatrix} C \\ B \\ D \\ f \end{pmatrix}$  — некрассоверная (12 %);
- $\begin{pmatrix} C \\ B \\ d \\ F \end{pmatrix}$  — некрассоверная (12 %);
- $\begin{pmatrix} c \\ b \\ D \\ f \end{pmatrix}$  — некрассоверная (12 %);
- $\begin{pmatrix} c \\ b \\ d \\ F \end{pmatrix}$  — некрассоверная (12 %);
- $\begin{pmatrix} C \\ b \\ D \\ f \end{pmatrix}$  — крассоверная (3 %);
- $\begin{pmatrix} C \\ b \\ d \\ F \end{pmatrix}$  — крассоверная (3 %);
- $\begin{pmatrix} c \\ B \\ D \\ f \end{pmatrix}$  — крассоверная (3 %);
- $\begin{pmatrix} c \\ B \\ d \\ F \end{pmatrix}$  — крассоверная (3 %);
- $\begin{pmatrix} C \\ B \\ D \\ F \end{pmatrix}$  — крассоверная (8 %);
- $\begin{pmatrix} c \\ b \\ D \\ F \end{pmatrix}$  — крассоверная (8 %);
- $\begin{pmatrix} c \\ b \\ d \\ f \end{pmatrix}$  — крассоверная (8 %);
- $\begin{pmatrix} C \\ B \\ d \\ f \end{pmatrix}$  — крассоверная (8 %);
- $\begin{pmatrix} C \\ b \\ D \\ F \end{pmatrix}$  — двойная крассоверная (2 %);
- $\begin{pmatrix} c \\ B \\ D \\ F \end{pmatrix}$  — двойная крассоверная (2 %);
- $\begin{pmatrix} C \\ b \\ d \\ f \end{pmatrix}$  — двойная крассоверная (2 %);
- $\begin{pmatrix} c \\ B \\ d \\ f \end{pmatrix}$  — двойная крассоверная (2 %).

**Задача 24.**  $\begin{pmatrix} A \\ D \end{pmatrix}$  и  $\begin{pmatrix} a \\ d \end{pmatrix}$  — некрассоверные (по 50 %).

**Задача 25.** Расстояние между генами — 3,5 морганиды.

**Задача 26.** 27,5 %.

**Задача 27.** 25 %.

**Задача 28.** Ген неравномерной пигментации кожи сцеплен с полом и доминирует над геном нормальной пигментации; в гомозиготном и гемизиготном состоянии обладает плеiotропным летальным действием.

**Задача 29.** Вероятность рождения детей с обеими аномалиями составляет 7,5 %.

## РАЗДЕЛ 6. ИЗМЕНЧИВОСТЬ

**Задача 1.** Используя таблицу генетического кода, определяем предполагаемую последовательность нуклеотидов и-РНК (из-за избыточности генетического кода последовательность нуклеотидов и-РНК может быть различной):

и-РНК — АГУАУААЦГЦЦГАГУ

ДНК — ТЦАТАТТГЦГЦТЦА

После воздействия азотистой кислоты на молекулу ДНК, она приобрела следующее строение:

ДНК\* Т Г А Т А Т Т Г Г Г Г Т Г А

Строим и-РНК и белок.

и-РНК\* АЦУ АУА АЦЦ ЦЦЦ АЦУ

белок\* тре - иле - тре - про - тре

**Задача 2.** Может: в анафазе митоза и в телофазе до завершения цитокинеза.

**Задача 3.** Анеуплоидия — трисомия по половым хромосомам.

Нерасхождение хроматид Y-хромосомы при втором мейотическом делении во время сперматогенеза.

**Задача 4.** Мозаицизм. Нерасхождение одной пары гомологичных хромосом при митозе на ранней стадии эмбриогенеза.

**Задача 5.** Девочка гетерозиготна по генам, определяющим окраску глаз, и у нее оба глаза должны быть карими. Но во время эмбриогенеза в клетках, образующих зачаток одного глаза, произошла соматическая генная мутация, и ген кареглазости превратился в ген голубоглазости; второй глаз остался карим.

**Задача 6.** Она гемизиготна. Вероятность равна 0, так как женщина будет бесплодна (синдром Шерешевского-Тернера).

**Задача 7.** У него трисомия по половым хромосомам — XXУ (синдром Клайнфелтера).

**Задача 8.** В митотическом веретене отсутствовала нить, связывающая данную хромосому с центриолью, поэтому хроматиды не разошлись, а обе переместились к одному полюсу клетки.

**Задача 9.** Нет, так как имеет место комбинативная изменчивость.

**Задача 10.** Тучность является мультифакториальной патологией, зависит от генотипа и условий внешней среды (режима питания и двигательной активности). У родной дочери тучность объясняется как генетической предрасположенностью, так и гиподинамией, а у приемной дочери — только гиподинамией и перееданием. У родного сына существует генетическая предрасположенность к тучности, но постоянный спортивный режим не позволил ей реализоваться.

**Задача 11.** Возможны 2 механизма появления гемофилии у дочери: 1) в гаметах матери произошла генная мутация, вследствие этого девочка гомозиготна по гену гемофилии; 2) нарушение расхождения X-хромосом в

анафазе мейоза I или нарушение расхождения хроматид X-хромосомы в анафазе мейоза II, в результате чего обе X-хромосомы попали в редукционное тельце, а яйцеклетка осталась без X-хромосом. В этом случае девочка имеет только одну X-хромосому, полученную от отца, и гемизиготна по гену гемофилии.

**Задача 12.** У Инны вероятность рождения здоровых детей ниже, чем у Ирины, так как она родилась от пожилой матери. У пожилых женщин в половых клетках частота мутаций возрастает, и они передаются детям.

**Задача 13.** Образуется тимин, что существенно снижает вероятность корректной репарации данной мутации.

**Задача 14.** А.

## РАЗДЕЛ 7. ГЕНЕТИКА ПОЛА

**Задача 1.** а) 7, 10, 4, 8, 23; б) 6+2, 14+2, 44+2.

**Задача 2.** а) XX; б) XY; в) ZW; г) ZZ; д) XX; е) XY.

**Задача 3.**

а) один тип яйцеклеток с X-хромосомой;

б) 2 типа сперматозоидов: один с X-хромосомой, второй с Y-хромосомой;

в) 2 типа яйцеклеток: один с Z-хромосомой, второй с W-хромосомой;

г) один тип сперматозоидов с Z-хромосомой;

д) один тип яйцеклеток с X-хромосомой;

е) два типа сперматозоидов: один с X-хромосомой, второй с Y-хромосомой.

**Задача 4.**

а) два типа яйцеклеток —  $\text{X}^H$   $\text{X}^h$

б) один тип яйцеклеток —  $\text{X}^H$

**Задача 5.**

а) два типа яйцеклеток —  $\text{X}^c$   $\text{X}^c$

б) два типа сперматозоидов —  $\text{X}^c$   $\text{Y}$

**Задача 6.** Вероятность рождения больных детей в данной семье 25 % (50 % от всех мальчиков).

**Задача 7.** Дочери будут различать цвета нормально, что же касается сыновей, то способность их различать цвета будет определяться геном X-хромосомы от гетерозиготной матери, т. е. 50 % сыновей окажутся дальтониками.

**Задача 8.** Все сыновья получают от матери X-хромосому с геном дальтонизма, а от отца — Y-хромосому.

Следовательно, они будут дальтониками, но не гемофиликами. А все дочери получают от матери X-хромосому с геном дальтонизма (но без гена

гемофилии), а от отца — хромосому с геном гемофилии (но без гена дальтонизма).

Значит, они будут гетерозиготами по каждому из этих генов, т. е. внешне здоровыми носительницами обеих болезней.

**Задача 9.** Вероятность равна 0 %, так как он получает от отца Y-хромосому, которая не несет ген гемофилии.

**Задача 10.** Не могут. Между негомологичными участками X- и Y-хромосом у человека кроссинговер не происходит, поэтому мужчина передает своей дочери X-хромосому с обоими генами.

**Задача 11.** Не обнаруживается; единственная X-хромосома не может образовать тельце Барра, так как в конденсированной хромосоме гены не функционируют.

**Задача 12.** Мальчик мог получить ген гемофилии с X-хромосомой только от матери. А мать мальчика получила ген гемофилии или от своей матери (бабушки мальчика) или же от своего отца.

Если от отца, то и ее сестра непременно является носителем гена гемофилии; если от здоровой матери, то ее сестра — носитель гена гемофилии с вероятностью 50 %. Таким образом, волнение мужчины оправданно. Благоприятнее было бы известие об отсутствии заболеваний среди предков по линии бабушки больного мальчика.

**Задача 13.** Наличие генотипа XXY, вероятно, связано с тем, что у одного родителя в мейозе при созревании половых клеток не разошлись половые хромосомы (обе хромосомы попали в одну гамету). Если нерасхождение хромосом произошло у матери, то возникла одна гамета с набором XX, а другая без половых хромосом — 0.

После оплодотворения таких яйцеклеток сперматозоидами с X- или Y-хромосомой могут получиться зиготы XXX, XXY, или Y0.

Если же нерасхождение хромосом произошло у отца, то образовались сперматозоиды XY и 0. Слияние таких сперматозоидов с нормальными яйцеклетками приводит к наборам XXY и X0. Одновременное нерасхождение хромосом у матери и отца могло бы привести к наборам XXXY и 00. Особи с генотипами X0, XXX, XXXY, страдают тяжелыми врожденными аномалиями. Особи с генотипами Y0, 00 у человека нежизнеспособны.

**Задача 14.** 1) 22,5 %. 2) 5 %. 3) 72,5 %.

**Задача 15.** 6,25 %.

**Задача 16.** Генотип матери  $\frac{X^{Dh}}{X^{dh}}$ .

У ее сыновей три варианта фенотипов, так как сцепление генов у нее неполное и образуются кроссоверные и некроссоверные гаметы. У такой женщины могут родиться здоровые сыновья и дочери, так как при мейозе может образоваться гамета, в которой будут оба доминантные аллели.

**Задача 17.** Вероятность рождения дочери с обеими аномалиями — 12,5 %.

**Задача 18.** Вероятность рождения ребенка без аномалий составляет 25 % (девочек — 50 %; мальчиков — 0 %).

**Задача 19.** а) вероятность проявления гипертрихоза у мальчиков составляет 100 %;

б) без аномалий в этой семье могут быть все девочки.

**Задача 20.** Вероятность рождения следующего ребенка с нормальными зубами составляет 25 %.

**Задача 21.** Вероятность рождения больного ребенка составляет 25 %.

**Задача 22.** Вероятность рождения мальчика с карими глазами и дальтоника составляет 12,5 %; вероятность рождения голубоглазой с цветовой слепотой девочки — 0 %.

**Задача 23.** Вероятность рождения следующего ребенка с нормальным цветом зубов составляет 25 %.

**Задача 24.** Вероятность рождения больного ребенка составляет 62,5 %.

**Задача 25.** Вероятность рождения второго ребенка здоровым составляет 75 %. В  $\frac{3}{4}$  случаев он будет иметь II группу крови, в  $\frac{1}{4}$  случаев — I группу крови.

**Задача 26.** Вероятность того, что девочка будет дальтоником 50 %, так как в  $\frac{1}{2}$  случаев X-хромосому с патологическим геном она может получить от отца, а в  $\frac{1}{2}$  случаев от матери X-хромосому с нормальным геном.

**Задача 27.** а) при синдроме Клайнфелтера — 47,XXY, 48,XXYY;  
б) при синдроме Шерешевского-Тернера — 45,X0.

**Задача 28.** Синдром нечувствительности к андрогенам. Андрогеновый рецептор.

## РАЗДЕЛ 8. ПОПУЛЯЦИОННАЯ ГЕНЕТИКА

**Задача 1.** 1,98 %

**Задача 2.** 1,41 %.

**Задача 3.** Частота встречаемости рецессивной аллели = 3 %; частота встречаемости доминантной аллели = 97 %; частота встречаемости доминантных гомозигот = 94,09 %; частота встречаемости гетерозигот = 5,82 %; частота встречаемости больных (рецессивных гомозигот) = 0,09 %.

**Задача 4.** Частота группы M = 36 %, MN = 48 %.

**Задача 5.** Частота группы M = 1 %, MN = 18 %.

**Задача 6.** Частота встречаемости аллели  $L^N = 0,4$  (40 %);  $L^M = 0,6$  (60 %).

**Задача 7.** Частота встречаемости аллели, обуславливающей подагру = 10,55 %; частота встречаемости аллели, обуславливающей нормальный обмен мочевой кислоты = 89,45 %; частота встречаемости доминантных гомозигот = 1,13 %; частота встречаемости гетерозигот = 18,87 %; частота встречаемости рецессивных гомозигот = 80 %.

**Задача 8.** Частота встречаемости гетерозигот составляет  $\frac{1}{189}$  (0,0053).

**Задача 9.** 1 % особей популяции будут альбиносами.

**Задача 10.** Частота встречаемости гетерозигот в популяции составляет 0,0198 %.

**Задача 11.** Частота встречаемости доминантных гомозигот в популяции составляет 99,1 %.

**Задача 12.** Количество гетерозигот в популяции составляет  $\frac{1}{158}$  (0,6329 %).

**Задача 13.** Частота встречаемости группы крови MN у белого населения США составляет 50 %, у индейцев — 34 %, у эскимосов Гренландии — 16 %, у австралийских аборигенов — 30 %.

**Задача 14.** Доля гетерозиготных растений среди представителей первого поколения составит 50 %; второго поколения — 25 %; третьего — 12,5 %; четвертого — 6,25 %.

**Задача 15.** Частота встречаемости гена альбинизма у ржи составляет 5 %.

**Задача 16.** Частота встречаемости генотипов гомозиготных рыжих лисиц составляет 94,09 %; гетерозиготных рыжих — 5,82 % и белых — 0,09 %.

**Задача 17.** Частота встречаемости у женщин данной популяции генотипов доминантных гомозигот составляет 0,846 (84,6 %); гетерозигот — 0,147 (14,7 %); рецессивных гомозигот — 0,006 (0,6 %).

**Задача 18.** Частота встречаемости аллели, обуславливающей красную окраску скота, в данном районе составляет 70 %, а аллели, детерминирующей белую окраску — 30 %.

**Задача 19.** 0,0707.

**Задача 20.** 0,2428.

**Задача 21.** 49500.

**Задача 22.**  $p = 0.4521$ ,  $q = 0.5479$ ,  $p^2 = 0.2044$ ,  $2pq = 0.4954$   $q^2 = 0.3002$ .

**Задача 23.** 240 тыс. чел.

**Задача 24.** 0.0221, 0.0055.

**Задача 25.**  $p = 0.1056$ ,  $q = 0.8944$ ,  $p^2 = 0.0112$ ,  $2pq = 0.1889$ ,  $q^2 = 0.8$ .

## РАЗДЕЛ 9. МЕТОДЫ ГЕНЕТИКИ ЧЕЛОВЕКА

**Задача 1.** Сцепленный с X-хромосомой рецессивный тип наследования.

**Задача 2.** Сцепленный с X-хромосомой доминантный тип наследования.

**Задача 3.** Голандрический тип наследования.

**Задача 4.** Коэффициент наследования равен 1, поэтому признак полностью определяется наследственностью.

**Задача 5.** На основании этих данных можно предположить врожденную компоненту предрасположенности к наследственному заболеванию.

Для уточнения диагноза необходимо использовать цитогенетический и биохимический методы генетики человека.

**Задача 6.** Наличие трех половых хромосом свидетельствует о том, что у плода имеется хромосомная болезнь пола (синдром Клайнфелтера или трисомия X), что является показанием для прерывания беременности.

**Задача 7.** Больны могут быть дети, получившие от больного отца X-хромосому, т. е. все 3 дочери. Сыновья здоровы, так как получили от отца Y-хромосому.

**Задача 8.** Нет. Монозиготные близнецы имеют идентичный набор генов, но в синтезе белков могут участвовать разные гены, при условии, что эти близнецы живут в разных условиях.

**Задача 9.** Всем беременным женщинам должны проводиться непрямые методы (акушерско-гинекологическое обследование; медико-генетическое обследование; серологическое обследование (альфа-фетопротеин и др.), а также прямые неинвазивные методы (ультрасонография), так как они безопасны для матери и плода.

**Задача 10.** Заболевание одинаково часто встречается у женщин и у мужчин, дети с заболеванием рождаются от имеющих заболевание родителей.

**Задача 11.** Заболевание одинаково часто встречается у женщин и у мужчин, дети с заболеванием рождаются в том числе и от не имеющих заболевание родителей.

**Задача 12.** Дети с заболеванием рождаются от имеющих заболевание родителей; если заболевание имеет только мать, то независимо от пола, вероятность рождения больного ребенка равна 50 %, если только отец — заболевание передается всем дочерям, но никому из сыновей.

**Задача 13.** Наличие X-хроматина свидетельствует о том, что в этой клетке две X-хромосомы. Вероятно, во время митоза произошло нерасхождение хроматид X-хромосомы (к одному полюсу клетки отошли две хроматиды, а к другому ни одной).

**Задача 14.** Дети с заболеванием рождаются в том числе и от не имеющих заболевание родителей, в семье заболевание имеют в основном либо исключительно мужчины, заболевание передается сыновьям по материнской линии, дочери имеющих заболевание отцов являются носителями.

**Задача 15.** 97 %.

## РАЗДЕЛ 10. МЕДИКО-ГЕНЕТИЧЕСКОЕ КОНСУЛЬТИРОВАНИЕ

### Задача 1.

а) фенилкетонурия;

б) для установления диагноза необходимо провести определение активности фенилаланингидроксилазы в крови ребенка или микробиологический тест Гатри;

в) вероятность рождения в этой семье следующего ребенка с такой же патологией 25 %;

г) амниоцентез с последующей биохимической диагностикой клеток плода и использованием методов рекомбинантной ДНК.

### **Задача 2.**

а) сцепленный с полом рецессивный тип наследования; все больные в этой семье гемизиготны ( $X^hY$ ); мать и тетки пробанда по линии матери гетерозиготны ( $X^H X^h$ ), генотип пробанда достоверно установить невозможно;

б) 25 %, если женщина гетерозиготна, 0 %, если женщина гомозиготна;

в) поскольку дальтонизм не имеет тяжелых медицинских и социальных последствий врач может рекомендовать сохранить беременность.

### **Задача 3.**

а) голандрический тип наследования;

б) вероятность рождения больного мальчика 100 %, девочки — 0 %.

### **Задача 4.**

а) тип наследования — сцепленный с X-хромосомой рецессивный, все больные в семье гемизиготны ( $X^hY$ ), мать пробанда, тетка и бабушка по линии матери гетерозиготны ( $X^H X^h$ ), все здоровые мужчины в семье имеют генотип  $X^H Y$ ;

б) 50 %;

в) амниоцентез с последующей биохимической диагностикой заболевания;

г) медицинские рекомендации — при подтверждении диагноза прерывание беременности.

### **Задача 5.**

а) тип наследования — сцепленный с X-хромосомой доминантный;

б) 75 % потомков будут больны рахитом: 100 % девочек и 50 % мальчиков;

в) проинформировать родителей высоком риске рождения больного рахитом ребенка и о мерах его предупреждения.

### **Задача 6.**

а) галактоземия;

б) анализ мочи на белок и галактозу, анализ крови для определения активности галактозо-1-фосфатуридилтрансферазы в эритроцитах;

в) прекратить кормление ребенка молоком, что приведет к «нормокопированию» заболевания;

г) 25 %.

### **Задача 7.**

а) синдром Патау (трисомия 13);

б) цитогенетический метод;

в) амниоцентез.

### **Задача 8.**

а) синдром Дауна (трисомия 21);

б) цитогенетический метод;

- в) прогноз относительно благоприятный, однако продолжительность жизни сокращена (около 50 лет), нарушения интеллекта различной степени;
- г) исследование эмбрионспецифических белков, амниоцентез,

**Задача 9.**

- а) синдром «кошачьего крика» (делеция короткого плеча 5-й хромосомы);
- б) цитогенетический метод;
- в) прогноз неблагоприятный (продолжительность жизни сокращена);
- г) амниоцентез.

**Задача 10.**

- а) здоровый брат пробанда, больного гемофилией А, не унаследовал мутацию от матери;
- б) вероятность того, что здоровая сестра гемофилика передаст своему ребенку мутантную аллель гемофилии, составляет 12,5 %;
- в) вероятность того, что при наличии трех детей в семье один ребенок будет больным, составляет 37,5 %.

**Задача 11.**

- а) здоровый брат пробанда может быть гетерозиготен (вероятность гетерозиготности, учитывая его фенотип —  $\frac{2}{3}$  или 66,6 %). Гетерозиготный отец может передать своему ребенку аллель афибриногенемии, с вероятностью  $\frac{1}{2}$  (50 %). Общая вероятность передачи здоровым братом пробанда гена афибриногенемии своему ребенку равна  $\frac{2}{3} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{3}$  (33,3 %);
- б) при браке брата пробанда с женщиной, которая не является его родственницей, в связи с очень редким распространением гена в популяции, вероятность рождения больного ребенка мала;
- в) при браке брата пробанда со своей двоюродной сестрой, при условиях, изложенных в данной задаче, вероятность рождения больного ребенка равна 4,2 %;
- г) сестра пробанда, больного этой формой гемофилии, при вступлении в брак с мужчиной, который не является ее родственником, в связи с очень редким распространением гена афибриногенемии в популяции, имеет крайне низкий шанс иметь больного ребенка. Врач должен рассеять опасения сестры пробанда.

**Задача 12.** В семье Б. этот дефект имеет наследственную природу, поэтому он может повториться у других детей и у внуков, если они получат соответствующий ген. В семье А. такого гена нет; дефект, вероятно, возник под влиянием тератогена и не должен повторяться, если исключить тератогенные воздействия в период беременности.

**Задача 13.** Нет. Твистер — младший не мог передать сыну X-хромосому.

**Задача 14.** Отсутствие Y-хроматина само по себе свидетельствует лишь об отсутствии у плода Y-хромосомы, т. е. о том, что плод женского пола. Но одновременное отсутствие и X-хроматина говорит о том, что дан-

ный плод имеет всего лишь одну X-хромосому, т. е. его хромосомный набор 45,X0.

Следовательно, эта девочка имеет синдром Шерешевского-Тернера. Тем более, что в ее единственной X-хромосоме может (с вероятностью 50 %) оказаться аллель гемофилии, ведь ее мать гетерозиготна по данному гену. Поэтому здесь имеются серьезные показания для прерывания беременности.

**Задача 15.** Лечащий врач поступил правильно. Присутствие X-хроматина свидетельствует о наличии у А. и Б. лишней X-хромосомы, устранить которую невозможно. Гормонотерапия была направлена на инактивацию этой X-хромосомы путем ее перехода в конденсированное состояние — глыбку X-хроматина.

Повышение числа клеток с X-хроматином у больного А. свидетельствует о положительном эффекте данного гормона, снижение содержания X-хроматина у Б. говорит о том, что данный гормон ему противопоказан, так как вызывает увеличение числа клеток с активной X-хромосомой.

**Задача 16.** Наличие у сына гемофилии свидетельствует о том, что его мать (обратившая в консультацию женщина) имеет аллель гемофилии. Отец тоже имеет аллель гемофилии. Поэтому существует высокая вероятность (50 %) гемофилии не только у сына, но и у дочери, которая может быть гомозиготной по данному гену.

В обоих случаях есть равные показания для прерывания беременности, но учитывая современные методики молекулярно-генетических методов, можно провести амниоцентез, найти в амниотической жидкости клетки плода и методом генной дактилоскопии обнаружить в генотипе наличие или отсутствие патологической аллели. В случае его отсутствия беременность необходимо сохранить

**Задача 17. б.**

**Задача 18. в.**

**Задача 19. а.**

**Задача 20. д.**

**Задача 21. г.**

**Задача 22. б.**

**Задача 23. в.**

**Задача 24. а)** при синдроме Эдвардса — 47,XX,18+; 47,XY,18+;

б) при синдроме Патау — 47,XX,13+; 47,XY,13+;

в) при синдроме Дауна — 47,XX,21+; 47,XY,21+; 46,XX,14-,t (<sup>21</sup>/<sub>14</sub>); 46,XY,14-,t (<sup>21</sup>/<sub>14</sub>);

г) при синдроме «кошачьего крика» — 46,XX 5p-; 46,XY,5p-.

**Задача 25.** Миодистрофия Дюшенна.

## РАЗДЕЛ 11. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ГЕНЕТИЧЕСКИ ОБУСЛОВЛЕННЫХ СОБЫТИЙ

**Задача 1.** Вероятность появления ретинобластомы у следующего ребенка —  $\frac{1}{2} \times 0,6 = 0,3$  или 30 %.

**Задача 2.** Риск рождения больного ребенка составляет  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{8}$  (12,5 %).

**Задача 3.** Мать гетерозиготна. Ее дочери гетерозиготны с вероятностью  $\frac{1}{2}$  (50 %).

При условии, что их мужья будут здоровы риск для внуков от дочерей —  $\frac{1}{8}$  (12,5 %); дети, как больных, так и здоровых сыновей будут здоровы.

**Задача 4.** а) вероятность рождения ребенка с ахондроплазией —  $\frac{1}{2}$  (50 %);

б) вероятность равна 1 (100 %).

**Задача 5.** а) вероятность равна  $\frac{1}{2}$  (50 %);

б) вероятность равна  $\frac{3}{4}$  (75 %).

**Задача 6.** а) вероятность рождения мальчика —  $\frac{1}{2}$  (50 %);

б) вероятность, что вторым ребенком будет девочка, равна  $\frac{1}{2}$  (50 %);

в) вероятность, что вторым ребенком будет мальчик равна  $\frac{1}{2}$  (50 %).

**Задача 7.** а) вероятность рождения двух девочек равна  $\frac{1}{4}$  (25 %);

б) вероятность, что первым ребенком будет девочка, а вторым мальчик, равна  $\frac{1}{4}$  (25 %);

в) вероятность, что один из детей будет девочка, а второй мальчик равна  $\frac{1}{2}$  (50 %).

**Задача 8.** а) вероятность, что первый ребенок будет больным, равна 50 %;

б) вероятность, что второй ребенок будет здоровым, равна 50 %;

в) вероятность, что оба ребенка будут больны, равна 25 %.

**Задача 9.** а) вероятность, что первый ребенок будет больным, равна 25 % (или  $\frac{1}{4}$ );

б) вероятность, что три ребенка будут здоровы — 42,2 % ( $\frac{3}{4} \times \frac{3}{4} \times \frac{3}{4} = \frac{27}{64}$  или 42,2 %);

в) дети, имеющие в генотипе аллель n (больные и гетерозиготные носители) составляют 75 %.

**Задача 10.** а) вероятность, что внук будет болен (nn), равна  $\frac{1}{16}$  (6,25 %);

б) вероятность, что внук будет гетерозиготным носителем (Nn) равна  $\frac{6}{16}$  (37,5 %);

в) вероятность, что внук будет либо больным, либо гетерозиготным носителем равна  $\frac{1}{16} + \frac{6}{16} = \frac{7}{16}$  (43,75 %).

**Задача 11.** а) вероятность, что сын получит рецессивный аллель (n) от гетерозиготного отца, равна  $\frac{1}{2}$  (50 %);

б) вероятность, что внук получит рецессивный аллель (n) от гетерозиготного деда, равна  $\frac{1}{4}$  (25 %);

в) вероятность, что правнук получит рецессивный аллель (n) от гетерозиготного прадеда, равна  $\frac{1}{8}$  (12,5 %).

**Задача 12.**

А. Априорная вероятность, что пробанд является гетерозиготным носителем (Aa)	1/2
Б. Априорная вероятность, что пробанд не является гетерозиготным носителем (AA)	1/2
В. Вероятность рождения в этом браке двух здоровых детей, если пробанд является гетерозиготным носителем	$(\frac{3}{4})^2 = \frac{9}{16}$
Г. Вероятность рождения в этом браке двух здоровых детей, если пробанд гомозиготен (AA)	1
Д. Апостериорная вероятность, что пробанд является гетерозиготным носителем	$\frac{(\frac{9}{16} * \frac{1}{2})}{(\frac{9}{16} * \frac{1}{2} + 1 * \frac{1}{2})} = \frac{9/16}{(9/32 + 1/2)} = \frac{9}{25} = 0,36$
Е. Вероятность рождения больного ребенка в семье пробанда (на основании апостериорной вероятности)	$\frac{9}{25} * \frac{1}{4} = \frac{9}{100} = 9\%$

**Задача 13.**

А. Априорная вероятность, что пробанд является гетерозиготным носителем ( $X^H X^h$ )	0,5
Б. Априорная вероятность, что пробанд не является гетерозиготным носителем ( $X^H X^H$ )	0,5
В. Вероятность рождения в этом браке двух здоровых сыновей, если пробанд является гетерозиготным носителем	$0,5 * 0,5 = 0,25$
Г. Вероятность рождения в этом браке двух здоровых детей, если пробанд гомозиготен	1
Д. Апостериорная вероятность, что пробанд является гетерозиготным носителем	$\frac{0,5 * 0,25}{0,5 * 0,25 + 0,5 * 1} = 0,2 (20\%)$

**Задача 14.**

А. Априорная вероятность, что пробанд является гетерозиготным носителем ( $X^H X^h$ )	0,5
Б. Априорная вероятность, что пробанд не является гетерозиготным носителем ( $X^H X^H$ )	0,5
В. Вероятность рождения в этом браке одного здорового сына, если пробанд является гетерозиготным носителем	0,5
Г. Вероятность рождения в этом браке двух здоровых детей, если пробанд гомозиготен	1
Д. Апостериорная вероятность, что пробанд является гетерозиготным носителем	$\frac{0,5 * 0,5}{0,5 * 0,5 + 0,5 * 1} = 0,33 (33\%)$

### Задача 15.

А. Априорная вероятность, что пробанд является гетерозиготным носителем (Aa)	0,5
Б. Априорная вероятность, что пробанд не является гетерозиготным носителем (AA)	0,5
В. Вероятность рождения в этом браке троих здоровых детей, если пробанд является гетерозиготным носителем	$0,75*0,75*0,75=0,42$
Г. Вероятность рождения в этом браке двух здоровых детей, если пробанд гомозиготен	1
Д. Апостериорная вероятность, что пробанд является гетерозиготным носителем	$0,5*0,42 / 0,5*0,42+0,5*1 = 0,3 (30 \%)$
Е. Вероятность рождения больного ребенка в семье пробанда (на основании апостериорной вероятности)	$0,3*0,25 = 0,075 (7.5 \%)$

## РАЗДЕЛ 12. РАЗМНОЖЕНИЕ ОРГАНИЗМОВ

**Задача 1.** В интеркинезе не происходит репликации ДНК, поэтому мутантный ген может попасть только в одну из дочерних клеток — в яйцеклетку или в полярное тельце. Вероятность образования зиготы с этим геном — 50 %.

**Задача 2.** Карิโอтип овогоний и ооцитов I порядка у этой женщины — 47 хромосом. При мейозе I лишняя хромосома может попасть (с вероятностью 50 %) в овоцит II порядка. После мейоза II такого овоцита обе дочерние клетки (яйцеклетка и редукционное тельце) — получают лишнюю хромосому. Вероятность наличия лишней 21-й хромосомы в зиготе составляет 50 %.

**Задача 3.** В профазе мейоза I происходят конъюгации гомологичных хромосом и кроссинговер, в результате которого у некоторых сперматоцитов гены А и С могут оказаться в одной хромосоме. Поэтому образование, сперматозоидов с двумя мутантными генами возможно.

**Задача 4.** Овоцит I порядка находится в яичнике женщины десятки лет (от ее рождения до момента овуляции), поэтому у него больше возможности подвергаться неблагоприятным воздействиям, причем вероятность его повреждения тем выше, чем в более позднем возрасте произошла овуляция. У мужчин же сперматоциты I порядка образуются после рождения, причем продолжительность их существования составляет около 70–80 суток, независимо от возраста мужчины.

**Задача 5.** Если беременность наступила у женщины 37 лет, овоцит I порядка находился в яичнике 37 лет, за это время он мог подвергаться многократным воздействиям мутагенов и других неблагоприятных факторов. Поэтому у зиготы может быть нарушен и генотип, и декор (состав ци-

топлазмы в разных участках зиготы), от которого будет зависеть включение генов у зародыша в период образования зародышевых листков.

**Задача 6.** Представители одного клона генетически идентичны (если не было мутаций), а потомки гермафродитной особи, полученные в результате полового размножения, будут генетически различными из-за рекомбинации генов при мейозе и оплодотворении.

**Задача 7.** Для обоих — около 12 ч (от овуляции до внедрения сперматозоида).

**Задача 8.** Зигота получит цитоплазму с измененной дифференцировкой, и это неблагоприятно отразится на реализации генетической программы в период образования зародышевых листков.

**Задача 9.** 50 %, так как лишняя хромосома при первом мейотическом делении может попасть в ооцит II порядка или в полярное тельце.

**Задача 10.** Нет, так как генетическая комбинаторика происходит не только при кроссинговере, но и в результате случайного расхождения хромосом в анафазе I и II мейотического деления.

**Задача 11.** Особи, полученные путем бесполого размножения, генетически идентичны — они все образовались из соматических клеток, генетическая идентичность которых обеспечивается митотическим циклом. А особи, возникшие в результате полового процесса, все генетически различны, потому что при развитии сперматозоидов и яйцеклеток происходит генетическая комбинаторика.

**Задача 12.** Суммируя число рубцов от желтых тел, можно установить общее число имевших место овуляций — 74. Считая, что из каждого фолликула выходит по одному ооциту каждые 28 дней, получим репродуктивный период, равный более чем пяти годам. Таким образом, возраст начала овуляций можно условно определить, как 16-17 лет.

### РАЗДЕЛ 13. ОНТОГЕНЕЗ

**Задача 1.** Не образует, так как иммунологическая система плода не функционирует.

**Задача 2.** Этот дефект может быть связан с нарушением структуры генов, участвующих в синтезе мембранных белков.

**Задача 3.** Пересадка клеток дорсальной губы бластопора (организатор) на брюшную сторону другого зародыша.

**Задача 4.** Полное равномерное.

**Задача 5.** 1) телобластический. 2) энтероцельный.

**Задача 6.** Новое место обитания (оплодотворение происходит в яйцеводе, а имплантация в матке).

**Задача 7.** Новый способ питания за счет материнского организма

**Задача 8.** Новая среда обитания.

**Задача 9.** Из мезодермы.

**Задача 10.** Молекулы клеточной адгезии (SAM) ответственны за взаимодействие клеток в зародыше.

**Задача 11.** 1) Прямое развитие. 2) Непрямое развитие.

**Задача 12.** Подростковый период и второй период среднего возраста.

**Задача 13.** Первый период среднего возраста и период пожилого возраста.

**Задача 14.** Лимфоидный.

**Задача 15.** Общий.

**Задача 16.** Мозговой.

**Задача 17.** Общий.

**Задача 18.** Люди с различными конституционными типами имеют предрасположенности к разным заболеваниям.

**Задача 19.** Некоторые патологические состояния проявляются характерным габитусом, что способствует их диагностике.

**Задача 20.** Биологическая смерть характеризуется необратимыми структурно-функциональными нарушениями органов и тканей, в особенности нервной системы. При клинической смерти этого не наблюдается, для нее характерны обратимые отсутствие сознания, прекращение кровообращения и дыхания.

## РАЗДЕЛ 14. РЕГЕНЕРАЦИЯ И ТРАНСПЛАНТАЦИЯ

**Задача 1.** Ввиду значительной общности генетики и физиологии животных, данные, полученные при исследовании одного вида, могут быть экстраполированы на другие виды. Многие эксперименты, недопустимые для проведения на человеке, могут быть проведены на животных.

**Задача 2.** Так как всего одна клетка восстановила все типы тканей, она является плюрипотентной.

**Задача 3.** Эпиморфоз.

## РАЗДЕЛ 15. МЕДИЦИНСКАЯ ПРОТИСТОЛОГИЯ

**Задача 1.** Дизентерийная амeba, большая вегетативная форма.

**Задача 2.** Дизентерийной амebe.

**Задача 3.** Кишечной амebe.

**Задача 4.** Нет, воспитательница цистоноситель дизентерийной амebe.

**Задача 5.** Только алиментарно.

**Задача 6.** Амeбиаз.

**Задача 7.** Вегетативные формы ротовой амebe.

**Задача 8.** *Lambliа intestinalis*, лямблиоз.

**Задача 9.** Кожно-слизистый лейшманиоз; обнаружение паразита в мазках из содержимого язв.

**Задача 10.** Кожный лейшманиоз.

**Задача 11.** Безжгутиковая форма *L. tropica*.

**Задача 12.** Кожный лейшманиоз городского типа.

**Задача 13.** Нет, заражение лейшманиозом происходит трансмиссивным путем.

**Задача 14.** Трипаносома.

**Задача 15.** Африканский трипаносомоз (сонная болезнь); обнаружение паразита в мазках периферической крови, пунктатах лимфатических узлов, спинномозговой жидкости, иммунологические методы.

**Задача 16.** Африканский трипаносомоз (сонная болезнь), переносчик — муха це-це.

**Задача 17.** *Trichomonas vaginalis*.

**Задача 18.** Балантидиаз.

**Задача 19.** *Balantidium coli*.

**Задача 20.** *P. malaria*.

**Задача 21.** *P. ovale*.

**Задача 22.** *P. falciparum*.

**Задача 23.** *P. vivax*.

**Задача 24.** *P. falciparum*.

**Задача 25.** Малярия.

**Задача 26.** Шизонтная малярия.

**Задача 27.** *Toxoplasma gondii*.

**Задача 28.** Промежуточный хозяин — человек, собака, курица, корова; основной хозяин — кошка.

**Задача 29.** Токсоплазмоз.

**Задача 30.** Врожденный токсоплазмоз.

**Задача 31.** *Toxoplasma gondii*.

**Задача 32.** *Cryptosporidium parvum*. Фекально-оральным механизмом, скорее всего, при употреблении воды, содержащей ооцисты.

## РАЗДЕЛ 16. МЕДИЦИНСКАЯ ГЕЛЬМИНТОЛОГИЯ

### Тип ПЛОСКИЕ ЧЕРВИ (PLATHEL MINTHES).

#### КЛАСС СОСАЛЬЩИКИ (TREMATODA)

**Задача 1.** Фасцилиоз; исследование дуоденального содержимого или фекалий на яйца фасциол.

**Задача 2.** Описисторхоз; исследование дуоденального содержимого или фекалий на яйца описисторха.

**Задача 3.** Кошачий сосальщик.

**Задача 4.** Кошачий сосальщик.

**Задача 5.** Парагонимоз.

**Задача 6.** Шистосома урогенитальная.

**Задача 7.** Шистосома Менсона.

**Задача 8.** Длительное раздражение шипами яиц слизистой; скопление яиц паразита являются центрами образования камней.

**Задача 9.** Шистосомидный дерматит.

## Тип ПЛОСКИЕ ЧЕРВИ (PLATHELMINTHES). КЛАСС ЛЕНТОЧНЫЕ ЧЕРВИ (CESTODA)

**Задача 1.** Тениоз.

**Задача 2.** Вооруженный (свиной) цепень.

**Задача 3.** Яйца тениид.

**Задача 4.** Нет. Промежуточным хозяином свиного цепня является свинья.

**Задача 5.** Говядина.

**Задача 6.** Невооруженный (бычий) цепень.

**Задача 7.** Нет. Только через мясо промежуточного хозяина — крупного рогатого скота.

**Задача 8.** Яйцо карликового цепня.

**Задача 9.** Эхинококкоз.

**Задача 10.** *Alveococcus multilocularis*.

**Задача 11.** Нет, человек для альвеококка является промежуточным хозяином и в его организме половозрелые формы червя, продуцирующие яйца не образуются.

**Задача 12.** Сырая икра щуки.

**Задача 13.** Обнаружены яйца лентеца широкого.

**Задача 14.** Лентец широкий.

**Задача 15.** *Taeniarrhynchus saginatus* (= *Taenia saginata*) — невооруженный (бычий) цепень, *Echinococcus granulosus* — эхинококк и альвеококк.

**Задача 16.** Гименолепидоз, микроскопию фекалий с целью обнаружения яиц.

## Тип КРУГЛЫЕ ЧЕРВИ (NEMATHELMINTHES). КЛАСС СОБСТВЕННО КРУГЛЫЕ ЧЕРВИ (NEMATODA)

**Задача 1.** Яйцо аскариды.

**Задача 2.** Миграционный аскаридоз.

**Задача 3.** Аскаридоз, трихоцефалез, энтеробиоз.

**Задача 4.** Аскаридоз.

**Задача 5.** Аскаридоз. Меры профилактики: личная гигиена, тщательное мытье овощей, фруктов и ягод горячей водой; защита продуктов от мух и тараканов — механических переносчиков яиц аскариды; выявление и лечение больных, компостирование свежих человеческих фекалий, охрана окружающей среды (почва, источники воды) от загрязнения яйцами аскарид, санитарно-просветительная работа.

**Задача 6.** Яйцо власогилава.

**Задача 7.** Трихоцефалез.

**Задача 8.** Трихоцефалез.

**Задача 9.** Трихинеллез; лабораторная диагностика: общий анализ крови, серологические реакции, микроскопическое исследование биоптатов икроножных или дельтовидных мышц.

**Задача 10.** Острица.

**Задача 11.** Острица.

**Задача 12.** Энтеробиоз.

**Задача 13.** Энтеробиоз.

**Задача 14.** При несоблюдении правил личной гигиены возможна аутоинвазия.

**Задача 15.** *Enterobius vermicularis*. Обследование всех детей на энтеробиоз. Влажная уборка и санитарная обработка мебели, беседы с учителями и детьми об опасности заражения энтеробиозом.

**Задача 16.** Трихинеллез.

**Задача 17.** Трихинеллез.

**Задача 18.** Дикие кабаны, грызуны, медведи.

**Задача 19.** Трихинеллез.

**Задача 20.** Анкилостомоз; исследование фекалий на наличие яиц и личинок анкилостомид.

**Задача 21.** *Ancylostoma duodenale*, *Necator americanus*, *Strongyloides stercoralis*.

**Задача 22.** Дракункулез.

**Задача 23.** Ришта (*Dracunculus medinensis*), длина тела самок — 30-150 см, самцов — 12-29 мм.

**Задача 24.** Онхоцеркоз.

**Задача 25.** *Wuchereria bancrofti* и *Brugia malayi*; нарушение оттока лимфы при закупорке филяриями лимфатических сосудов.

**Задача 26.** Яйца аскариды, власоглава, лентеца широкого, трематод, тениид.

**Задача 27.** Метод закручивания по Шульману.

**Задача 28.** Метод Горячева.

**Задача 29.** Парагонимоз, цистицеркоз, эхинококкоз.

**Задача 30.** Цистицеркоз, эхинококкоз, альвеококкоз, трихинеллез, дракункулез.

**Задача 31.** Первый – аскарида, второй – власоглав.

**Задача 32.** Аскаридоз.

**Задача 33.** Энтеробиоз.

**Задача 34.** Трихинеллез.

## РАЗДЕЛ 17. МЕДИЦИНСКАЯ АРАХНОЭНТОМОЛОГИЯ

### Отряд Клещи (ACARI)

**Задача 1.** Поражение кожных покровов тироглифными клещами, которые вызывают «зерновую чесотку».

**Задача 2.** Чесотка.

**Задача 3.** Нет. Специфическим переносчиком клещевого возвратного тифа является аргазовый клещ *Ornithodoros papillipes*.

**Задача 4.** Слюна иксодовых клещей содержит анестезирующие вещества.

**Задача 5.** Зуд связан с прогрызанием ходов в коже и продвижением по ним клещей; ночью повышается температура тела и клещи активизируются.

**Задача 6.** Аргазовые.

**Задача 7.** Иксодовые.

**Задача 8.** Аргазовые клещи

**Задача 9.** *Demodex folliculorum*.

### КЛАСС НАСЕКОМЫЕ (INSECTA)

**Задача 1.** Обнаружены вши р. *Pediculus* (*Pediculus humanus capitis*). Являются специфическими переносчиками возбудителей вшивого возвратного и вшивого сыпного тифа, вызывают педикулез.

**Задача 2.** Мошки — механические переносчики возбудителей туляремии, сибирской язвы, проказы, промежуточные хозяева и специфические переносчики онхоцеркоза. Мошки совместно с мокрецами, комарами, слепнями составляют основу гнуса.

**Задача 3.** Переносчиками возбудителей малярии являются комары р. *Anopheles*.

**Задача 4.** Механические переносчики возбудителей инфекционных и инвазионных заболеваний, могут нападать на спящих грудных детей, сгрызать эпидермис в носогубном треугольнике и заносить инфекцию.

**Задача 5.** Возбудитель — трипаномы (*Trypanosoma cruzi*), переносчик — поцелуйный клоп (*Triatoma infestans*).

**Задача 6.** *Sarcopsylla penetrans* — песчаная блоха; болезнь — саркопсиллез.

**Задача 7.** Педикулез; подтвердить визуально нахождением в волосах головных вшей.

**Задача 8.** Вухерериоза и бругиоза.

**Задача 9.** Отряд *Diptera*, семейство *Tabanidae* — слепни.

**Задача 10.** Мухи и тараканы, которые являются механическими переносчиками возбудителей инфекционных и инвазионных заболеваний.

**Задача 11.** Возбудитель — трипаномы (*Trypanosoma brucei gambiense* и *Trypanosoma brucei rhodesiense*), переносчик — муха це-це (*Glossina palpalis*).

**Задача 12.** Слепни — механические переносчики возбудителей туляремии, сибирской язвы и полиомиелита, промежуточными хозяевами и специфическими переносчиками лоаоза. Слюна токсична, укусы довольно болезненны.

**Задача 13.** Мокрецы — механические переносчики возбудителей туляремии, промежуточные хозяева и специфические переносчики филяриатозов.

**Задача 14.** Механические переносчики инфекций, такие как *Musca domestica*.

**Задача 15.** Саркопсиллез. Контакт с почвой.

**Задача 16.** Американский трипаносомоз (болезнь Шагаса). Поцелуйный клоп.

**Задача 17.** *Cimex lectularius*. Не является переносчиком заболеваний.

**Задача 18.** Отряд Двукрылые (Diptera), семейство Слепни (Tabanidae).

**Задача 19.** Африканский трипаносомоз. *Tripanosoma brucei*, *Glossina palpalis*.

**Задача 20.** Миаз, вызванный оводами.

## РАЗДЕЛ 18. ЯДОВИТЫЕ ОРГАНИЗМЫ

### ЯДОВИТЫЕ ГРИБЫ И РАСТЕНИЯ

**Задача 1.** Эрготизм (отравление спорыньей).

**Задача 2.** Отравление строчком обыкновенным.

**Задача 3.** Бледная поганка.

**Задача 4.** Афлатоксины.

**Задача 5.** Мухомор красный.

**Задача 6.** Отравление парами эфирного масла багульника болотного, так как он растет по соседству с клюквой на болоте.

**Задача 7.** Пижма обыкновенная.

**Задача 8.** Полынь горькая.

**Задача 9.** Отравление волчегонником обыкновенным.

**Задача 10.** Отравление препаратами конопли посевной.

**Задача 11.** Отравление красавкой обыкновенной.

**Задача 12.** Борщевик Сосновского.

**Задача 13.** Отравление синтетическими препаратами мака снотворного.

**Задача 14.** Отравление пасленом черным.

**Задача 15.** Ландыш майский.

**Задача 16.** Отравление бледной поганкой. Нет.

**Задача 17.** Мухомор. Благоприятный (редко вызывает летальный исход).

### ЯДОВИТЫЕ ЖИВОТНЫЕ

**Задача 1.** Отравление ядом медузы крестовичка.

**Задача 2.** Отравление ядом медузы морской осы.

**Задача 3.** Отравление ядом брюхоногого моллюска конуса.

**Задача 4.** Необходимо обеспечить покой, наложить тепло на зону ужаления, дать анальгетики. Квалифицированная помощь направлена на нормализацию функций нервной системы и купирование болевого синдрома.

**Задача 5.** Удаляют жало из кожных покровов, затем промывают пораженные участки кожи раствором этилового или нашатырного спирта. Хорошим эффектом обладают противогистаминные препараты, однако в тяжелых случаях необходимо обращаться за медицинской помощью.

**Задача 6.** Морские ерши.

**Задача 7.** В настоящее время нет противоядия, единственная возможность спасти отравившегося человека — это искусственное поддержание работы дыхательной и кровеносной систем, пока не закончится действие яда.

**Задача 8.** Пятнистая саламандра.

**Задача 9.** Укус гадюки.

**Задача 10.** Гюрза.

**Задача 11.** Ехидна.

**Задача 12.** Камышовая жаба.

**Задача 13.** Сигуатера. Благоприятный прогноз (в дальнейшем наступило выздоровление без каких-либо долгосрочных симптомов).

## **РАЗДЕЛ 19. ФИЛОГЕНЕЗ СИСТЕМ ОРГАНОВ ХОРДОВЫХ**

**Задача 1.** Недостаточностью анаболий.

**Задача 2.** Рекапитуляцией.

**Задача 3.** Недостаточностью анаболий.

**Задача 4.** Недостаточностью анаболий.

**Задача 5.** Рекапитуляцией, недостаточностью анаболий.

**Задача 6.** Рекапитуляцией.

**Задача 7.** Рекапитуляцией, недостаточностью анаболий.

**Задача 8.** Конвергенцией.

**Задача 9.** Рекапитуляцией, недостаточностью анаболий.

**Задача 10.** Гетерохронией.

**Задача 11.** Недостаточностью анаболий.

**Задача 12.** Недостаточностью анаболий.

**Задача 13.** Недостаточностью анаболий.

**Задача 14.** Параллелизмами.

**Задача 15.** Недостаточностью анаболий.

**Задача 16.** Гетеротопией.

**Задача 17.** Рекапитуляцией.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бекиш, О.-Я. Л.* Медицинская биология и общая генетика : учеб. для студ. высш. учеб. учреждений по специальности «Лечебное дело» / О.-Я. Л. Бекиш, В. Я. Бекиш. 3-е изд., испр. и доп. Витебск : БГМУ, 2018. 420 с.
2. *Биология* : учеб. : в 2 т. / под ред. В. Н. Ярыгина. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. 917 с.
3. *Биология* развития : учеб.-метод. пособие / В. В. Давыдов [и др.]. Минск : БГМУ, 2023. 215 с.
4. *Медицинская* биология и общая генетика : учеб. / Р. Г. Заяц [и др.]. 3-е изд., испр. Минск : Выш. школа, 2017. 480 с.
5. *Медицинская* паразитология : учеб.-метод. пособие / В. В. Давыдов [и др.]. Минск : БГМУ, 2024. 211 с.
6. *Молекулярная* биология : учеб.-метод. пособие / В. В. Давыдов [и др.]. Минск : БГМУ, 2023. 199 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие .....	3
Раздел 1. Цитология.....	4
Организация потока вещества и энергии в клетке.....	4
Структура и функция клеточного ядра.....	5
Временная организация клетки.....	5
Раздел 2. Молекулярная генетика .....	6
Генная инженерия .....	12
Раздел 3. Закономерности наследования.....	22
Закономерности образования гамет .....	22
Моногибридное скрещивание .....	24
Полигибридное скрещивание.....	28
Множественные аллели, плеiotропия, летальные гены, пенетрантность.....	32
Раздел 4. Взаимодействие генов.....	35
Раздел 5. Сцепление генов .....	42
Раздел 6. Изменчивость .....	51
Раздел 7. Генетика пола .....	55
Раздел 8. Популяционная генетика.....	62
Раздел 9. Методы генетики человека.....	67
Раздел 10. Медико-генетическое консультирование .....	71
Раздел 11. Определение вероятности генетически обусловленных событий .....	80
Раздел 12. Размножение организмов .....	84
Раздел 13. Основы онтогенеза .....	87
Раздел 14. Регенерация и трансплантация .....	89
Раздел 15. Медицинская протистология .....	91
Раздел 16. Медицинская гельминтология .....	97
Тип Плоские черви (Plathelminthes).	
Класс Сосальщико (Trematoda).....	97
Тип Плоские черви (Plathelminthes).	
Класс Ленточные черви (Cestoda).....	99
Тип Круглые черви (Nemathelminthes). Класс Собственно круглые черви (Nematoda). Лабораторная диагностика гельминтозов.....	102

Раздел 17. Медицинская арахноэнтомология.....	107
Отряд Клещи (Acari), Семейство Иксодовые (Ixodidae) .....	107
Класс Насекомые (Insecta) .....	108
Раздел 18. Ядовитые организмы .....	111
Ядовитые грибы и растения.....	111
Ядовитые животные .....	115
Раздел 19. Филогенез систем органов хордовых .....	119
Раздел 20. Ответы.....	123
Раздел 1. Цитология .....	123
Раздел 2. Молекулярная генетика .....	123
Раздел 3. Закономерности наследования .....	127
Раздел 4. Взаимодействие генов .....	131
Раздел 5. Сцепление генов .....	133
Раздел 6. Изменчивость .....	136
Раздел 7. Генетика пола .....	137
Раздел 8. Популяционная генетика.....	139
Раздел 9. Методы генетики человека .....	140
Раздел 10. Медико-генетическое консультирование.....	141
Раздел 11. Определение вероятности генетически обусловленных событий.....	145
Раздел 12. Размножение организмов.....	147
Раздел 13. Онтогенез .....	148
Раздел 14. Регенерация и трансплантация.....	149
Раздел 15. Медицинская протистология.....	149
Раздел 16. Медицинская гельминтология .....	150
Раздел 17. Медицинская арахноэнтомология .....	152
Раздел 18. Ядовитые организмы .....	154
Раздел 19. Филогенез систем органов хордовых .....	155
Список использованной литературы.....	156

Учебное издание

**Бутвиловский** Валерий Эдуардович  
**Григорович** Виктор Васильевич  
**Давыдов** Владимир Витольдович  
**Корбут** Юлия Игоревна

# МЕДИЦИНСКАЯ БИОЛОГИЯ

Сборник задач

Ответственный за выпуск В. В. Давыдов  
Компьютерная вёрстка А. В. Янушкевич

Подписано в печать 13.06.24. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Снегурочка».  
Ризография. Гарнитура «Times».  
Усл. печ. л. 9,30. Уч.-изд. л. 8,4. Тираж 300 экз. Заказ 634.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования  
«Белорусский государственный медицинский университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий №1/187 от 24.11.2023.  
Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.