

**Частное образовательное учреждение высшего образования  
«Русско-Британский Институт Управления»  
(ЧОУВО РБИУ)  
Общеобразовательная школа «7 ключей»**

Ворошилова ул., д. 12, Челябинск, 454014. Тел. (351) 216-10-10, факс 216-10-30. E-mail: [info@rbiu.ru](mailto:info@rbiu.ru), [school7keys@rbiu.ru](mailto:school7keys@rbiu.ru)

СОГЛАСОВАНО:

Заместитель директора по УВР

 О.С. Васильева

«28» августа 2017 г.



Н.А. Попова

«28» августа 2017 г.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
К УЧЕБНОМУ ПРЕДМЕТУ «БИОЛОГИЯ»**

СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ПРЕДМЕТНАЯ ОБЛАСТЬ «ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ»  
10-11 КЛАССЫ

Разработал: Васильева Оксана Сергеевна, учитель биологии и химии

Принято  
на заседании Педагогического совета  
Общеобразовательной школы «7 ключей»  
Протокол № 1 от 28.08.2017

Рассмотрено  
на заседании Методического объединения  
учителей естественно-математических дисциплин  
Протокол № 1 от 25.08.2017

Челябинск, 2017 г.

## I. Пояснительная записка к методическим материалам

Цель работы – обобщить знания по решению различных типов задач по молекулярной биологии

Предлагаемая работа может стать помощником при овладении методикой решения задач по генетике и молекулярной биологии во время подготовки к урокам общей биологии в 10-11 классе.

Для решения таких задач необходимо очень хорошо понимать биологический смысл процессов, происходящих в клетке, последовательность этапов биосинтеза белка, знать особенности строения нуклеиновых кислот, их свойства и функции, свойства генетического кода, уметь пользоваться таблицей генетического кода, знать теоретические основы и закономерности генетических процессов. В помощь старшеклассникам предлагается разбор типовых задач по генетике и молекулярной биологии с алгоритмами решения и оформлением решения задач.

Среди заданий по цитологии логично выделить несколько основных типов задач.. Первый тип задач связан с определением процентного содержания нуклеотидов в ДНК. Задачи 2,3,4, типов посвящены работе с таблицей генетического кода, а также требуют знаний по процессам транскрипции и трансляции. Такие задачи встречаются в большинстве диагностических работ и оцениваются максимальным количеством баллов (3 балла в случае правильного решения).

## II. Перечень методических материалов по предмету

1. Методические рекомендации по решению генетических задач
2. Методические рекомендации по решению задач по молекулярной биологии
3. Методические рекомендации по решению экологических задач

## III. Характеристика методических материалов

### Методические материалы по решению генетических задач

#### Основные понятия генетики

**Генетика** – наука, обладающая особым языком, поэтому для ее освоения этому языку следует научиться. Понятия предлагаются не в алфавитном порядке, а в логической последовательности.

**Ген** – элементарная единица наследственности, участок молекулы ДНК, несущий информацию об одном белке, тем самым определяя развитие признака.

**Гомологичные хромосомы** – одинаковые по строению и составу; парные хромосомы.

**Локус** – участок хромосомы, в котором расположен ген.

**Аллель** – одно из возможных структурных состояний гена.

**Аллельные гены** – гены, расположенные в одинаковых локусах гомологичных хромосом и отвечающие за развитие одного и того же признака.

**Признак (фен)** – любая особенность организма (цвет глаз, длина ресниц, способность складывать язык в трубочку и др.).

**Альтернативные признаки** (взаимоисключающие) – контрастное проявление одного признака (владение рукой: правша – левша).

**Признак (как и аллель гена) по своему проявлению может быть либо доминантным, либо рецессивным:**

**Доминантный признак** – преобладающий, подавляющий проявление рецессивного.

**Рецессивный признак** – подавляемый.

**Фенотип** – совокупность всех признаков организма.

**Генотип** – совокупность всех генов организма. Генотип всегда содержит парное число генов. Удобнее считать, что любой изучаемый организм получен в результате полового размножения, т.е. развивается из зиготы.

**Зигота** – оплодотворенная яйцеклетка, содержащая диплоидный набор хромосом, т.е. парное число генов. Так как ее гомологичные хромосомы могут содержать как одинаковые, так и разные аллели гена, различают несколько видов зигот, а, следовательно, и организмов. Говорят о том, что в зиготе закладываются разные генотипы.

*Различают следующие варианты генотипов:*

**Гомозигота** – зигота, содержащая одинаковые аллели данного гена. Различают два вида гомозигот: гомозигота по доминантному признаку (AA) и гомозигота по рецессивному признаку (aa). /Следовательно, *гомозиготный организм* – организм, гомологичные хромосомы которого содержат одинаковые аллели данного гена./

**Гетерозигота** – зигота, содержащая разные аллели данного гена (Aa). /*Гетерозиготный организм* – организм, гомологичные хромосомы которого содержат разные аллели данного гена./

**Доминирование** – форма взаимодействия между разными (доминантным и рецессивным) аллелями гена. Доминирование может быть **полным**, при котором доминантный аллель полностью подавляет действие рецессивного, и **неполным**, при котором гетерозиготные особи обладают промежуточным проявлением признака.

**Гибридизация** – скрещивание организмов, отличающихся друг от друга по одному или нескольким признакам. Потомки от такого скрещивания именуется **гибридами**. Подобное скрещивание может быть *моногибридным* (моно- – один), *дигибридным* (ди- – два), *полигибридным* (поли- – много).

**Анализирующее скрещивание** – скрещивание исследуемой особи с доминантными признаками с рецессивной гомозиготой, производимое для установления генотипа первой.

**Сцепленное наследование** – совместное наследование генов, расположенных в одной хромосоме.

**Группа сцепления** – совокупность генов одной хромосомы. Располагаются линейно, контролируют развитие разных признаков.

### Проверьте себя:

#### 1. Какие из перечисленных признаков являются альтернативными:

- 1) прямые волосы; 6) голубые глаза;
- 2) маленькие глаза; 7) темные волосы;
- 3) отсутствие веснушек; 8) волнистые волосы;
- 4) большие глаза; 9) карие глаза;
- 5) светлые волосы; 10) веснушки.

Сколько признаков рассматривается в предложенном задании? Какие? Выпишите парами номера альтернативных признаков.

#### 2. Перечисляем несколько генов кролика:

черной окраски меха (1), висячего уха (2), мохнатого меха (3), гладкого меха (4), глухоты (5), белой окраски меха (6).

Определите: а) какие из них являются аллельными генами;

б) для каких из перечисленных генов не указаны аллельные гены?

#### 3. Даны символические обозначения нескольких генов: A, D, b, f, F, a, B, c.

Выпишите пары аллельных генов.

#### 4. Распределите в три столбца (какие?) предложенные генотипы:

Bb, aa, AABb, AaBb, DD, aabb, AABbDD, bb, Dd, AA, AaBbDd, aabbdd.

#### 5. Сколько аллелей одного гена содержится в:

- а) в яйцеклетке в) в соматической клетке
- б) в зиготе г) в сперматозоиде

**6. Ответьте на вопросы, используя данные таблицы:**

<b>Доминантный признак</b>	<b>Рецессивный признак</b>
красная окраска венчика гороха	белая окраска венчика гороха
черная окраска меха кролика	белая окраска меха кролика
карий цвет глаз человека	голубой цвет глаз человека

1. У гороха посевного красные цветки. Что можно сказать о его фенотипе? Сколько и какие генотипы может иметь такое растение? Запишите их.
2. У кролика белый мех. Сколько и какие генотипы может иметь такой кролик? Запишите их.
3. Сколько и какие фенотипы могут иметь кролики, описанные в таблице? Запишите их.
4. У человека карие глаза. Сколько и какие генотипы может иметь человек с таким фенотипом? А если глаза голубые? Запишите их.

**Основные законы генетики**

- **Правило чистоты гамет:** при образовании половых клеток в каждую гамету попадает только один ген из каждой аллельной пары. Чистота гамет обеспечивается независимым расхождением хромосом при мейозе.
- **Правило единообразия гибридов первого поколения (первый закон Менделя):** гибриды первого поколения ( $F_1$ ), полученные при скрещивании гомозиготных особей, единообразны по генотипу и фенотипу и обладают доминантным признаком.  
(Нужно уметь применять не только прямые, но и обратные формулировки законов Менделя. В данном случае это звучит так: если гибриды единообразны (одинаковы) по фенотипу (и генотипу), то их родители гомозиготны)
  - **Закон расщепления (второй закон Менделя):** в потомстве ( $F_2$ ), полученном при скрещивании гибридов первого поколения ( $F_1$ ), наблюдается расщепление признаков в соотношении **3 к 1**: 75% гибридов второго поколения обладают доминантными и 25% - рецессивными признаками.  
(Обратная формулировка: Если в потомстве наблюдается расщепление по фенотипу с соотношением 3:1, то родительские особи гетерозиготны по данному признаку)
    - **Закон независимого наследования признаков (третий закон Менделя):** каждая пара признаков наследуется независимо от другой.
    - **Закон сцепленного наследования (закон Моргана):** гены, локализованные в одной хромосоме, наследуются совместно (сцеплено).

**Проверьте себя:**

1. **Сколько и какие сорта гамет образует особь, генотип которой:**
  - а) BB в) aaBB д) AaBb
  - б) AABb г) AABb е) AABbDD
2. **Вставьте пропущенные слова:**  
Черно-бурые лисы были чистокровными. Следовательно, лисы были \_\_\_\_\_ по признаку \_\_\_\_\_, и образовывали \_\_\_\_\_ сорт(а) гамет.
3. **Каковы генотипы гомозиготных родителей при моногибридном скрещивании?**
  - а) Aa и Aa в) BB и bb
  - б) BB и Bb г) Aa и aa
4. **У особи с генотипом Aabb образуются гаметы**
  - а) Ab, bb в) Aa, AA
  - б) Ab, ab г) Aa, bb
5. **Наличие в гамете одного гена из каждой пары аллелей – это цитологическая основа**
  - а) хромосомной теории наследственности;

- б) закона сцепленного наследования;
- в) закона независимого наследования;
- г) гипотезы чистоты гамет.

6. *Какую генетическую закономерность иллюстрирует данная схема:*

P: Aa × Aa

F<sub>1</sub>: AA, Aa, Aa, aa

- а) закон расщепления; в) закон сцепленного наследования;
- б) правило единообразия; г) хромосомную теорию наследственности

7. *Если гены, отвечающие за развитие нескольких признаков, расположены в одной хромосоме, то проявляется закон*

- а) расщепления; в) неполного доминирования;
- б) сцепленного наследования; г) независимого наследования.

8. *При скрещивании кроликов с мохнатой и гладкой шерстью все крольчата в потомстве имели мохнатую шерсть. Какая закономерность наследования проявилась при этом?*

- а) независимого наследования; в) единообразия первого поколения;
- б) неполное доминирование; г) расщепления признаков.

### Символы, используемые при решении генетических задач

P - родительские организмы;

♀ - женский организм («мама»);

♂ - мужской организм («папа»);

(×) – знак скрещивания;

G (g) – гаметы, обводятся кружочком; удобнее: кружочком – яйцеклетки, кружочком с хвостиком – сперматозоиды (спермии).

Организмы, полученные от скрещивания особей с различными признаками, - *гибриды*, а совокупность таких гибридов – *гибридное поколение*, которое обозначают латинской буквой F с цифровым индексом, соответствующим порядковому номеру гибридного поколения. Например: первое поколение (дети) обозначают F<sub>1</sub>; если гибридные организмы скрещиваются между собой, то их потомство обозначают F<sub>2</sub> (внуки), третье поколение (правнуки) – F<sub>3</sub> и т.д.

Для того, чтобы правильно решить задачу, нужно прежде всего внимательно прочитать и осмыслить ее условие. Чтобы определить тип задачи, необходимо выяснить:

- сколько пар признаков рассматривается в задаче;
- сколько пар генов контролируют развитие признаков;
- какие организмы (гомозиготные, гетерозиготные) скрещиваются;
- каков тип скрещивания (прямое, обратное, анализирующее и т.д.);
- сцепленно или независимо наследуются гены, контролирующие развитие признаков;
- связано ли наследование признака с половыми хромосомами;
- сколько классов фенотипов (или генотипов) образуется в потомстве, полученном от скрещивания, и каково их количественное соотношение.

Иногда в задаче требуется определить, какой из рассматриваемых признаков является доминантным, а какой – рецессивным. Для этого достаточно помнить, что **доминантный признак всегда проявляется фенотипически** (за исключением неполного доминирования).

При решении задач не возникает затруднений с определением числа и типов гамет, образуемых организмом, если учитывать нижеследующее:

1. Соматические клетки – диплоидны, поэтому **каждый ген представлен двумя аллелями гомологичной пары** (по одной аллели в каждой хромосоме).

2. Гаметы всегда гаплоидны. Так как во время мейоза происходит равномерное распределение хромосом между образующимися гаметами, **каждая гамета содержит только по одной хромосоме из каждой гомологичной пары**. Например, соматические клетки гороха посевного содержат 14 хромосом (или 7 пар гомологичных хромосом), поэтому каждая гамета получает по 7 хромосом (по одной хромосоме из каждой гомологичной пары).

3. Так как **каждая гамета** получает только одну хромосому из каждой гомологичной пары, она **получает и одну аллель из каждой аллельной пары генов**.

4. **Число типов гамет равно  $2^n$** , где  $n$  – число генов, находящихся в гетерозиготном состоянии. Например, особь с генотипом **AaBBCC** образует 2 типа гамет ( $2^1=2$ ), с генотипом **AaBbCc** – 8 типов ( $2^3=8$ ).

5. При оплодотворении происходит слияние мужской и женской гамет, поэтому **дочерняя особь получает одну гомологичную хромосому (одну аллель гена) от отца, а другую (другую аллель) – от матери**.

По условию многих генетических задач генотип скрещиваемых особей неизвестен. Умение определять генотипы – одно из важнейших умений, которым необходимо овладеть. Решение задач такого типа начинают с анализа родителей по потомству. Анализ можно проводить как по фенотипу, так и по генотипу.

#### **Анализ генотипа родителей по фенотипу потомства**

1. Анализ начинают с особей, у которых фенотипически проявляется рецессивный признак. Такие особи всегда гомозиготны и их генотип однозначен (**aa, aacc**).
2. Особи несущие доминантный(е) признак(и), могут быть как гомозиготными, так и гетерозиготными (при полном доминировании).
3. Если потомство, полученное от скрещивания, единообразно и несет доминантный признак, то точно определить генотип родителей невозможно, так как возможны два варианта:
  - обе родительские особи гомозиготны;
  - одна из родительских особей гомозиготна, а другая гетерозиготна.
2. **Анализ генотипа родителей по генотипу потомства**
  1. Потомство с гомозиготным генотипом можно получить только от скрещивания таких же родителей.
  2. Единообразное гетерозиготное потомство можно получить только от скрещивания родителей, один из которых гомозиготен по доминантному признаку, а другой – по рецессивному.
  3. Если в потомстве наблюдается расщепление, то возможны два варианта (в зависимости от формулы расщепления):
    - одна родительская особь гетерозиготна, другая – гомозиготна по рецессивному признаку;
    - обе родительские особи гетерозиготны.
3. **При определении генотипов родительских особей** всегда следует помнить, что **один ген из аллельной пары дочерняя особь получает от материнского организма, а другой от – отцовского**.

Некоторые задачи по генетике имеют несколько вариантов решения (например, в случае, когда генотип особи, несущей доминантный признак, неизвестен). При решении таких задач необходимо рассмотреть все возможные варианты скрещиваний.

#### **Основные этапы решения задач по генетике**

Дать универсальную схему для решения разных типов задач по генетике практически невозможно. Здесь рассматриваются лишь основные этапы, в той или иной степени присутствующие при решении задач разного типа. При решении задач по определенным темам последовательность этапов может изменяться, а их содержание модифицироваться.

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

### Оформление задач по генетике

При решении задач по генетике используется специальная символика, предложенная Г. Менделем:

P – родители;

F – потомство от скрещивания, число внизу или сразу после буквы указывает на порядковый номер поколения (F<sub>1</sub> – гибриды первого поколения – прямые потомки родителей, F<sub>2</sub> – гибриды второго поколения – возникают в результате скрещивания между собой гибридов F<sub>1</sub>;

× - значок скрещивания;

♂ - мужская особь;

♀ - женская особь;

**A, a, B, b, C, c** – обозначение буквами латинского алфавита отдельно взятых наследственных признаков (заглавными – доминантных, строчными – рецессивных).

Делая записи, следует учитывать, что:

1. Первым принято записывать генотип женской особи, а затем – мужской (**верная запись - ♀AABB × ♂aabb**; неверная запись - ♂aabb × ♀AABB).
2. Гены одной аллельной пары всегда пишут рядом (**верная запись - ♀AABB**; неверная запись – АВАВ)/
3. При записи генотипа буквы, обозначающие признаки, всегда пишутся в алфавитном порядке, независимо от того, какой признак – доминантный или рецессивный – они обозначают (**верная запись - ♀aaBB**; неверная запись – Вbaa).
4. Если известен только фенотип особи, то при записи ее генотипа пишут лишь те гены, наличие которых бесспорно. **Ген, который невозможно определить по фенотипу, обозначают значком «\_»** (например, если желтая окраска (**A**) и гладкая форма (**B**) семян гороха – доминантные признаки, а зеленая окраска (**a**) и морщинистая форма (**b**) – рецессивные, то генотип особи с желтыми морщинистыми семенами записывают следующим образом: **A\_bb**).
5. Под генотипом **всегда** пишут фенотип.
6. Гаметы записывают, обводя их кружком (Ⓐ).
7. У особей определяют и записывают типы гамет, а не их количество (тем более, что их может быть множество).
8. **Фенотипы и типы гамет пишутся строго под соответствующим генотипом.**
9. Результаты скрещивания всегда **носят вероятностный характер** и выражаются либо в процентах, либо в долях единицы.

### Раздел 1

#### Моногибридное, дигибридное и полигибридные скрещивания

**Задача 1.** Галактоземия (неспособность усваивать молочный сахар) наследуется как аутосомный рецессивный признак. Успехи современной медицины позволяют предупредить развитие болезни и избежать тяжелых последствий нарушения обмена.

Какова вероятность рождения ребенка в семье, где один из супругов гомозиготен по гену галактозимии, а второй гетерозиготен по галактозимии?

**Задача 2.** Фенилкетонурия (нарушение обмена фенилаланина, в результате которого развивается слабоумие) наследуется как рецессивный признак.

Какими могут быть дети в семье, где родители гетерозиготны по этому признаку?

**Задача 3.** Миоплегия (периодические параличи) передается по наследству как доминантный признак.

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

**Задача 4.** У человека ген, вызывающий одну из форм наследственной глухонемоты, рецессивен по отношению к гену нормального слуха.

Какое потомство можно ожидать от брака гетерозиготных родителей?

**Задача 5.** Голубоглазый мужчина, родители которого имели карие глаза, 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 здесь лиц?

**Задача 6.** У человека умение владеть правой рукой доминирует над умением владеть преимущественно левой рукой. Мужчина правша, мать которого была левша, женился на женщине правше, имеющей трех братьев и сестер, двое из которых – левши.

Определите возможные генотипы женщины и вероятность того, что дети, родившиеся от этого брака, будут левшами.

**Задача 7.** У человека ген полидактилии (шестипалость) доминирует над нормальным строением кисти. В семье, где один из родителей имеет нормальное строение кисти, а второй – шестипалый, родился ребенок с нормальным строением кисти.

Какова вероятность рождения следующего ребенка тоже без аномалии?

**Задача 8.** У человека полидактилия (шестипалость) определяется доминантным геном. Его рецессивный аллель обуславливает развитие нормального количества пальцев. От брака гетерозиготных шестипалых родителей родился ребенок с шестью пальцами. Можно ли ожидать появления у них детей с нормальным количеством пальцев?

**Задача 9.** У человека ген, вызывающий одну из наследственных форм глухонемоты, рецессивен по отношению к гену нормального слуха. Может ли от брака глухонемой женщины с нормальным гомозиготным мужчиной родиться глухонемой ребенок?

**Задача 10.** Кареглазый мужчина женится на голубоглазой женщине, у них родилось 8 кареглазых детей.

Каковы наиболее вероятные генотипы всех членов этой семьи, если признак контролируется одним геном?

**Задача 11.** Голубоглазый мужчина, оба родителя которого имели карие глаза, женился на кареглазой женщине, отец которой имел карие, а мать – голубые глаза. От этого брака родился голубоглазый ребенок.

Каковы наиболее вероятные генотипы всех упомянутых лиц, если признак контролируется одним геном? Какова вероятность рождения в этой семье кареглазого ребенка?

**Задача 12.** У Володи и его родного брата Коли глаза серые, а у их сестры Наташи – голубые. Мама этих детей голубоглазая, ее родители имели серые глаза.

Как наследуется голубая и серая окраска глаз, если признак контролируется одним геном? Какой цвет глаз у папы Володи, Коли и Наташи? Каковы наиболее вероятные генотипы всех членов семьи? Дайте аргументированный ответ.

**Задача 13.** Детская форма семейной амавротической идиотии (болезнь Тея-Сакса) наследуется как аутосомный рецессивный признак и обычно заканчивается смертельным исходом к 4-5 годам. Первый ребенок в семье умер от этой болезни в то время, когда должен был родиться второй.

Какова вероятность того, что второй ребенок будет страдать той же болезнью?



**Задача 14.** Альбинизм наследуется у человека как аутосомный рецессивный признак. В семье, где один из супругов альбинос, а другой нормален, родились разнояйцовые близнецы, один из которых нормален в отношении анализируемой болезни, а другой – альбинос.

Какова вероятность рождения следующего ребенка-альбиноса?

**Задача 15.** Кровь большинства людей содержит антиген Rh, который наследуется как доминантный признак (резус-положительные люди). В крови других людей нет этого антигена (резус-отрицательные люди).

Какие группы крови могут появиться у детей, родившихся от брака двух резус-отрицательных родителей? В случае если один из родителей резус-отрицательный, а другой – резус-положительный? От брака двух резус-положительных родителей?

**Задача 16.** В родильном доме в одну ночь родилось четыре младенца, имевших группы крови O, A, B и AB. Группы крови четырех родительских пар были: I пара – O и O; II пара – AB и O; III пара – A и B; IV пара – B и B. Четырех младенцев можно с полной достоверностью распределить по родительским парам.

Как это сделать? Каковы генотипы всех родителей и детей?

**Задача 17.** В родильном доме случайно перепутали двух мальчиков. Родители одного из них имеют A и O группы крови, родители другого – A и AB, мальчики имеют A и O группы крови.

Определите, кто чей сын и генотипы родителей и детей.

**Задача 20.** У матери группа крови O, у отца AB.

Могут ли дети унаследовать группу крови одного из своих родителей? Дайте аргументированный ответ. Какие группы крови могут быть у детей этих родителей?

**Задача 21.** Женщина с группой крови B имеет ребенка с группой крови O.

Каковы их генотипы, и каким не может быть генотип отца?

**Задача 22.** У матери группа крови O, у отца – группа AB.

Могут ли дети унаследовать группу крови своей матери? Если да, то с какой вероятностью? Если нет, то почему?

**Задача 23.** От брака между женщиной с группой крови AB и женщиной с группой крови A родилось трое детей с группами крови B, AB и O.

Определите генотипы родителей и детей. Нет ли в этом сообщении чего-либо вызывающего сомнение?

**Задача 24.** Можно ли исключить отцовство, если мать имеет группу крови A, ребенок – группу крови B, а предполагаемые отцы – группы крови O и AB? Дайте аргументированный ответ.

**Задача 25.** У матери нулевая группа крови, у отца группа крови B.

Могут ли дети унаследовать группу крови матери? Каковы генотипы матери и отца?

**Задача 26.** Кровь одного из родителей относится к группе A, другого – к группе B.

Каковы генотипы родителей, если у них имеется много детей со следующими группами крови: а) у всех AB; б) половина AB, половина B; в) половина AB, половина A; г)  $\frac{1}{4}$  AB,  $\frac{1}{4}$  A,  $\frac{1}{4}$  B,  $\frac{1}{4}$  O.

**Задача 27.** У женщины группа крови AB, у ее отца – та же группа крови. Муж женщины имеет группу крови O, его мать – группу A.

Определите генотипы всех указанных лиц. Какие группы крови могут быть у детей мужчины и женщины?

**Задача 28.** У детей группы крови A и B, у матери – группа AB.

Какая группа крови может быть у отца этих детей? Можно ли определить генотипы всех членов семьи? Дайте аргументированный ответ.

**Задача 29.** Если в семье, где у отца кровь группы A, а у матери – группы B, первый ребенок имел кровь группы O, то какова вероятность появления следующего ребенка с той же группой крови? Какие группы крови могут быть еще у детей от этого брака?

**Задача 30.** Если у родителей, имеющих кровь группы В и О, родился ребенок с группой крови О, то какова вероятность, что их следующий ребенок будет иметь кровь группы В? А? Какие генотипы членов этой семьи?

## Раздел 2

### Наследование сцепленных с полом признаков

**Задача 1.** Рецессивный ген гемофилии (несвертываемость крови) сцеплен с X-хромосомой (с полом). Отец девушки страдает гемофилией, тогда как 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)?

**Задача 2.** Отец и сын – дальтоники, а мать различает цвета нормально.

Правильно ли будет сказать, что в этой семье сын унаследовал свой недостаток зрения от отца?

**Задача 3.** 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 4.** Дочь дальтоника выходит замуж за сына другого дальтоника, причем жених и невеста различают цвета нормально.

Каким будет зрение у их детей?

**Задача 5.** Какие дети могли бы родиться от брака гемофилика с женщиной, страдающей дальтонизмом, а в остальном имеющей благополучный генотип?

**Задача 6.** В семье, где отец болен гемофилией, а мать фенотипически здорова и имеет благополучный генотип, родился мальчик.

Какова вероятность наличия у него гемофилии?

**Задача 7.** Отец страдает одновременно гемофилией и дальтонизмом.

Могут ли дети получить от него только один из этих патологических генов?

**Задача 8.** 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 9.** 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 10.** 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 11.** 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 12.** 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 13.** Укажите формулу кариотипа:

а) при синдроме Клайнфельтера;

б) при синдроме Шерешевского-Тернера.

**Задача 14.** У человека признак гемофилии рецессивен и сцеплен с полом (ген локализуется в X-хромосоме и не имеет аллеля в Y-хромосоме). Девушка, отец которой страдал гемофилией, выходит замуж за здорового по этому признаку мужчину.

Каких детей можно ожидать от этого брака?

**Задача 15.** У человека дальтонизм определяется рецессивным аллелем гена, расположенного в X-хромосоме и не имеющего аллельного гена в Y-хромосоме. От брака родителей с нормальным зрением родился ребенок дальтоник.

Каков пол ребенка?

**Задача 16.** У человека отсутствие потовых желез наследуется как сцепленный с полом рецессивный признак, альбинизм (отсутствие пигментации) – как аутосомный рецессивный. У родителей нормальное развитие признаков, а у сына – отсутствие пигментации и потовых желез.

Определите: 1) генотипы родителей; 2) вероятность рождения второго сына с двумя аномалиями; 3) вероятность рождения здорового сына.

**Задача 17.** У человека цветовая слепота обусловлена рецессивным геном (с), а нормальное умение различать цвета – доминантным геном (С). Оба гена локализованы в X-хромосоме. Женщина с нормальным зрением, но гетерозиготная по этому признаку, вышла замуж за человека, страдающего цветовой слепотой. У них было девять детей.

Сколько детей, родившихся от этого брака, могли иметь нормальное зрение?

**Задача 18.** Отсутствие потовых желез у людей передается по наследству как рецессивный признак, сцепленный с X-хромосомой. Наличие потовых желез – доминантный признак. Гетерозиготная здоровая женщина вышла замуж за здорового мужчину. От этого брака родилось девять детей, из них четыре мальчика.

Сколько детей не имели потовых желез?

**Задача 19.** У человека рецессивный ген *h*, обуславливающий одну из форм гемофилии, локализован в X-хромосоме и наследуется сцепленно. Этот ген является полуплетальным для мужчин и летальным для женщин. Здоровая женщина, отец которой был болен гемофилией, вышла замуж за здорового юношу. У них было семь детей.

Сколько детей в этой семье могут быть здоровыми?

**Задача 20.** У человека цветовая слепота обусловлена рецессивным геном (с), локализованным в X-хромосоме, а нормальное умение различать цвета – доминантным геном (С). Определите, каких детей можно ожидать от следующих браков:

1. ♀  $X^cX^c$  × ♂  $X^cY$ ; 2) ♀  $X^cX^c$  × ♂  $X^cY$ ; 3) ♀  $X^cX^c$  × ♂  $X^cY$ .

### Раздел 3

#### Плейотропия, пенетрантность

**Задача 1.** Хондродистрофия (нарушение развития скелета) в большинстве случаев зависит от доминантного гена с полной пенетрантностью, причем гомозиготы по этому гену погибают от рождения. Супруги больны хондродистрофией.

Определите вероятность рождения у них здорового ребенка.

**Задача 2.** По данным шведских генетиков, некоторые формы шизофрении наследуются как аутосоно-доминантные признаки. У гомозигот пенетрантность гена равна 100%, а у гетерозигот – 20%. Определите вероятность рождения больных детей в семье, где оба родителя гетерозиготны.

**Задача 3.** Подагра определяется доминантным аутосомным геном. По некоторым данным (В.П.Эфроимсон, 1968), пенетрантность 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 нормален по анализируемому признаку?

**Задача 4.** Ген В, детерминирующий брахидактилию (короткие и толстые пальцы), в гомозиготном состоянии приводит к гибели особи. Гетерозиготы жизнеспособны.

Определите процент жизнеспособности детей у гетерозиготных родителей.

**Задача 5.** 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 другой родитель здоров.

**Задача 6.** Арахнодактилия (паучьи пальцы) наследуется как аутосомно-доминантный признак с пенетрантностью 30%. Умение преимущественно владеть левой рукой наследуется как аутосомно-рецессивный признак. Гены локализованы в разных парах хромосом.

Определите вероятность одновременного появления обеих аномалий у детей в семье, где оба родителя гетерозиготны по двум признакам.

**Задача 7.** Ретинобластома (опухоль сетчатки глаза) обусловлена доминантным геном, пенетрантность которого 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 8.** У человека различия в цвете кожи обусловлены в основном двумя парами неаллельных генов В и С. Люди с генотипом ВВСС имеют черную кожу, с генотипом bbcc – белую кожу. Различные сочетания доминантных генов В и С обеспечивают пигментацию кожи разной интенсивности. Любые три доминантных аллеля детерминируют темную кожу, любые два – смуглую, один – светлую:

а) от брака смуглого мужчины и белой женщины родились дети, из которых по  $\frac{1}{4}$  потомства было смуглых и белых, а  $\frac{1}{2}$  – 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.** 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 10.** Секреция 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.

## Раздел 4

### Составление и анализ родословных

#### Правила составления и анализа родословной

1. Составление родословной начинают с пробанда. Братья и сестры располагаются в родословной в порядке рождения слева направо, начиная со старшего.

2. Все члены родословной должны располагаться строго по поколениям в один ряд.

3. Поколения обозначаются римскими цифрами слева от родословной сверху вниз.

4. Арабскими цифрами нумеруется потомство одного поколения (весь ряд) слева направо последовательно. Таким образом, каждый член родословной имеет свой шифр (например: I—3, II—2 и т. д.).

Для анализа родословных прежде всего необходимо выяснить тип наследования признака, обозначенного штриховкой. Если признак с одинаковой частотой встречается у мужчин и у женщин – членов данной родословной, это свидетельствует об аутосомном типе наследования. Если признак встречается преимущественно у представителей какого-то одного пола, это говорит о сцепленном с полом типе наследования.

При X-сцепленном рецессивном наследовании признак проявляется у женщин гораздо реже, чем у мужчин. У последних он проявляется через поколение. При Y-сцепленном наследовании признак проявляется из поколения в поколение только по мужской линии.

Если признак одного из родителей проявляется у большинства потомков в ряду поколений, это свидетельствует о его доминантности. В случае, если признак проявляется у потомков, а у родителей отсутствует, он является рецессивным, так как в противном случае у рецессивных родителей появилось бы доминантное потомство, чего, как правило, быть не может.

Выяснив тип наследования признака, указать генотипы всех членов родословной с рецессивным признаком.

**Задача 1.** Женщина со вздорным характером вышла замуж за человека с мягким характером. От этого брака родились три дочери, у одной из которых был вздорный характер. Одна из дочерей с мягким характером вышла замуж за человека с таким же характером. У них было два сына, один из которых был скандалистом, а другой мягким человеком.

Укажите на родословной этой семьи генотипы всех ее членов.

**Задача 2.** Пробанд – девушка, имеющая нормальное строение пальцев. Её мать и отец также с нормальным строением пальцев. У отца пробанда есть, сестра с брахидактилией и брат с нормальными пальцами. Тетка пробанда по линии отца, имеющая брахидактилию, состоит в браке с мужчиной без анализируемой аномалии. Их сын с брахидактилией. Бабушка пробанда по линии отца с брахидактилией, дед без аномалии. У бабушки пробанда по линии отца была сестра тоже с брахидактилией. Прадед и прабабушка (отец и мать бабушки пробанда по линии отца) с брахидактилией. Прадед был женат дважды. Его вторая жена без брахидактилии. От второго брака у прадеда было две дочери без аномалий и четыре сына с брахидактилией. Все дети прадеда от второго брака были женаты или замужем за лицами, не имеющими аномалий. У одной его дочери было две девочки и мальчик без брахидактилии, у второй дочери – мальчик без аномалий, у одного сына – девочка с брахидактилией, у второго сына – одна девочка нормальная и две девочки – близнецы с брахидактилией, у двух остальных сыновей – по одному мальчику без аномалий.

Определите вероятность рождения детей с аномалией в семье пробанда при условии, если она вступит в брак с таким же по генотипу мужчиной, как она сама.

**Задача 3.** Пробанд имеет нормальные по окраске зубы. У его сестры зубы коричневые. У матери пробанда зубы коричневые, у отца нормальной окраски. Семь сестер матери пробанда с коричневыми зубами, а четыре брата с нормальными. Одна тетка пробанда по линии матери имеющая коричневые зубы замужем за мужчиной с нормальными зуба-

ми. У них трое детей: дочь и сын с коричневыми зубами и дочь с нормальными. Два дяди пробанда по линии матери женаты на женщинах без аномалии в окраске зубов. У одного из них два сына и дочь, у другого – две дочери и сын. Все они с нормальными зубами. Коричневые зубы имел дед пробанда по линии матери, бабушка по линии матери имела нормальные зубы. Два брата деда по линии матери с нормальной окраской зубов. Прабабушка (мать деда по линии матери) и прабабушка (мать этой прабабушки) имели коричневые зубы, а их мужья были с нормальными по окраске зубами.

Определите, какие дети могут быть у пробанда, если он вступит в брак с женщиной, гетерозиготной по этому признаку.

**Задача 4.** Пробанд – здоровая женщина. Её сестра также здорова, а два брата страдают дальтонизмом. Мать и отец пробанда здоровы. Четыре сестры матери пробанда здоровы, мужья их также здоровы. О двоюродных сестрах 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 четвертой семье – одна здоровая сестра. Бабушка пробанда со стороны матери здорова, дед страдал дальтонизмом. Со стороны отца пробанда больных дальтонизмом не отмечено.

Определите вероятность рождения у пробанда больных дальтонизмом детей при условии, если она выйдет замуж за здорового мужчину.

**Задача 5.** Молодожены нормально владеют правой рукой. В семье женщины было ещё две сестры, нормально владеющие правой рукой, и три брата – левши. Мать женщины – правша, отец – левша. У отца есть сестра и брат левши, и сестра и два брата правши. Дед по линии отца правша, бабушка – левша. У матери женщины есть два брата и сестра – все правши. Мать мужа – правша, отец – левша. Бабки и деды со стороны матери и отца мужа нормально владели правой рукой.

Определите вероятность рождения в этой семье детей владеющих левой рукой.

**Задача 6.** Пробанд – больная мозжечковой атаксией женщина. Её супруг здоров. У них 6 сыновей и 3 дочери. Один сын и одна дочь больны мозжечковой атаксией, остальные дети здоровы. Пробанд имеет здоровую сестру и трех больных братьев. Здоровая сестра замужем за здоровым мужчиной и имеет здоровую дочь. Три больных брата пробанда женаты на здоровых женщинах. В семье одного брата два здоровых сына и одна здоровая дочь, в семье второго брата здоровый сын и больная дочь, в семье третьего – два сына и три дочери – все здоровые. Отец пробанда болен, а мать здорова.

Какова вероятность появления больных детей у больной дочери пробанда, если она выйдет замуж за здорового мужчину?

**Задача 7.** Рахит, устойчивый к витамину D (гипофосфатемия), - наследственная болезнь, обусловленная доминантным геном, локализованным в X-хромосоме. В семье, где отец страдает этим заболеванием, а мать здорова, имеются 3 дочери и 3 сына.

Сколько среди них может быть больных?

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

**Задача 9.** Какие из перечисленных признаков характеризуют аутосомно-доминантный тип наследования: а) заболевание одинаково часто встречается у женщин и у мужчин; б) заболевание передается от родителей детям в каждом поколении; в) у больного отца все дочери больны; г) сын никогда не наследует заболевание от отца; д) родители больного ребенка здоровы?

**Задача 10.** Какие из перечисленных признаков характеризуют аутосомно-рецессивный тип наследования: а) заболевание одинаково часто встречается у женщин и у мужчин; б) заболевание передается от родителей детям в каждом поколении; в) у больного отца все дочери больны; г) родители являются кровными родственниками; д) родители больного ребенка здоровы?

**Задача 11.** Какие из перечисленных признаков характеризуют доминантный, сцепленный с X-хромосомой тип наследования: а) заболевание одинаково часто встречается у

женщин и у мужчин; б) заболевание передается от родителей детям в каждом поколении; в) у больного отца все дочери больны; г) сын никогда не наследует заболевание от отца; д) если больна мать, то независимо от пола вероятность рождения больного ребенка равна 50%?

**Задача 12.** Пробанд-дальтоник имеет с материнской стороны бабушку с нормальным зрением и дедушку дальтоника. Мать пробанда – дальтоник, отец имеет нормальное зрение.

**Задача 13.** Пробанд страдает гемофилией. У его матери и отца нормальная свертываемость крови. У бабушки со стороны матери гемофилия, а бабушка здорова. Дети пробанда: две дочери и один сын с нормальной свертываемостью крови, другой сын страдает гемофилией. В семье отца больных гемофилией нет.

**Задача 14.** Нормальные в отношении зрения мужчина и женщина имеют сына, страдающего дальтонизмом, и двух дочерей с нормальным зрением. Жена сына и мужа дочерей имеют нормальное зрение. У внука от сына зрение нормальное, внук от одной из дочерей страдает дальтонизмом, а внучка здорова. У другой дочери пять сыновей, имеющих нормальное зрение.

**Задача 15.** Пробанд страдает ночной слепотой. Его два брата также больны. По линии отца пробанда страдающих ночной слепотой не было. Мать пробанда больна. Брат матери, его жена и дочь здоровы. Сестра матери, ее муж и сын здоровы. Вторая сестра матери и одна из ее дочерей страдают ночной слепотой, а ее муж и вторая дочь здоровы. Вторым братом матери, его жена, сын и дочь здоровы. По материнской линии известно, что бабушка больна, дед здоров, сестра бабушки больна, брат здоров. Прадедушка со стороны матери страдал ночной слепотой, его сестра и брат тоже. Прабабушка со стороны матери здорова. Жена пробанда и ее родители здоровы.

**Задача 16.** Две шестипалые сестры Маргарет и Мэри вышли замуж за нормальных мужчин. В семье Маргарет было пятеро детей: Джеймс, Сусанна и Дэвид – шестипалые, Элла и Ричард – пятипалые. В семье Мэри была единственная дочь Джейн с нормальным строением руки. От первого брака Джеймса с нормальной женщиной родилась шестипалая дочь Сара, от второго брака также с нормальной женщиной у него было 6 детей: одна дочь и два сына – пятипалые, две дочери и сын – шестипалые. Элла вышла замуж за нормального мужчину. У них было два сына и четыре дочери, все пятипалые. Дэвид женился на нормальной женщине. Их единственный сын Чарльз родился шестипалым. Ричард женился на своей двоюродной сестре Джейн. Две их дочери и три сына – пятипалые.

**Задача 17.** Пробанд имеет нормальный рост, его сестра страдает хондродистрофией (наследственная карликовость в сочетании с резким нарушением пропорций тела). Мать пробанда здорова, отец – болен. По линии отца пробанд имеет двух здоровых теток, одну тетку и одного дядю с хондродистрофией. Тетя с хондродистрофией замужем за здоровым мужчиной, имеет сына карлика. Здоровая тетя от здорового мужа имеет двух мальчиков и двух девочек, все они здоровы. Дядя-карлик женат на здоровой женщине. У него две нормальные девочки и сын-карлик. Дедушка по линии отца – карлик, бабушка – здорова.

**Задача 18.** Пробанд – здоровая женщина. Ее сестра также здорова, а брат страдает дальтонизмом. Мать и отец пробанда здоровы. Четыре сестры матери пробанда здоровы, мужа их также 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 четвертой семье – одна здоровая сестра. Бабушка пробанда со стороны матери здорова, дед страдал дальтонизмом. Со стороны отца пробанда больных дальтонизмом не обнаружено.

**Задача 19.** Предполагается, что у человека кудрявые волосы – доминантный признак. В семье трое детей: девочка Катя с прямыми волосами и два мальчика – Саша с прямыми волосами и кудрявый Миша. У матери этих детей и у ее отца волосы кудрявые, у отца детей волосы прямые. Составьте родословную этой семьи и определите генотипы всех членов семьи.

## Раздел 5

### Генные, геномные и хромосомные мутации

**Задача 1.** В семье имеется ребенок 5 лет с умственной отсталостью, микроцефалией, «мышинным» запахом, повышенным тонусом мышц, судорожными эпилептиформными припадками, слабой пигментацией кожи и волос:

- а) 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.** 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:

- 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 3.** 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:

- 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 4.** У пожилых родителей (жена – 47 лет, муж – 49 лет) родился доношенный ребенок. При обращении в медико-генетическую консультацию у ребенка обнаружили плоское лицо, скошенный затылок, косой разрез глаз, толстый, выступающий изо рта язык, деформированные низко расположенные ушные раковины, неправильный рост зубов, дефект межпредсердной перегородки, на ладонях четырехпальцевую борозду, задержку умственного развития:

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

- а) какое заболевание можно предположить?
- б) какие методы следует использовать для постановки диагноза?
- в) какой прогноз дальнейшей жизнеспособности этого ребенка?



## Методические материалы по решению задач по молекулярной биологии

### Необходимые умения и навыки для решения задач по молекулярной биологии:

1. Знать структуру молекул ДНК и РНК
2. Знать определение и свойства генетического кода
3. Уметь пользоваться таблицей генетического кода
4. Уметь применять свойство комплементарности
5. Знать этапы биосинтеза белка (транскрипция, трансляция)
6. Знать функции всех видов РНК (т-РНК, и-РНК, р-РНК)
7. Уметь пользоваться правилом Чаргаффа ( В ДНК количество аденина и гуанина равно числу цитозина и тимина, а также  $A=T$  и  $C=G$  )
8. Запомнить численное значение:  
Относительная молекулярная масса одного нуклеотида 345  
Средняя молекулярная масса одного аминокислотного остатка 120  
Расстояние между нуклеотидами в цепи молекулы ДНК 0,34 нм

### Решение задач первого типа

#### Определение процентного содержания нуклеотидов в цепи ДНК (задачи на правило Чаргаффа)

Вспомните:

1. В ДНК существует 4 разновидности нуклеотидов: А(аденин), (тимин), Г(гуанин) , Ц(цитозин) .
2. В 1953 г Дж. Уотсон и Ф. Крик открыли что молекула ДНК представляет собой двойную спираль.
3. Цепи комплементарны друг другу напротив аденина в одной цепи всегда находится тимин в другой наоборот (А-Т и Т-А); напротив цитозина-гуанин ( Ц-Г и Г-Ц). В ДНК количество аденина и гуанина равно числу цитозина и тимина , а также  $A=T$  ,  $C=G$  (правило Чаргаффа).

**Задача:** в молекуле ДНК содержится 17% аденина. Определите, сколько (в %) в этой молекуле содержится других нуклеотидов :

Решение:

1. Нуклеотиды с аденином (А) комплементарны нуклеотидам с тимином (Т), следовательно,  $A=T=17\%$

(1 балл)

1. Сумма нуклеотидов  $A+T=34\%$ , следовательно, сумма нуклеотидов  $G+C=100\% - 34\%=66\%$

(1 балл)

1. Нуклеотиды с цитозином (Ц) комплементарны нуклеотидам с гуанином (Г), следовательно,  $C=G=66\% : 2 = 33\%$

(1 балл)

*Задачи , где количество нуклеотидов указано числом, решаются аналогично по правилу Чаргаффа*

### Решение задач второго типа

#### Определение последовательности аминокислот в молекуле белка по фрагменту матричной цепи ДНК

Вспомните:

1. Транскрипция-это процесс синтеза и-РНК по матрице ДНК.
2. Транскрипция осуществляется по правилу комплементарности.
3. В состав РНК вместо тимина входит урацил.

**Задача:** Фрагмент матричной цепи ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов : - ГАЦ ЦГА ТТЦ АГА ЦАЦ - . Определите последовательность нуклеоти-

**дов на и-РНК , антикодоны т-РНК и соответствующую последовательность аминокислот фрагмента молекулы полипептида, используя таблицу генетического кода.**

Решение:

1. По принципу комплементарности определяем последовательность нуклеотидов и-РНК , которая скопирована с молекулы матричной ДНК в процессе транскрипции(учитывая что в молекуле РНК вместо тимина присутствует урацил): - ЦУГ ГЦУ ААГ УЦУ ГУГ -

(1 балл)

1. По принципу комплементарности определяем антикодоны т-РНК: ГАЦ, ЦГА, УУЦ, АГА, ЦАЦ (1 балл)

1. По таблице генетического кода определяем название аминокислот белка  
Лейцин-Аланин-Лизин-Серин-Валин

(1 балл)

### Решение задач третьего типа

**Определение нуклеотидной последовательности двойной цепи молекулы ДНК по составу молекул т-РНК**

Вспомните:

1. Молекула т-РНК синтезируется на ДНК по правилу комплементарности.
2. Не забудьте, что в состав РНК вместо тимина входит урацил.
3. Антикодон- это последовательность из трех нуклеотидов, комплементарных нуклеотидам кодона в и-РНК. В состав т-РНК и и-РНК входят одни и те же нуклеотиды.

**Задача: В биосинтезе белка участвуют молекулы т-РНК с антикодонами ЦЦА, ГАЦ, УУА, ААУ, АУГ, ЦГА. Определить нуклеотидную последовательность участка двойной цепи молекулы ДНК, в котором закодирована информация о структуре данного белка.**

Решение:

1. Антикодоны т-РНК комплементарны кодонам и-РНК , а последовательность нуклеотидов и-РНК комплементарна одной из цепей ДНК

(1 балл)

1. Последовательность нуклеотидов в одной цепи ДНК определяют по антикодонам т-РНК, учитывая , что в молекуле ДНК нет урацила вместо него присутствует тимин:

ГГТ-ЦТГ-ААТ-ТТА-ТАЦ-ГЦТ

(1балл)

1. По принципу комплементарности определяем последовательность нуклеотидов второй цепи ДНК:

ЦЦА-ГАЦ-ТТА-ААТ-АТГ-ЦГА

(1 балл)

### Решение задач четвёртого типа

**Определение аминокислотного состава белка по ДНК матрице через молекулу т-РНК**

**Задача: Все виды РНК синтезируются на ДНК матрице. Фрагмент молекулы ДНК, на которой синтезируется участок центральной петли т-РНК , имеет следующую последовательность нуклеотидов :**

**-ТТА ГГЦ ЦАТ ГТЦ ТАЦ- . Установите нуклеотидную последовательность участка молекулы т-РНК , который синтезируется на данном фрагменте ДНК и аминокислоту, которую будет переносить эта т-РНК в процессе биосинтеза белка, если третий триплет соответствует антикодону т-РНК.**

Решение:

1. По принципу комплементарности определяем нуклеотидную последовательность участка молекулы т-РНК, которая синтезируется на матрице ДНК:  
- ААУ ЦЦГ ГУА ЦАГ АУГ- (1 балл)
1. По принципу комплементарности определяем третий триплет – антикодон т-РНК, который соответствует кодону и-РНК :  
-ЦАУ- (1 балл)
1. По таблице генетического кода определяем нужную аминокислоту :  
ГИСТИДИН (1 балл)

#### Решение задач пятого типа

##### Определение длины и массы гена, массы белка

**Задача.** Белок состоит из 100 аминокислот. Установите, во сколько раз молекулярная масса участка гена, кодирующего этот белок, превышает молекулярную массу белка, если средняя молекулярная масса аминокислоты 110, а нуклеотида 300.

1. Вычисляем молекулярную массу белка:  $100 * 110 = 11\ 000$
2. Вычисляем молекулярную массу участка гена:  $300 * 3 * 100 = 90\ 000$
3.  $90\ 000 : 11\ 000 = 8.18$

Молекул. масса гена больше молек. массы белка в 8.18 раз.

**Задача.** Сколько нуклеотидов содержит ген (обе цепи ДНК), в котором закодирован белок, состоящий из 330 аминокислот? Какую он имеет длину (расстояние между нуклеотидами в ДНК составляет 0,34 нм)? Какое время понадобится синтеза этого белка, если скорость передвижения рибосомы по И-РНК составляет 6 триплетов в секунду.

1. Генетический код триплетен, значит число нуклеотидов ДНК =  $330 * 3 = 990$ . В двух цепях ДНК  $990 * 2 = 1980$ .
2. Длина гена:  $990 * 0,34 = 336,6$  нм
3. Время синтеза: число нуклеотидов И-РНК равно числу нуклеотидов, кодирующих этот белок в ДНК =  $990 : (6 \text{ триплетов в сек}) = 165$  сек.

##### Задачи для самостоятельного решения

1. В молекуле ДНК содержится 31% аденина. Определите, сколько (в %) в этой молекуле содержится других нуклеотидов.

2. В трансляции участвовало 50 молекул т-РНК. Определите количество аминокислот, входящих в состав образующегося белка, а также число триплетов и нуклеотидов в гене, который кодирует этот белок.

3. Фрагмент ДНК состоит из 72 нуклеотидов. Определите число триплетов и нуклеотидов в иРНК, а также количество аминокислот, входящих в состав образующегося белка.

4. Фрагмент одной из цепей ДНК имеет следующее строение: ГГЦТЦТАГЦТТЦ. Постройте на ней и-РНК и определите последовательность аминокислот во фрагменте молекулы белка (для этого используйте таблицу генетического кода).

5. Фрагмент и-РНК имеет следующее строение: ГЦУААУГУУЦУУУАЦ. Определите антикодоны т-РНК и последовательность аминокислот, закодированную в этом фрагменте. Также напишите фрагмент молекулы ДНК, на котором была синтезирована эта и-РНК (для этого используйте таблицу генетического кода).

6. Фрагмент ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов АГЦЦ-ГАЦТТГЦЦ. Установите нуклеотидную последовательность т-РНК, которая синтезируется на данном фрагменте, и аминокислоту, которую будет переносить эта т-РНК, если третий триплет соответствует антикодону т-РНК. Для решения задания используйте таблицу генетического кода.

## Ответы

1. Т=31%, Г=Ц= по 19%.
2. 50 аминокислот, 50 триплетов, 150 нуклеотидов.
3. 24 триплета, 24 аминокислоты, 24 молекулы т-РНК.
4. и-РНК: ЦЦГ-АГА-УЦГ-ААГ. Аминокислотная последовательность: про-арг-сер-лиз.
5. Фрагмент ДНК: ЦГАТТАЦААГАААТГ. Антикодоны т-РНК: ЦГА, УУА, ЦАА, ГАА, АУГ. Аминокислотная последовательность: ала-асн-вал-лей-тир.
6. т-РНК: УЦГ-ГЦУ-ГАА-ЦГГ. Антикодон ГАА, кодон и-РНК – ЦУУ, переносимая

## Методические материалы по решению экологических задач

Решение экологических задач является средством обеспечения взаимосвязи экологии с другими науками и имеет практико-ориентированную направленность. Этот процесс формирует экологическую компетентность, учит школьников безопасному и экологически грамотному обращению с химическими веществами в быту и на производстве, позволяет использовать краеведческий материал.

### Параметры задачи

В задаче выделяют:

- элементы ситуации;
- правила преобразования ситуации;
- требуемое решение (цель).

Решение задачи обычно требует определенных знаний и размышления. Отсюда – понятие «задачить»: это значит либо «заставить задуматься», либо «поручить выполнение задачи». Решение задач – процесс, являющийся составной частью мышления; выполнение действий или мыслительных операций, направленное на достижение цели, заданной в рамках проблемной ситуации. С точки зрения когнитивного подхода процесс решения задач является наиболее сложной из всех функций интеллекта и определяется как когнитивный процесс более высокого порядка, требующий согласования и управления более элементарными или фундаментальными навыками.

### Стадии решения задачи

Процесс решения задачи состоит из таких основных подпроцессов как:

- обнаружение проблемной ситуации;
- постановка задачи: выявление и более или менее строгое определение исходного (данного) – его элементов и отношений между ними – и требуемого (цели);
- нахождение решения задачи.

Эти этапы можно обнаружить во многих теориях решения задач. Так, стадии постановки задачи и нахождения решения задачи отчетливо видны в теориях последователя Вюрцбургской школы Отто Зельца, гештальтпсихолога К. Дункера и когнитивиста Грино, несмотря на все их различия. При этом под постановкой задачи может пониматься как сознательная работа, так и некие постулируемые неосознаваемые процессы переработки информации.

В ходе работы используются также решение экологических ситуаций.

### Ситуация 1

#### Проблема:

Комиссия городского планирования подготовила проект строительства автомагистрали, которая пройдет через центр города и пригород с плодородными угодьями и лесопарками.

#### Последствия:

Жилищные условия станут критическими (перемена места жительства людей в связи с тем, что магистраль пройдет через жилые дома, многие люди не в состоянии приобрести новое жилье, сменить место работы, школы). Магистраль разрушит ландшафт, будут снесены некоторые памятники природы и культуры. Уничтожится значительная часть плодородных полей, потеряются пастбища, сократится численность скота. Шум от автомагист-

рали, загрязнение воздуха, повышенная опасность для пешеходов очень усложняют жизнь людям.

**Предлагаемое решение:**

Построить дорогу в обход города, что сохранит качество окружающей среды и значительно снизит вред от автомагистралей.

**Ситуация 2**

**Проблема:**

Загрязнение малых рек поверхностными водами с частных огородов. Многие участки расположены чуть ли не вплотную к урезу воды. Перенос огородов на другое место просто невозможен.

**Последствия:**

В реку смываются удобрения и химические средства защиты растений, что значительно усиливает эвтрофикацию водоема и приводит к гибели планктона. Для почвы огородов это тоже не выгодно, т. к. способствует развитию водной эрозии, снижает плодородие почвы.

**Предлагаемое решение:**

Устройство охранной буферной зоны. Чтобы поставить барьер на пути загрязненных стоков и затруднить доступ к реке местных жителей можно засадить берега колючим кустарником.

**Ситуация 3**

**Проблема:**

Вблизи микрорайона с жилыми домами спланирована автостоянка, которая будет вплотную граничить с подъездами к домам, с тротуарами и детскими площадками для игр и прогулок.

**Последствия:**

Автомобили загрязняют воздух угарным газом, оксидами серы и азота, альдегидами, углеводородами, аэрозолями свинца, соединениями мышьяка. Повышается транспортная нагрузка на дороги – подъезды к жилым домам, что повышает во много раз угрозу травматизма жителей. Дети на прогулках получают не оздоровление организма, а наоборот снижение устойчивости иммунной системы и возможность развития других серьезных заболеваний. Усиливается шумовое загрязнение, особенно в утренние и вечерние часы.

**Предлагаемое решение:**

Усилить зеленый щит из деревьев и кустарников, которые насыщают воздух кислородом и поглощают вредные газы, задерживают пыль, сажу, а также снижают шум. Использовать для обустройства автостоянки пустыри или территории, которые не вплотную примыкают к нежилым зданиям. Детские площадки изолировать от проезжей части живыми изгородями или другими способами и располагать их в глубине дворов.

**Ситуация 4**

**Проблема:**

Свалка бытового мусора в районе жилых домов. Отходы пищи привлекают ворон и голубей, грызунов и других разносчиков инфекции, бродячих собак и кошек.

**Последствия:**

Гниющие отходы – среда развития многих болезнетворных бактерий и других микроорганизмов. Проволока, обрезки досок, труб, остатков мебели могут стать причиной травм. На свалке могут образоваться новые ядовитые вещества и канцерогены. Свалки – причина загрязнения почвы, воздуха, водоемов.

**Предлагаемое решение:**

Убрать свалку из района жилых домов. Установить контейнера для отдельной утилизации бытовых отходов, организовать работу дворников по приему и контролю, размещению в них мусора жителями, вывозу бытовых отходов для захоронения.

## Ситуация 5

### Проблема:

В период активных весенних работ по благоустройству территории населенных пунктов и прилегающих к ним территорий населенных пунктов и прилегающих к ним территорий наблюдается массовое сжигание мусора как способа утилизации.

### Последствия:

Кроме натуральных веществ – дерева, бумаги, хлопчатобумажных тканей, сухостоя травянистых растений и т.д., люди выбрасывают и синтетические вещества – различные пластмассы, а при их сгорании выделяются ядовитые вещества. Сжигание мусора повышает пожарную опасность территорий, где проводится утилизация таким способом. Этот способ утилизации активно снижает количество кислорода в воздухе, способствует накоплению углекислого газа, канцерогенных газов, сажи и копоти.

### Предлагаемое решение:

Весь бытовой мусор подвергать захоронению после активного измельчения. Однородной массе легче разлагаться в почве. Активнее пропагандировать вторичное использование бытовых отходов.

## Ситуация 6

### Проблема:

Вблизи села местность из-за застаивающихся талых вод активно зарастает камышом и рогозом, который из года в год занимает все большую территорию. Автомобильная трасса у данного села проходит очень близко к этим зарослям. Они располагаются буквально по обе стороны от дороги.

### Последствия:

В стоячей воде развиваются личинки комаров, которые являются переносчиками малярии. Камыш в жаркие дни может загореться, это приведет к угрозе пожара в близлежащих домах. Камыш, растущий вдоль автодорог, насыщен ядовитыми веществами. При его сжигании все эти вещества попадают в воздух. После созревания семян разлетается пух от камыша, это может усилить предрасположенность населения к аллергическим заболеваниям.

### Предлагаемое решение:

Высаживать на заболочиваемых почвах влаголюбивые растения, например ивы, они поглощают избыточную влагу и способствуют осушению. Естественная конкуренция сократит заросли камыша и рогоза. Можно применить также скашивание до созревания семян в период минимального количества влаги на данной территории.

## Ситуация 7

### Проблема:

Иду по цветущему лугу. Нарвать или нет букет цветов?

### Последствия:

Цветы привлекают человека своей красотой, но в природе они предназначены для другого: размножения растений, пищи травоядным животным, укрытия насекомым. Сорвать несколько цветков редкого растения – значит подвергнуть опасности существование всей популяции. Бессмысленное прерывание жизни растения и его потомков безнравственно и для экосистемы луга в целом может иметь крайне отрицательные последствия. Среди сорванных цветов могут быть лекарственные растения, растения – индикаторы, которые можно использовать по назначению. Варварское отношение к охраняемым видам влечет юридическую ответственность.

### Предлагаемое решение:

Можно составить «фотобукет», специализируясь на искусстве пользования фотоаппаратом, накапливать цифровое фото в компьютере. Данное увлечение имеет не только эмоциональное значение, но и представляет собой научную ценность. Людям с хорошими художественными навыками цветущий луг дополнительный источник вдохновения для выполнения тематических картин или отдельных зарисовок растений, которые также мо-

гут стать важным дополнением к исследовательским проектам. Можно собрать небольшую часть семян осенью и вырастить понравившиеся растения с родителями или на пришкольном участке. Если есть возможность для посещения этого луга, можно долгое время наблюдать за красиво цветущими растениями, записывать их, систематизировать и познакомить с ними других в форме проекта-исследования. Кроме того, регулярные прогулки – основа здорового образа жизни человека. Однако нужно помнить, что прогуливаясь, следует быть осторожным и предупредительным по отношению к популяции интересующих вас растений и к экосистеме, в которой оно живет.

### **Ситуация 8**

#### **Проблема:**

Борьба с насекомыми-вредителями садовых и огородных культур с помощью химических средств защиты растений на приусадебных участках и в садово-огороднических обществах.

#### **Последствия:**

Ядохимикаты, убивающие насекомых-вредителей, могут быть очень опасными и для человека. Недопустимо попадание ядохимикатов на кожу, глаза, вдыхать запахи от ХСЗР, т.к. такой контакт может вызвать серьезные заболевания у человека. Попадание ядовитых веществ на землю также не обходится без последствий, т.к. способствует уничтожению редуцентов из почвы, поглощается вторично овощными и плодово-ягодными растениями, накапливаются в них и делают овощи и фрукты вредными для здоровья человека. Ядовитые вещества становятся участниками круговоротов веществ (воды, азота, кислорода и др.), нарушая их естественные циклы. Применение одних и тех же ядохимикатов длительное время влечет за собой снижение эффективности их действия на насекомых – вредителей.

#### **Предлагаемое решение:**

Использовать растения и другие биологические методы для защиты растений. Может быть, эффект будет не столь сильным, зато вы не причините вреда ни себе ни окружающей среде. Можно применять смешанные посевы. Например, горчица, посеянная в смеси с горохом, снижает повреждение зерен гороховой плодожоркой. Наконец, если вы все же не намерены отказываться от ХСЗР, то будьте скрупулезно аккуратными в обращениях с ними. Не хватайте первое попавшееся ведро, не разводите на глазок ядохимикаты, не заполняйте раствором давно неисправный опрыскиватель, из которого добрая половина выливается на землю и руки.

### **Ситуация 9**

#### **Проблема:**

В городском парке вырубili старые деревья. Распиленные на части стволы так и остались лежать на земле: вывезти их с территории парка очень дорого. Предложите решение проблемы.

#### **Последствия:**

Старые деревья – место жительства многих болезнетворных организмов, которые могут заразить молодые деревья. Распиленные бревна придают парку не респектабельный вид, попросту захламляя, значительную часть парка. Для детей и взрослых на прогулках они создают дополнительные неудобства, т.к. способствуют нечаянному травматизму.

#### **Предлагаемое решение:**

Можно распространить информацию среди жителей окрестных деревень, в которых имеются дома с печным отоплением, – дрова жители вывезут сами. Можно организовать субботник и найти спонсоров для предоставления транспорта и вывезти дрова на распродажу. Можно использовать части деревьев для оформления детской площадки или беседки.

### **Ситуация 10**

#### **Проблема:**

Для ускорения таяния льда и снега тротуары и дороги часто посыпают поваренной солью. Как по-другому можно решить данную проблему?

**Последствия:**

Весной соль попадает в почву, что отрицательно влияет на состояние растений. Кроме того, это усиливает коррозию деталей автомобилей. Соль, высыхая на тротуарах и проезжей части, измельчается колесами и смешивается с пылью, усиливая ее аллергенную опасность.

**Предлагаемое решение:**

Можно использовать природные материалы, например, песок или опилки.

**Ситуация 11****Проблема:**

Животноводческий комплекс, который специализируется на разведении крупного рогатого скота, расположен на берегу небольшой реки. Навозные стоки сбрасывает в течение реки.

**Последствия:**

В реке резко возрастает бактериологический состав болезнетворных видов, создается благоприятная среда для вирусных очагов. Воду, свойства которой способствуют более высокой заболеваемости животных, используют для водопоя, что уменьшает поголовье скота в стаде хозяйства и на личных подворьях. Река на несколько километров от животноводческого комплекса не воспринимается как объект посещения пляжей отдыхающими жителями села, т.к. купание в ней не безопасно. Рыба активно заражается гельминтами и становится не пригодной для лова и употребления в пищу человеку, участвует в цепи распространения гельминтов среди животных, питающихся рыбой.

**Предлагаемое решение:**

Устроить насыпной вал, препятствующий активному стоку навозных потоков. Складируют навоз в компактные кучи, которые превратят его в ценное органическое удобрение. Организовать регулярный и своевременный вывоз органики на поля не только в осенний период, но и летом, например, на поля под пустым паром. Своевременно разработать проект переноса комплекса на территорию, не расположенную в водоохранной зоне реки, с учетом рационального использования навоза.

**Ситуация 12****Проблема:**

Животноводческая ферма расположена на пригорке перед оврагом, который примыкает к небольшой речке. Навоз складывается на склоне оврага. По прогнозам синоптиков ожидаются ливневые дожди. Как не допустить попадания навозных стоков в реку?

**Последствия:**

Навозные стоки существенно изменяют состав воды в реке, делают ее не пригодной для использования в хозяйственной деятельности на длительный период. Существенно страдает эстетический вид ландшафта берега реки. Провоцируется распространение болезнетворных и паразитических организмов в реке и по склону в местах навозных потоков.

**Предлагаемое решение:**

В непосредственной близости от источника загрязнения можно предварительно построить дамбу, а перед ней выкопать временный ров не менее 1 метра глубиной для предупреждения растекания воды с навозной жижей. Если нет возможности построить дамбу, то следует выкопать ров вкруговую перед навозом.

**Ситуация 13****Проблема:**

При добыче щебня, глины используется открытый способ. Какой вред, наносимый экосистеме подобным способом добычи полезных ископаемых. Можно ли способствовать восстановлению экосистемы.

**Последствия:**

Добыча полезных ископаемых открытым способом разрушает плодородный поверхностный слой почвы. Возникают глубокие карьеры. Вытесняется растительность естественно-



го сообщества (луга, степи, леса), распространяются рудеральные растения. Смещаются популяции животных естественных экосистем, до этого живших здесь, причем не всегда в благоприятные условия.

**Предполагаемое решение:**

Предусмотреть меры постепенного восстановления, экосистемы. Для этого слой почвы снятый перед разработкой добычи следует сохранить. Взамен изъятной породы организовать завоз бытовых и сельскохозяйственных отходов, подверженных естественной переработке детритофагов. Завершающей стадией восстановления методом заполнения карьера станет возвращение верхнего слоя почвы. Высадка деревьев, если экосистема была лесного типа, посев семян трав для лугов системы. Степь восстанавливается естественным путем и более длительное время.

#### Ситуация 14

**Проблема:**

Овраг перед селом зарос крапивой, лопухом, чертополохом. Весной сухие стебли придают не эстетичный вид на въезде в село. Принято решение сжечь старые, сухие стебли «на корню».

**Последствия:**

Такой способ не решает проблему «эстетичности», т.к. нет гарантии, что сгорят все стебли крапивы, лопуха, чертополоха. Выгорит жухлая трава первого, второго ярусов, а вместе с ней и верхний слой гумуса почвы, что значительно ухудшит плодородие почвы. Будут однозначно разорены гнезда птиц, обитающих в этом овраге, уничтожены кладки яиц многих видов насекомых, что ощутимо скажется на биоразнообразии окрестностей села. Создается спонтанная ситуация, благоприятствующая опасности пожара. Легализация данного способа вызывает реакцию «подражания», которая проявляется в том, что люди начинают таким способом «собирать» сухую траву и непосредственно у своих домов, «улучшать» таким образом пастбища.

**Предлагаемое решение:**

Организовать массовый субботник, собрать сухостой высоких трав граблями. Собранные стебли захоронить для перегнивания. Можно обработать при помощи бороны, которая будет способствовать и сбору, и измельчению сухих стеблей.

#### Ситуация 15

**Проблема:**

На крупных животноводческих фермах скапливается навоз, который содержит много органических веществ. Однако при бесподстилочном содержании животных получается навоз, который нельзя использовать в качестве органического удобрения без предварительной подготовки. Почему? Как следует подготовить такой навоз для превращения его в ценное удобрение?

**Последствия:**

Навоз при бесподстилочном содержании животных нельзя использовать без подготовки, т. к. при внесении его в почву он убивает микроорганизмы, являющиеся важной составной частью агроэкосистемы.

Такой навоз содержит болезнетворные бактерии и семена сорняков.

**Предлагаемое решение:**

Смешивать такой навоз с почвой, зелеными частями растений, остатками соломы, с измельченными стеблями прошлогодних трав, старой листвой в компостных ямах. Можно использовать современные методы биотехнологии по применению личинок насекомых, которым для развития благоприятна среда жидкого или полужидкого навоза.

#### Ситуация 16

**Проблема:**

Сокол питается мелкими млекопитающими и стоит на вершучке энергетической пирамиды. Почему ученые считают сокола важным объектом биологического мониторинга?

**Последствия:**

Сокол – хищная птица, которая является естественным врагом многочисленных представителей грызунов, а значит, регулирует их численность в природе и в агроэкосистемах. Применение на полях пестицидов приводит к резкому снижению численности сокола, потому что многие птицы погибают в результате отравлений зараженными животными. Ученые должны постоянно отслеживать численность соколов, потому что они становятся особо уязвимыми в таких условиях. Нельзя допустить исчезновения соколов из экосистемы т. к. на вершине пирамиды в этом случае окажутся грызуны на некоторое время, а это может вызвать необратимые последствия для всей структуры.

**Предлагаемое решение:**

Сократить до минимума или практически прекратить применение пестицидов в местах обитания соколов. Практиковать применение биологических методов защиты растений. Оградить естественные гнездовья сокола от антропогенного влияния.