

# Изменчивость



**Изменчивость** - способность живых организмов приобретать новые признаки и свойства.

Благодаря изменчивости, организмы могут приспособливаться к изменяющимся условиям среды обитания.

# Составьте кластер

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ**



## Различают два типа изменчивости:

**Наследственная, или генотипическая, индивидуальная, неопределенная** — изменения признаков организма, обусловленные изменением генотипа;

она бывает:

**комбинативной** — возникающей в результате рекомбинации хромосом в процессе полового размножения и участков хромосом в процессе кроссинговера;

**мутационной** — возникающей в результате внезапного изменения состояния генов;

**Ненаследственная, или фенотипическая,** — изменчивость, при которой изменений генотипа не происходит. Ее также называют **групповой, определенной, модификационной.**



**Модификационная изменчивость** — изменчивость организмов, возникающая под влиянием факторов внешней среды и не затрагивающая генотипа.

- **Изменение ненаследственное для нас несущественно.**

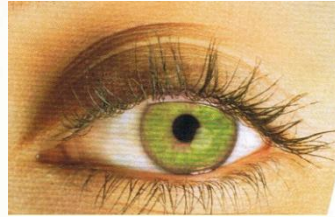
*Чарльз Дарвин*



Изменчивость качественных и количественных признаков.

описание

КАЧЕСТВЕННЫЕ



измерение

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ



# Признаки организма



## качественные

(их можно описать):  
окраска (цвет); форма;  
группа крови; жирность  
молока и т.д.



## количественные

(их можно измерить): длина  
(рост); масса; объем;  
количество семян и т.д



- Какие признаки (качественные или количественные) в большей степени подвержены изменчивости?
- Будут ли эти изменения проявляться в следующем поколении?
- Один из признаков изменчивости наследуется? Почему?





## Качественные и количественные признаки:

качественные – устанавливаемые  
описательным путём:

- масть животных, окраска семян, рост.  
*Подвержены влиянию среды меньше.*

Количественные определяемые путём  
измерения:

- урожайность с/х культур, удойность коров,  
яйценоскость кур.  
*Подвержены влиянию среды больше.*

Пределы модификационной изменчивости признака называют его нормой реакции

Норма реакции - наследуемый признак

## Типы проявления модификационной изменчивости

- Индивидуальная
- Массовая
- Географическая
- Экологическая
- Возрастная
- Сезонная
- Адаптивная
- Неадаптивная





Примером индивидуальной изменчивости может <sup>❖</sup>служить разнообразие окраски шерсти у щенков далматина.

Рысь европейская



Рысь канадская

Примером массовой изменчивости может служить разнообразие окраски шерсти у европейской и канадской рыси.







Окраска карася серебристого зависит от экологических условий, в которых он обитает.





Примером возрастной изменчивости может служить наличие рогов у взрослых самцов лосей и их отсутствие у молодых особей.



Пример сезонной изменчивости организма -  
сезонная линька у зайца.



Странный объект  
на речке растет,  
Нижние листья  
вода изовьет,  
Средний – на воду  
уложит как плот,  
Верхний же – к небу  
стрелой скользнет.





## Закономерности изменчивости

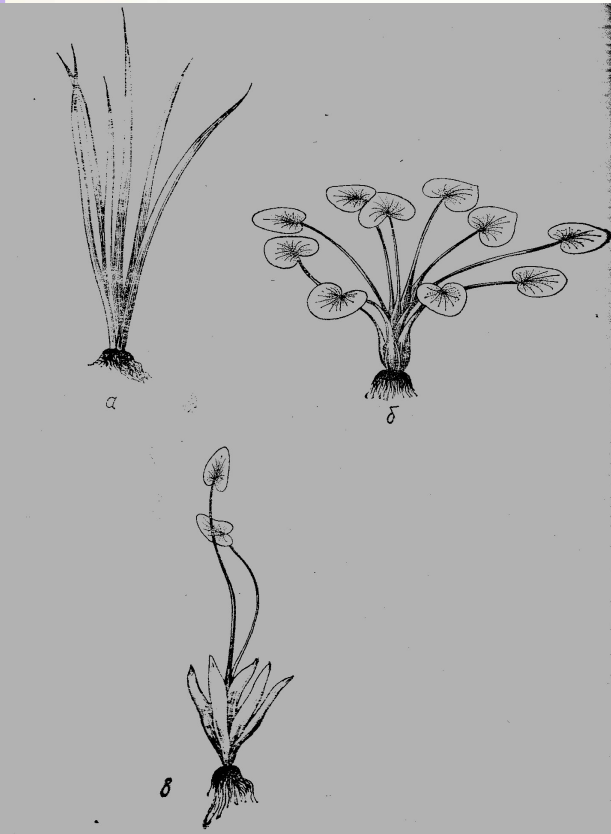
Один и тот же генотип может в разных условиях давать разное значение признака.

Стрелолист имеет два типа листьев:

- подводные
- надводные

Главный фактор отвечающий за развитие формы листьев –

степень освещенности.



Одни признаки обладают **широкой** нормой реакции, другие – гораздо более **узкой**.

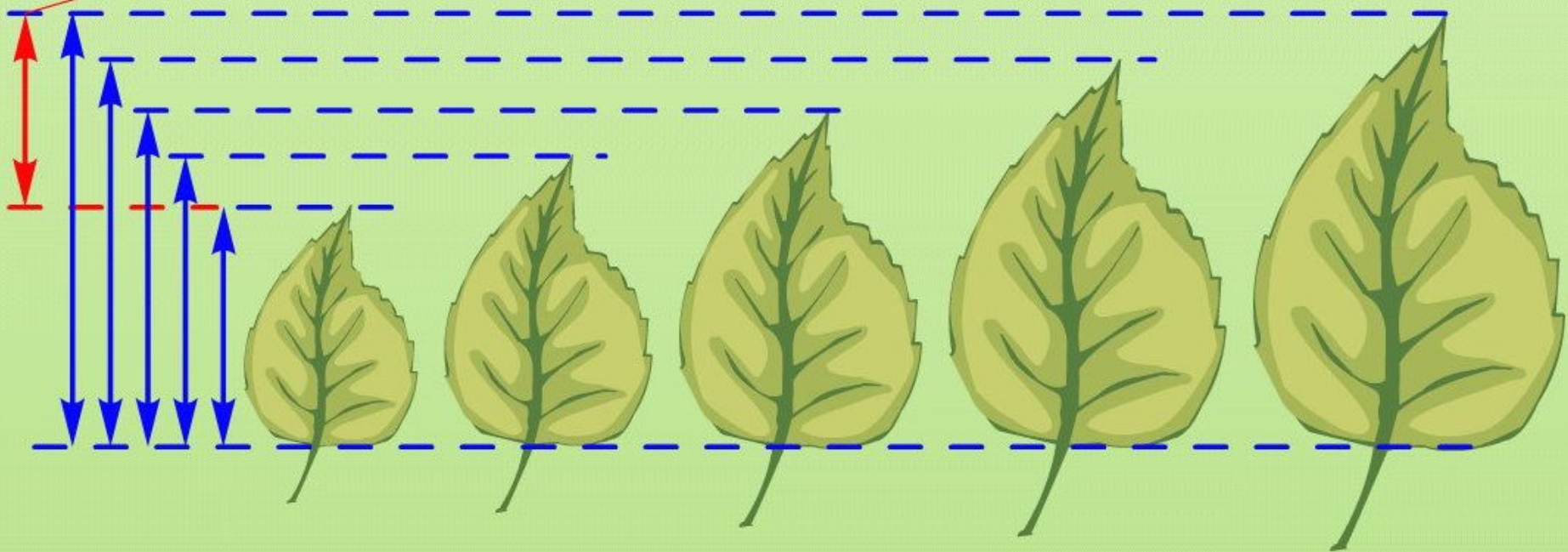


*Приведите примеры признаков с узкой и широкой нормой реакции.*





норма реакции



# Модификационная изменчивость



Как правило, количественные признаки (высота растений, урожайность, размер листьев, удоинность коров, яйценоскость кур) имеют более широкую норму реакции, то есть могут изменяться в широких пределах, нежели качественные признаки (цвет шерсти, жирность молока, строение цветка, группа крови).

Знание нормы реакции имеет большое значение для практики сельского хозяйства

Таким образом, модификационная изменчивость характеризуется следующими основными свойствами:

1. Ненаследуемость;
2. Групповой характер изменений;
3. Соответствие изменений действию фактора среды.



# Модификационная изменчивость



Для оценки степени выраженности изучаемого признака используют понятие:

**ЭКСПРЕССИВНОСТЬ** – степень фенотипического проявления гена.

Этот показатель зависит от взаимодействия гена с другими генами, или от воздействия внешних условий.

Наличие данного гена не всегда означает, что он проявится в фенотипе. Для оценки количества особей, у которых этот признак фенотипически проявился используют термин **ПЕНЕТРАНТНОСТЬ**.

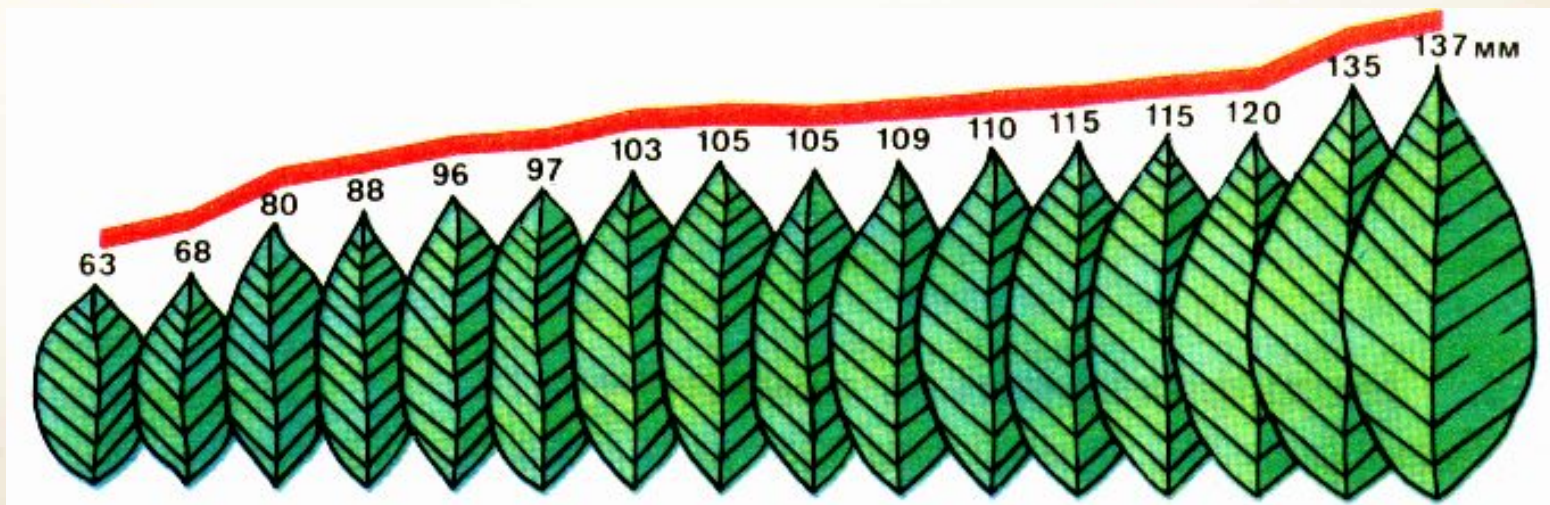
Пенетрантность – частота фенотипического проявления признака у особей с одинаковым генотипом по этому гену. Пенетрантность врожденного вывиха бедра составляет, например, 20%, у сахарного диабета – 65%.

## Статистические закономерности модификационной изменчивости.

Модификационная изменчивость многих признаков растений, животных и человека подчиняется общим закономерностям. Эти закономерности выявляются на основании анализа проявления признака у группы особей ( $n$ ). Степень выраженности изучаемого признака у членов выборочной совокупности различна.

Каждое конкретное значение изучаемого признака называют *вариантой* и обозначают буквой  $v$ .

При изучении изменчивости признака в выборочной совокупности составляется *вариационный ряд*, в котором особи располагаются по возрастанию показателя изучаемого признака.



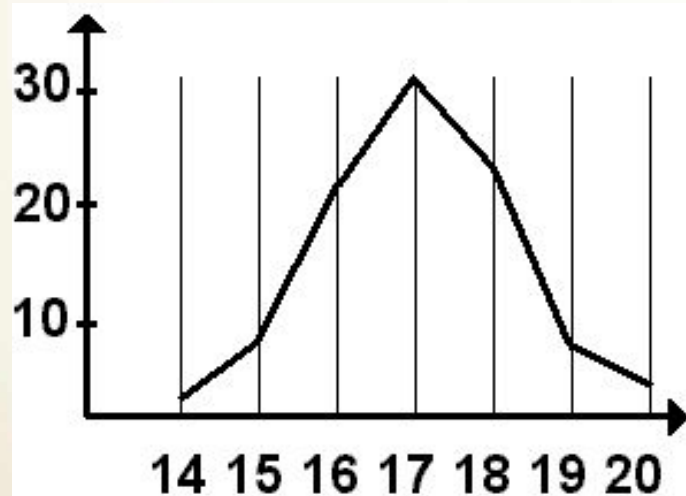
На основании вариационного ряда строится **вариационная кривая** — графическое отображение частоты встречаемости каждой варианты. **Частота встречаемости** отдельных вариантов обозначается буквой  $p$ . Например, если взять 100 колосьев пшеницы ( $n$ ) и подсчитать число колосков в колосе, то это количество будет от 14 до 20 — это численное значение вариантов ( $v$ ).

**Вариационный ряд:**

$v = 14 \ 15 \ 16 \ 17 \ 18 \ 19 \ 20$

**Частота встречаемости каждой варианты**

$p = 2 \ 7 \ 22 \ 32 \ 24 \ 8 \ 5$



Среднее значение признака встречается чаще, а вариации, значительно отличающиеся от него, — значительно реже. Это называется **нормальным распределением**.

Кривая на графике бывает, как правило, симметричной. Вариации, как большие, чем средние, так и меньшие, встречаются одинаково часто.

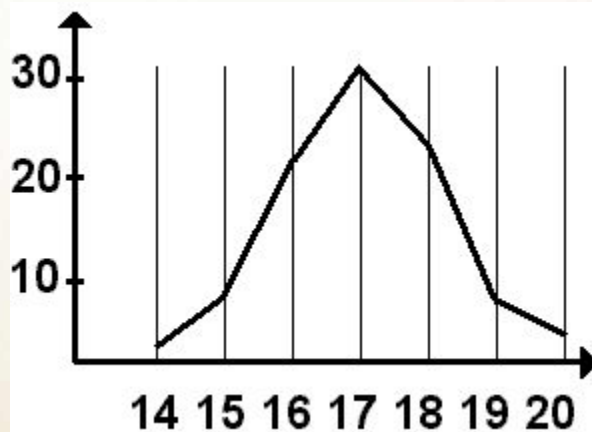


Легко посчитать и среднее значение данного признака. Для этого используют формулу:

$$M = \frac{\sum (vp)}{n}$$

где  $M$  — средняя величина признака, в числителе сумма произведений вариант на их частоту встречаемости, в знаменателе — количество вариантов. Для данного признака среднее значение равно 17,13.

Знание закономерностей модификационной изменчивости имеет большое практическое значение, поскольку позволяет предвидеть и заранее планировать степень выраженности многих признаков организмов в зависимости от условий внешней среды.



Модификационная изменчивость	Характеристика
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Можно ли ее считать определенной изменчивостью?</li><li>2. Можно ли ее считать групповой изменчивостью?</li><li>3. Влияние на генотип?</li><li>4. Влияние на фенотип?</li><li>5. Наследование полученных изменений?</li><li>6. Значение для организма:</li><li>7. Значение для эволюции:</li></ol>	

# Закономерности изменчивости

<i>Наследственная</i>	<i>Ненаследственная</i>
Изменение генотипа	Изменение фенотипа
Наследуется	Не наследуются
Индивидуальная	Массовая
Независимы, вредны или полезны	Приспособительны
Не адекватны среде	Адекватны среде
Приводит к образованию комбинаций и мутаций	Приводит к образованию модификаций
Причины – ионизирующее излучение, токсические вещества и др.	Причины – климатические, пищевые и др. изменения



# Комбинативная наследственная изменчивость

Возможности возникновения комбинаций:

- 1) Профаза I мейоза – кроссинговер;
- 2) Анафаза I – независимое расхождение гомологичных хромосом;
- 3) Анафаза II – независимое расхождение хроматид
- 4) Случайное слияние гамет

# ВЫВОДЫ:

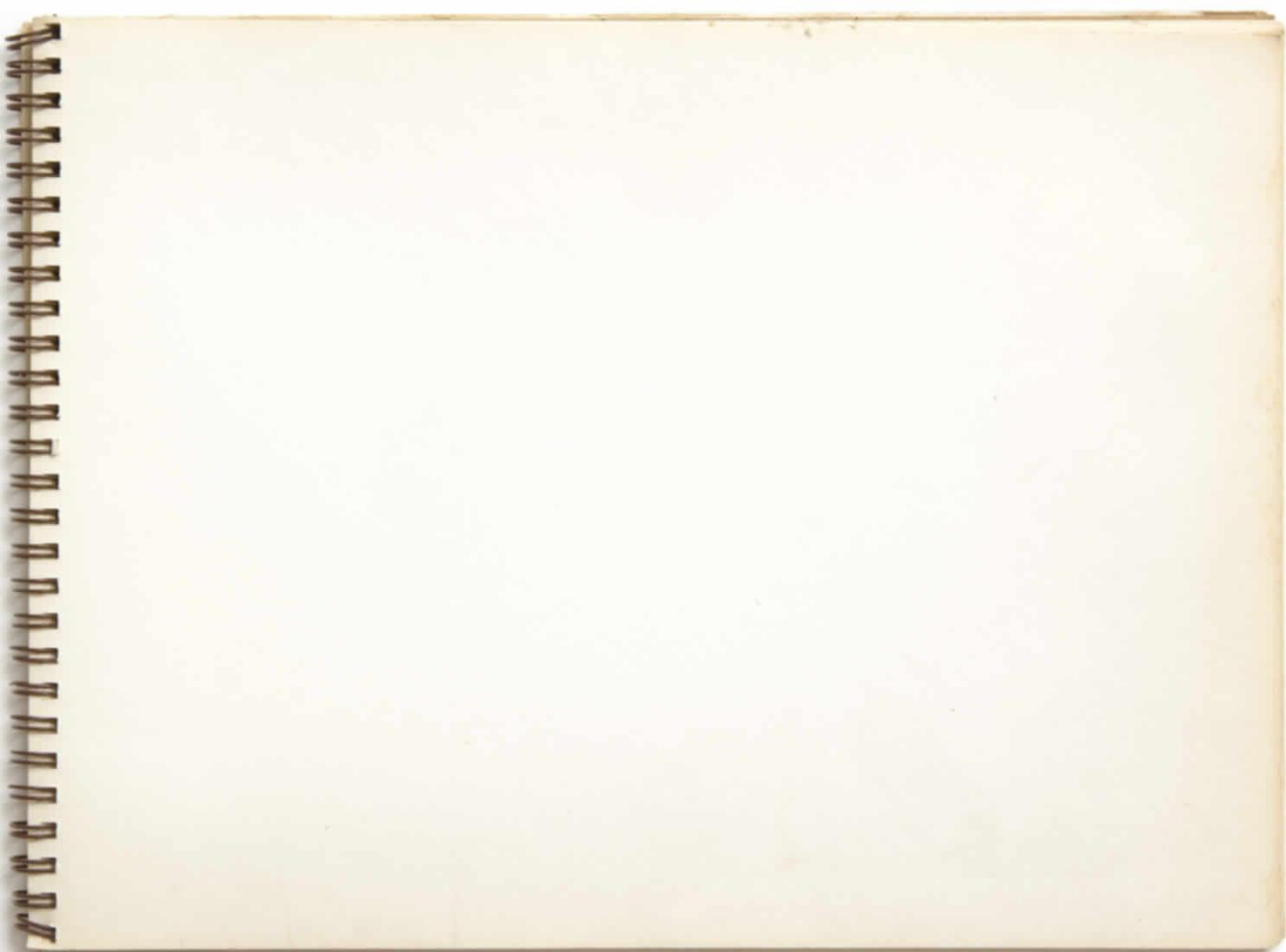
Наследуется не сам признак, а способность проявлять этот признак в определенных условиях, т.е. наследуется норма реакции организма на внешние условия.

- Изменчивость проявляется у всех организмов и является их свойством.
- Различают наследственную и ненаследственную (модификационную) изменчивость.
- Пределы модификационной изменчивости признака называются нормой реакции.
- Модификации (модификационные изменения)
  - не затрагивают генотипа;
  - не передаются по наследству;
  - возникают под действием факторов окружающей среды;
  - проявляются сходным образом у многих особей вида;
  - могут исчезать со временем.
- Возможны только в пределах нормы реакции, т.е. определяются генотипом.

# Вопросы для повторения

- Что такое изменчивость?
- Какие формы изменчивости существуют и чем они отличаются?
- Что называется нормой реакции?
- Каково значение генотипа при формировании признака?
- Что характерно для модификационной изменчивости?





## Сравнение модификаций и мутаций

Признак	Модификации	Мутации
Определение	Конкретные изменения признака, возникшие под влиянием факторов внешней среды	Случайно возникшие стихийные изменения генотипа
Суть явления	Прямое изменение признака	Изменение гена или хромосомы
Частота появления	Возникают массово	Единичны
Направленность	Характеризуются направленностью	Носят ненаправленный характер
Значение	Полезны, имеют приспособительное значение	Могут быть вредными, полезными, нейтральными
Могут ли наследоваться	Не наследуются	Наследуются

Лабораторная работа  
«Статистические закономерности  
модификационной изменчивости»



**Цель работы:** изучить закономерности изменчивости длины листьев растения

- а) определить пределы изменчивости (норму реакции) изучаемого признака;
- б) определить наиболее часто встречающееся значение признака по графику (его вершину);
- в) вычислить среднее значение признака, соотнести его с вершиной графика (кривой) изменчивости признака

**Оборудование:** линейки, гербарии листьев растений

# 1. Таблица изменчивости длины листьев

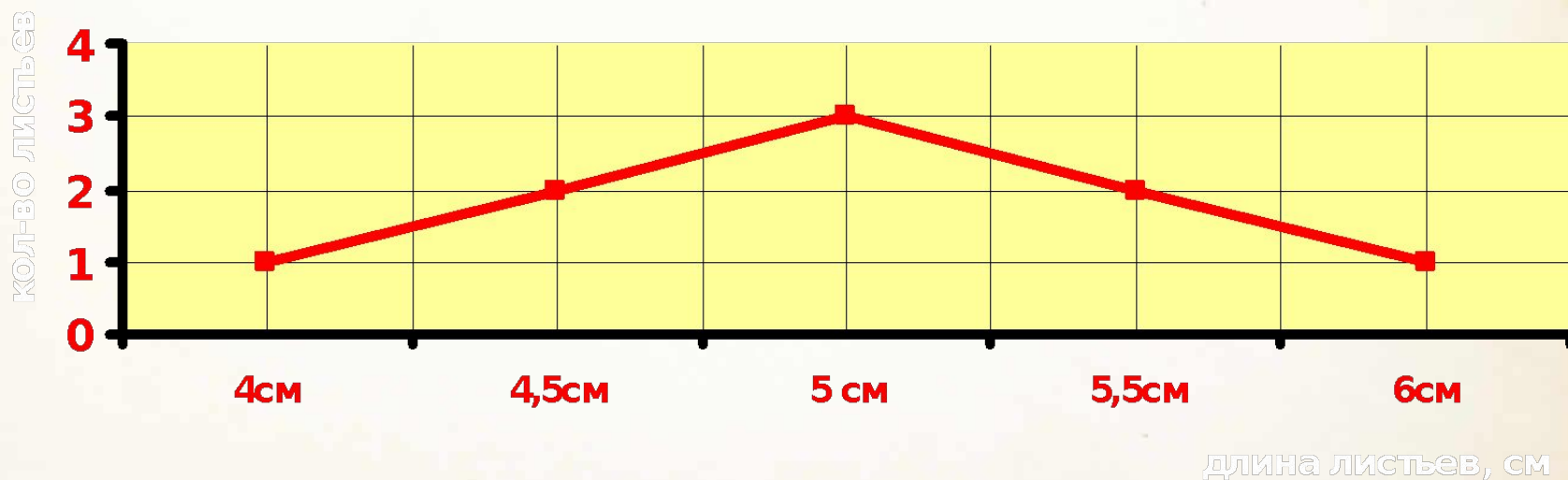
Длина , см	min				max
Кол-во листьев с такой длиной					

## 2. Норма реакции изучаемого признака:

Длина листьев \_\_\_\_\_ колеблется в пределах от (*min*) до (*max*)

3. Используя данные таблицы изменчивости признака, построить график (вариационную кривую):

### *Вариационная кривая изменчивости длины листьев*





4. Определить среднее значение изучаемого признака:

$$\text{Средняя длина} = \frac{\text{сумма всех длин}}{\text{кол-во измеренных листьев}}$$

Как соотносится среднее значение длины листьев с вершиной графика кривой изменчивости?

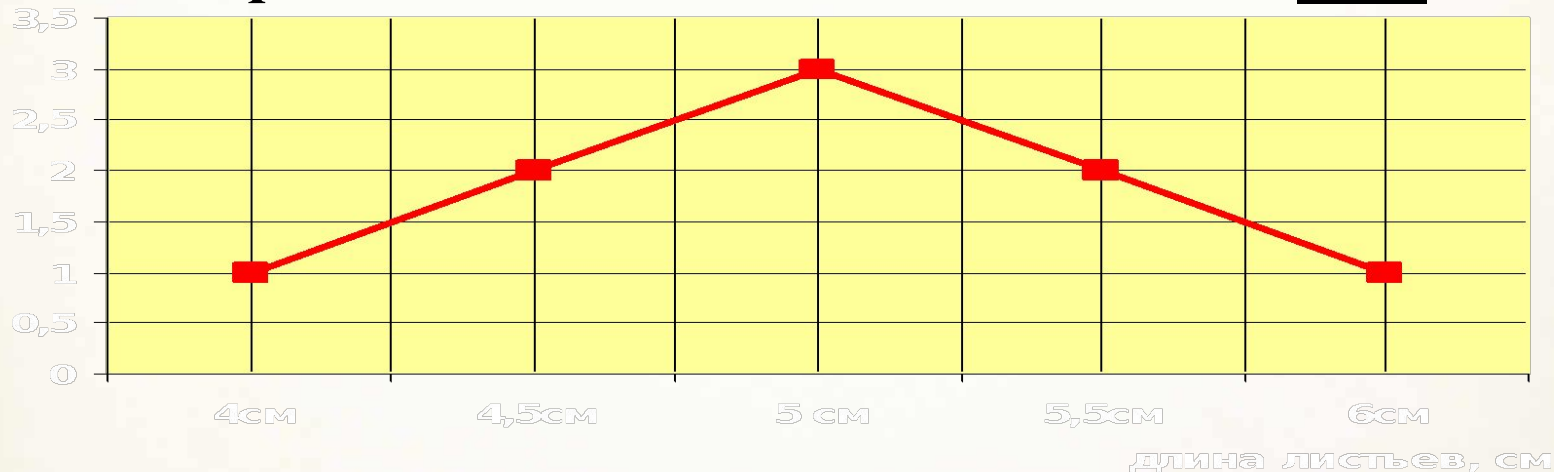
**5. Вывод (исходя из целей)**

*Таблица с данными измерений:*

Длина , см	4	4.5	5	5.5	6
Кол-во листьев с такой длиной	1	2	3	2	1

*Кривая изменчивости длины листьев \_\_\_\_\_*

КОЛ-ВО ЛИСТЬЕВ



*Средняя длина листьев*

$$M = \frac{\sum (v \cdot \rho)}{K} = 5 \text{ см}$$