**РЕШЕНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ**:

Темы главы

1. **Некоторые общие методические приемы, которые могут быть использованы при решении задач.**
2. [**Оформление задач по генетике.**](http://www.licey.net/bio/genetics/glava1_2)
3. [**Пример решения и оформления задач.**](http://www.licey.net/bio/genetics/glava1_3)

**1. Некоторые общие методические приемы, которые могут быть использованы при решении задач**

Подавляющее большинство ошибок, допускаемых учащимися, связано с невыполнением простых правил, которые они должны усвоить из курса генетики. К этим правилам относятся следующие:

1. Каждая гамета получает гаплоидный набор хромосом (генов). Все хромосомы (гены) имеются в гаметах.
2. В каждую гамету попадает только одна гомологичная хромосома из каждой пары (только один ген из каждой аллели).
3. Число возможных вариантов гамет равно 2n, где n – число хромосом, содержащих гены в гетерозиготном состоянии.
4. Одну гомологичную хромосому (один аллельный ген) из каждой пары ребенок получает от отца, а другую (другой аллельный ген) – от матери.
5. Гетерозиготные организмы при полном доминировании всегда проявляют доминантный признак. Организмы с рецессивным признаком всегда гомозиготны.
6. Решение задачи на дигибридное скрещивание при независимом наследовании обычно сводится к последовательному решению двух задач на моногибридное (это следует из закона независимого наследования).

Кроме того, для успешного **решения задач по генетике** следует уметь выполнять некоторые несложные операции и использовать методические приемы, которые приводятся ниже.

Прежде всего необходимо внимательно изучить **условие задачи**. Даже те учащиеся, которые хорошо знают закономерности наследования и успешно решают генетические задачи, часто допускают грубые ошибки, причинами которых является невнимательное или неправильное прочтение условия.

Следующим этапом является определение **типа задачи**. Для этого необходимо выяснить, сколько пар признаков рассматривается в задаче, сколько пар генов кодирует эти признаки, а также число классов фенотипов, присутствующих в потомстве от скрещивания гетерозигот или при анализирующем скрещивании, и количественное соотношение этих классов. Кроме того, необходимо учитывать, связано ли наследование признака с половыми хромосомами, а также сцепленно или независимо наследуется пара признаков. Относительно последнего могут быть прямые указания в условии. Также, свидетельством о сцепленном наследовании может являться соотношение классов с разными фенотипами в потомстве.

Для облегчения решения можно записать **схему брака (скрещивания)** на черновике, отмечая фенотипы и генотипы особей, известных по условию задачи, а затем начать выполнение операций по выяснению неизвестных генотипов. Для удобства неизвестные гены на черновике можно обозначать значками \*, \_ или ?.

**Выяснение генотипов** особей, неизвестных по условию, является **основной методической операцией**, необходимой для решения генетических задач. При этом решение всегда надо начинать с особей, несущих рецессивный признак, поскольку они гомозиготны и их генотип по этому признаку однозначен – аа.

Выяснение генотипа организма, несущего доминантный признак, является более сложной проблемой, потому что он может быть гомозиготным (АА) или гетерозиготным (Аа).

Гомозиготными (АА) являются представители «чистых линий», то есть такие организмы, все предки которых несли тот же признак. Гомозиготными являются также особи, оба родителя которых были гомозиготными по этому признаку, а также особи, в потомстве которых (F1) не наблюдается расщепление.

Организм гетерозиготен (Аа), если один из его родителей или потомков несет рецессивный признак, или если в его потомстве наблюдается расщепление.

В некоторых задачах предлагается выяснить, **доминантным** или **рецессивным** является рассматриваемый признак. Следует учитывать, что доминантный признак во всех случаях, кроме неполного доминирования, проявляется у гетерозиготных особей. Его несут также фенотипически одинаковые родители, в потомстве которых встречаются особи, отличные от них по фенотипу. При моногенном наследовании доминантный признак всегда проявляется у потомства F1 при скрещивании гомозиготных родителей (чистых линий) с разным фенотипом (исключение – неполное доминирование).

При определении возможных вариантов распределения генов в гаметах следует помнить, что каждая гамета содержит гаплоидный набор генов и что в нее попадает только один ген из каждой пары, определяющей развитие признака. Число возможных вариантов гамет равно 2n, где n – число рассматриваемых пар хромосом, содержащих гены в гетерозиготном состоянии.

Распространенной ошибкой при определении вариантов гамет является написание одинаковых типов гамет, то есть содержащих одни и те же сочетания генов. Для определения возможных типов гамет более целесообразным представляется **запись генотипов в хромосомной форме**. Это упрощает определение всех возможных вариантов сочетания генов в гаметах (особенно при полигибридном скрещивании). Кроме того, некоторые задачи невозможно решить без использования такой формы записи.

Сочетания гамет, а также соответствующие этим сочетаниям фенотипы потомства при дигибридном или полигибридном скрещивании равновероятны, и поэтому их удобно определять с помощью **решетки Пеннета**. По вертикали откладываются типы гамет, продуцируемых матерью, а по горизонтали – отцом. В точках пересечения вертикальных и горизонтальных линий записываются соответствующие сочетания генов. Обычно выполнение операций, связанных с использованием решетки Пеннета, не вызывает затруднений у учащихся. Следует учитывать только то, что гены одной аллельной пары надо писать рядом (например, ААВВ, а не АВАВ).

Конечным этапом решения является **запись схемы скрещивания (брака)** в соответствии с требованиями по оформлению, описанными ниже, а также максимально подробное изложение всего хода рассуждений по решению задачи с обязательным логическим обоснованием каждого вывода. Отсутствие объяснения даже очевидных, на первый взгляд, моментов может быть основанием для снижения оценки на экзамене.

Довольно распространенными являются задачи, которые могут иметь **несколько вариантов решения** (в качестве примера представлена [задача 3-13](http://www.licey.net/bio/genetics/glava3_2)). Все варианты решения должны быть рассмотрены учащимися.

Конкретные приемы **решения задач** каждого типа приводятся в соответствующих главах.

# 2. Оформление задач по генетике

При **оформлении задач** необходимо уметь пользоваться символами, принятыми в традиционной генетике и приведенными ниже:

|  |  |
| --- | --- |
| ♀ | женский организм |
| ♂ | мужской организм |
| × | знак скрещивания |
| P | родительские организмы |
| F1, F2 | дочерние организмы первого и второго поколения |
| А, В, С... | гены, кодирующие доминантные признаки |
| а, b, с... | аллельные им гены, кодирующие рецессивные признаки |
| АА, ВВ, СС... | генотипы особей, моногомозиготных по доминантному признаку |
| Аа, Вb, Сс... | генотипы моногетерозиготных особей |
| аа, bb, сс... | генотипы рецессивных особей |
| АаВb, AaBbCc | генотипы ди- и тригетерозигот |
| А B, CD a b  cd | генотипы дигетерозигот в хромосомной форме при независимом и сцепленном наследовании |
| гамета А , гамета а , гамета АВ , гамета cd | гаметы |

Пример записи схемы скрещивания (брака)

А – желтая окраска семян, а – зеленая окраска семян.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Запись в буквенной форме: |  | Запись в хромосомной форме: |
| |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | Р | ♀Аа | × | ♂aа | | желтая |  | зеленая | | гаметы | гамета A    гамета a |  | гамета a | | F1 | Aa |  | aa | | желтая |  | зеленая | | 50% |  | 50% | |  | |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Р | ♀ | А a | × | ♂ | a a | | желтая | | зеленая | | | гаметы | гамета A | гамета a |  | гамета a | | | F1 | A a | |  | a a | | | желтая | |  | зеленая | | | 50% | |  | 50% | | |

Запись в хромосомной форме, как отмечено выше, является более предпочтительной. При написании **схемы скрещивания (брака)** обязательно следует указывать фенотипы всех рассматриваемых особей, поколение, к которому они принадлежат (F1, F2 и т.д.), а также пол родителей и потомства. Гаметы следует обвести кружком (при невыполнении этого можно спутать гаметы с генами генотипа).

К распространенным **ошибкам**, допускаемым учащимися **при оформлении задач**, относятся также случаи, когда генотип женского организма написан не слева (принятая форма записи), а справа. Довольно часто встречаются **ошибки**, когда у гомозиготных особей отмечается два типа гамет, например:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| AA | стрелки | гамета A  гамета A | или | aa | стрелки | гамета a  гамета a |

Такая запись не имеет смысла, так как должно быть указано не число гамет, которых может быть множество, а только число их типов. Запись типа «один ребенок будет больным, а другой здоровым» или «первый ребенок родится больным, а второй здоровым» также лишена смысла, поскольку результаты указывают лишь на вероятность рождения тех или иных особей.

**3. Пример решения и оформления задач**

Задача 1-1

У человека альбинизм – аутосомный рецессивный признак. Мужчина альбинос женился на женщине с нормальной пигментацией. У них родилось двое детей – нормальный и альбинос. Определить генотипы всех указанных членов семьи.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Р | ♀ | × | ♂ |
| нормальная пигментация |  | альбинос |
| F1 | аa |  | А\* |
| альбинос |  | нормальная пигментация |

Решение

А – нормальная пигментация,  
а – альбинизм.

1. **Запись схемы брака по фенотипам (на черновике)**
2. **Выяснение и запись генотипов, известных по условию задачи**

Генотип особи с рецессивным признаком известен – аа. Особь с доминантным признаком имеет генотип А\*:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Р | ♀A\* норма | × | ♂aa альбинос |
| F1 | аa альбинос |  | А\* норма |

1. **Определение генотипов организмов по генотипам родителей и потомков**
   1. Генотип мужчины и ребенка альбиносов – аа, так как оба они несут рецессивный признак.
   2. Женщина и здоровый ребенок имеют в своем генотипе доминантный ген А, потому что у них проявляется доминантный признак.
   3. Генотип ребенка с нормальной пигментацией – Аа, поскольку его отец гомозиготен по рецессиву (аа) и мог передать ему только ген а.
   4. Один из детей имеет генотип аа. Один аллельный ген ребенок получает от матери, а другой от отца. Поэтому мать должна нести рецессивный ген а. Ее генотип – Аа.
2. **Запись хода рассуждений по выяснению генотипов и схемы брака в чистовик**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Р | ♀Аа норма | × | ♂aа альбинос |
| гаметы | гамета A    гамета a |  | гамета a |
| F1 | аa альбинос 50% |  | Аa норма 50% |

Ответ

Генотип мужа – аа, жены – Аа, ребенка с нормальной пигментацией – Аа, ребенка-альбиноса – аа.