



**КАФЕДРА БИОЛОГИИ**  
имени академика Е.Н.Павловского  
**ВОЕННО-МЕДИЦИНСКОЙ АКАДЕМИИ**

## Практическое занятие №17

На занятии рассматриваются следующие вопросы:

- 1.** Закономерности наследования количественных признаков
- 2.** Оценка относительной роли наследственности и среды в проявлении количественных признаков. Понятие наследуемости.
- 3.** Близнецовый метод в оценке наследуемости

## Закономерности наследования количественных признаков

- 1.** В отсутствии средовой изменчивости число фенотипических классов в  $F_2$  равно числу аллелей **+ 1**.
- 2.** С увеличением числа локусов, определяющих проявления количественного признака, изменчивость этого признака все более приближается к непрерывной

# Скращивание двух линий кукурузы, отличающихся по одному локусу

**P**      AA      x      aa  
         **18 см**                      **6 см**

**G**            A                                      a

**F<sub>1</sub>**                                      Aa  
   **12 см**

**F<sub>1</sub>**      Aa      x      Aa  
         **12см**                                      **12см**

**G**  
**F<sub>2</sub>**      AA              Aa              aa  
         **18 см**              **12 см**      **6 см**

**A** - увеличивает длину початка на **6 см**

## Скрещивание двух линий кукурузы ,

отличающихся по двум локусам

<b>P</b>	<b>AABB</b>	<b>x</b>	<b>aabb</b>		
	<b>18 см</b>		<b>6 см</b>		
<b>G</b>	<b>AB</b>		<b>ab</b>		
<b>F<sub>1</sub></b>		<b>AaBb</b>			
		<b>12 см</b>			
<b>F<sub>1</sub></b>	<b>AaBb</b>	<b>x</b>	<b>AaBb</b>		
	<b>12см</b>		<b>12см</b>		
<b>G</b>	<b>AB,Ab,aB,ab</b>		<b>AB,Ab,aB,ab</b>		
<b>F<sub>2</sub></b>	<b>1AABB</b>	<b>2AaBB</b>	<b>1aaBB</b>	<b>2aaBb</b>	<b>1aabb</b>
		<b>2AABb</b>	<b>1AAbb</b>	<b>2Aabb</b>	
		<b>4AaBb</b>			
	<b>18 см</b>	<b>15 см</b>	<b>12см</b>	<b>9 см</b>	<b>6 см</b>
	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>1</b>

**A** - увеличивает длину початка на 3 см

**B** - увеличивает длину початка на 3 см

# Скрещивание двух линий кукурузы, отличающихся по трем локусам

**P**    **AABVCC**    **x**    **aabbcc**  
          **18 см**                    **6 см**  
**G**    **ABC**                        **abc**

**F<sub>1</sub>**                    **AaBbCc**  
                           **12 см**

**F<sub>1</sub>**    **AaBbCc**    **x**    **AaBbCc**  
          **12см**                    **12см**

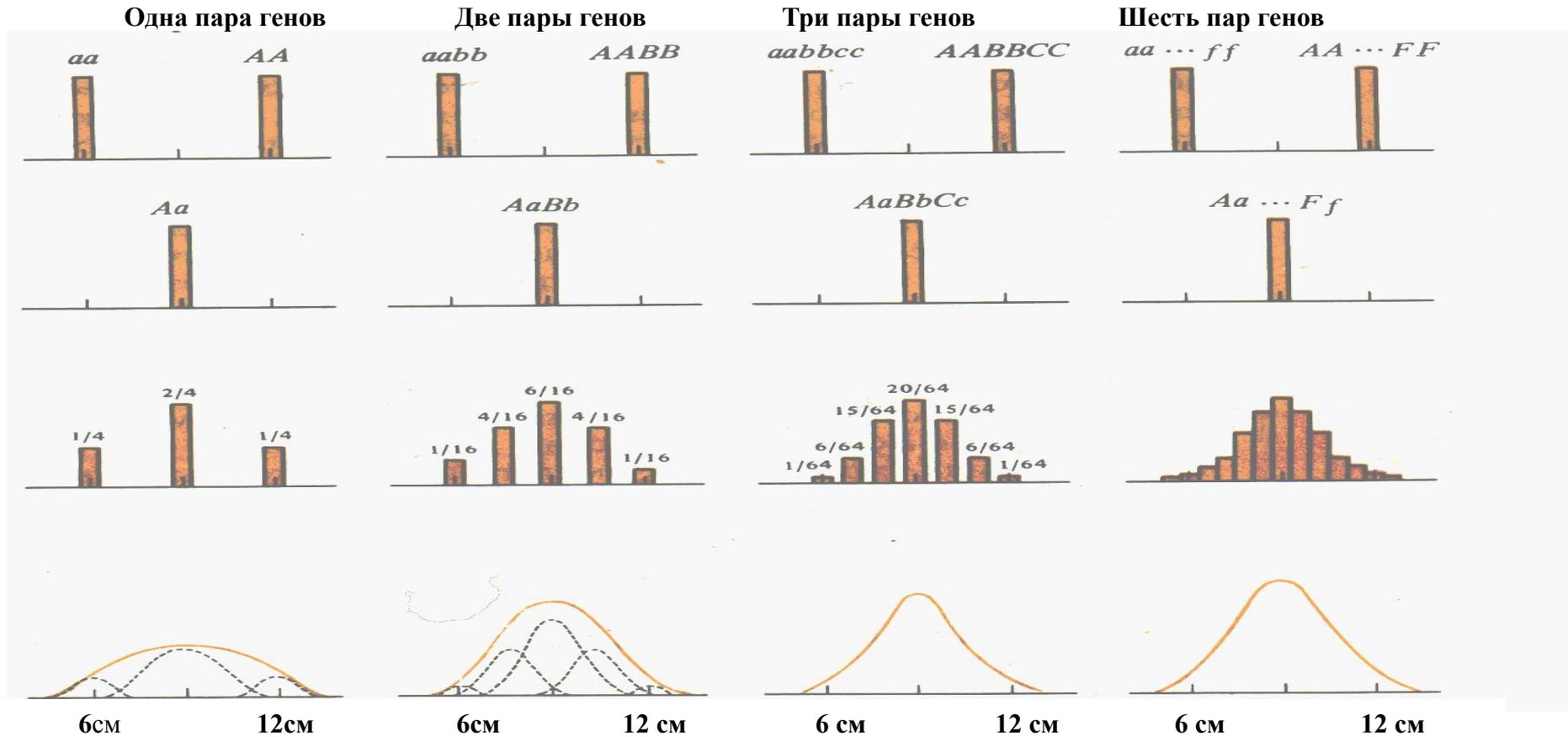
**G**  
**F<sub>2</sub>**    **AABVCC**    **AaBVCC**    **aaBVCC**    **aaBbCC**    **aabbCC**    **aabbCc**    **aabbcc**  
          **18 см**        **16 см**        **14 см**        **12см**        **10 см**        **8 см**        **6 см**

**1    :    6    :    15    :    20    :    15    :    6    :    1**

**A** - увеличивает длину початка на 2 см  
**B** - увеличивает длину початка на 2 см  
**C** - увеличивает длину початка на 2 см

Увеличение числа локусов приводит к уменьшению дисперсии (возрастанию непрерывности) в распределении признаков в  $F_2$ , поскольку в промежуточные классы попадает большая доля особей

# Скрещивание между линиями растений , отличающихся по одному , двум и трем и шести локусам ,определяющим длину початка кукурузы



**Наследуемость** измеряет часть фенотипической изменчивости признака, обусловленной генетическими различиями. Иными словами наследуемость измеряет не степень, в которой признак определяется генами, а долю фенотипической изменчивости между особями, которая обусловлена генетической изменчивостью

$$H = \frac{Vg}{Vo}$$

$$Vo = Vg + Ve$$

**Vo** – общая изменчивость

**Vg** - изменчивость, обусловленная генетическими различиями

**Ve** - изменчивость, обусловленная средовыми различиями

Измерение общей фенотипической изменчивости или дисперсии осуществляют следующим образом:

- 1.** Сначала вычисляют среднее значение величины признака
- 2.** Получают и возводят в квадрат разность между каждым значением признака и средней
- 3.** Вычисляют среднюю квадратов разностей - это и есть дисперсия

Пример: Пусть среднее значение величины признака равно **5**

**2-5=-3; -3 в квадрате=9**

**4-5=-1; -1 в квадрате=1**

**6-5=1; 1 в квадрате=1**

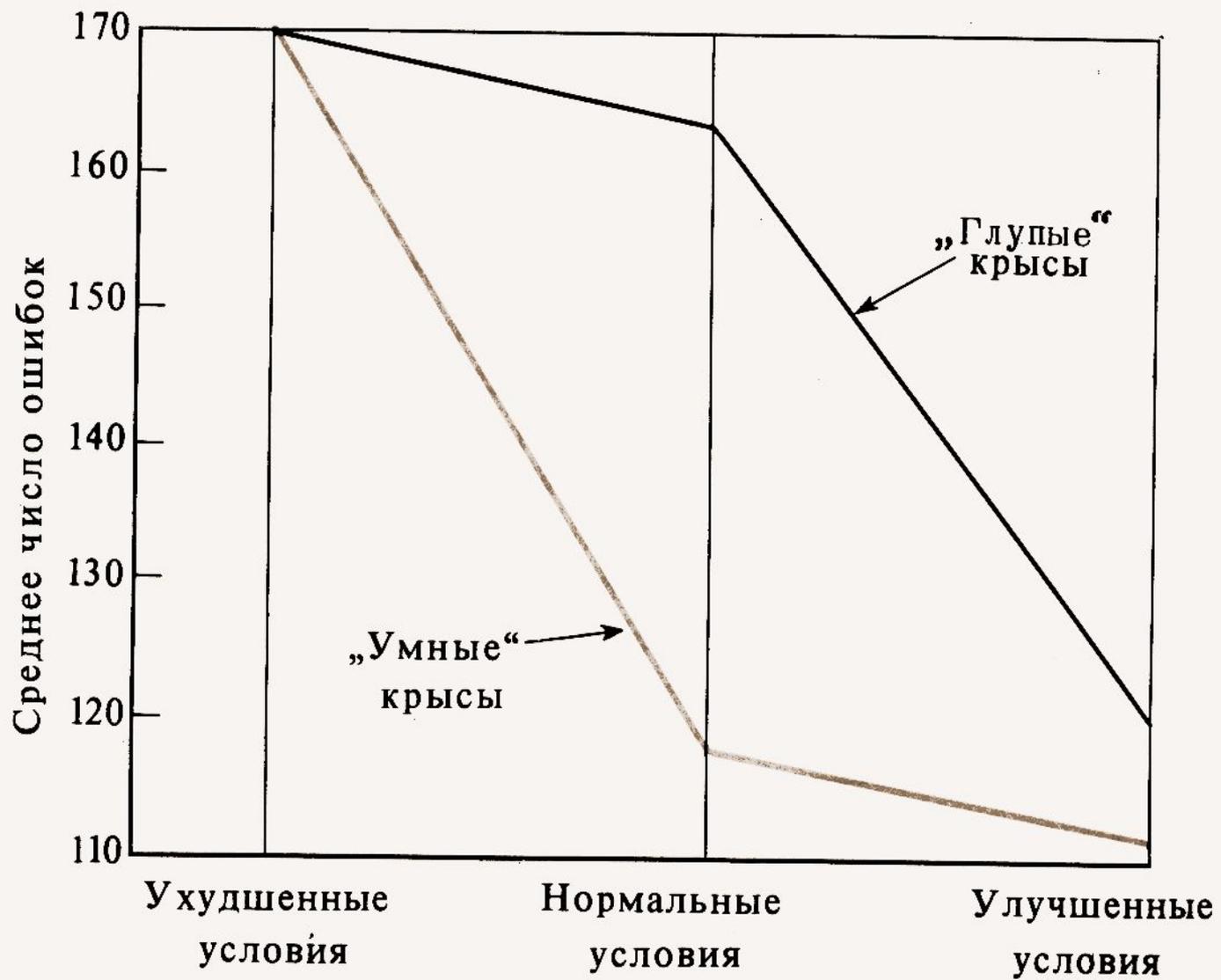
**8-5=3; 3 в квадрате=9**

Средняя квадратов **9+1+1+9=20:4=5**

Средняя квадратов разностей (дисперсия) = **5**

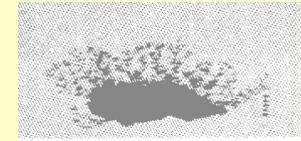
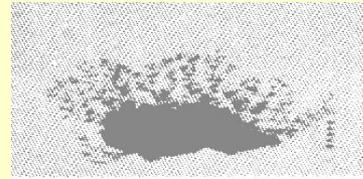
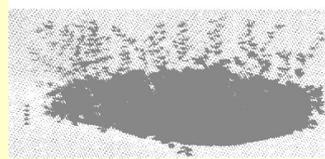
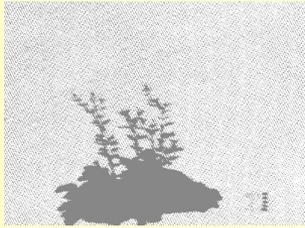
Оценки наследуемости могут быть объективными:

- только для тех определенных условий среды, в которых они получены;
- только для данной популяции

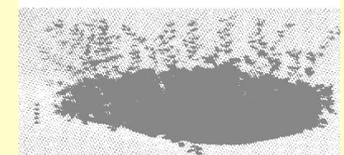
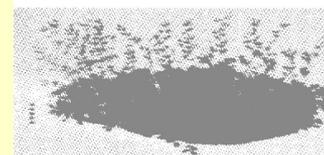
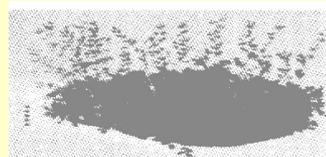


Результаты опытов с двумя линиями крыс

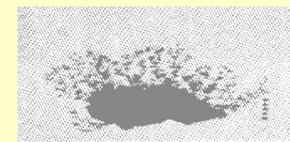
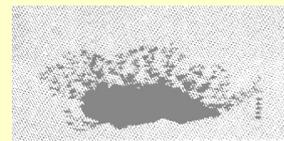
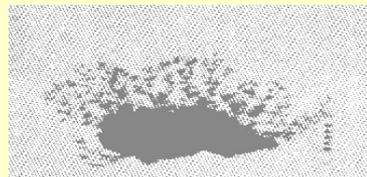
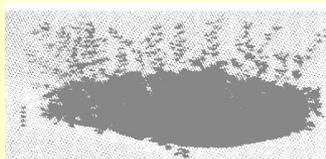
# Результаты экспериментов с растением **Potencilla glantilla**



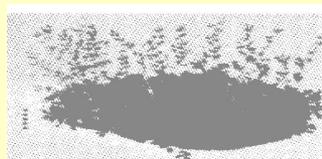
Эксперимент **1**. Генетически идентичные растения ,  
выращенные на склоне холма **H=0**



Эксперимент **2**. Генетически гетерогенные растения ,  
выращенные в оптимальных условиях **H=0,95**



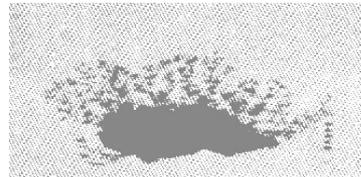
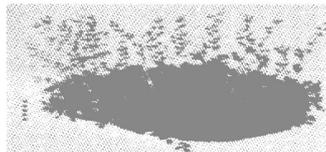
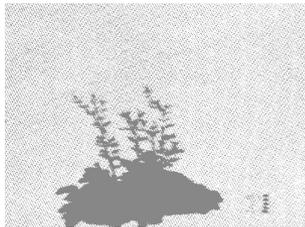
**Эксперимент 3. Генетически гетерогенные растения, выращенные в плохих условиях  $H=0,95$**



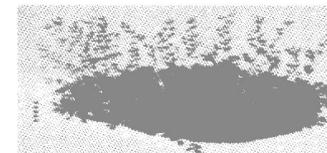
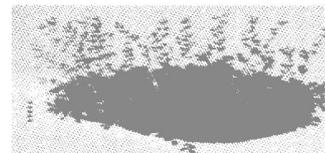
**Эксперимент 4. Генетически гетерогенные растения, выращенные в на склоне холма  $H=0,6$**

# Результаты экспериментов с растением *Potencilla glantilla*

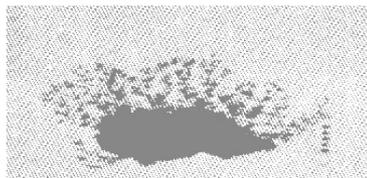
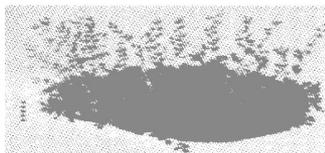
**Эксперимент 1. Генетически идентичные растения , выращенные на склоне холма  $H=0$**



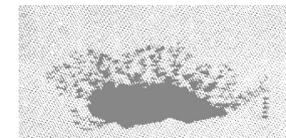
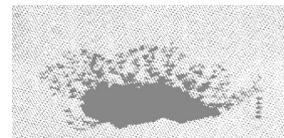
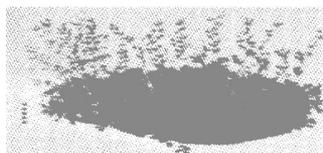
**Эксперимент 2. Генетически гетерогенные растения , выращенные в оптимальных условиях  $H=0,95$**



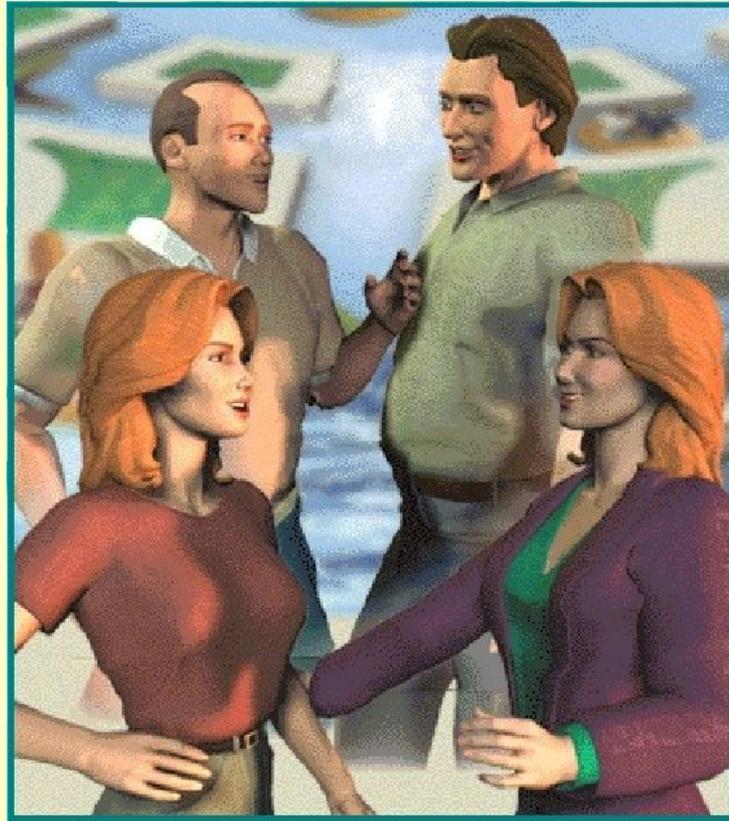
**Эксперимент 3. Генетически гетерогенные растения , выращенные в плохих условиях  $H=0,95$**



**Эксперимент 4. Генетически гетерогенные растения , выращенные в на склоне холма  $H=0,6$**



**При сравнении двух популяций, отличающихся по какому-либо количественному признаку, при условии, что наследуемость этого признака высока в каждой популяции, еще не следует, что разница по средним значениям данного признака между популяциями обусловлена генетическими различиями**



Близнецовым методом в генетике человека и медицинской генетике называют исследование генетических закономерностей на близнецах

**Монозиготные близнецы (МЗ)-близнецы, развиваются из одной яйцеклетки, оплодотворенной одним сперматозоидом. МЗ близнецы генетически идентичны.**

**МЗ отличаются друг от друга набором антител, набором соматических мутаций в целом, характером инактивации X-хромосомы, количеством молекул митохондриальной ДНК.**

**Дизиготные близнецы (ДЗ)-близнецы, развиваются из разных яйцеклеток, оплодотворенных разными сперматозоидами. ДЗ близнецы генетически не идентичны. Они имеют половину общих генов.**

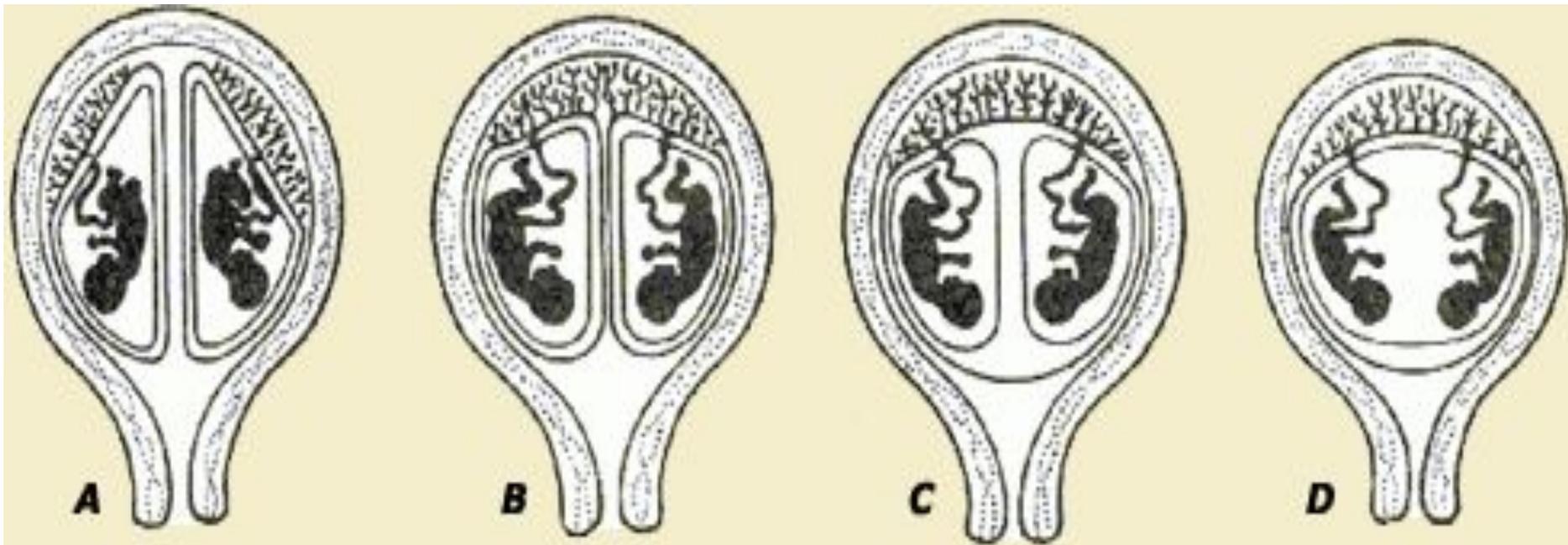
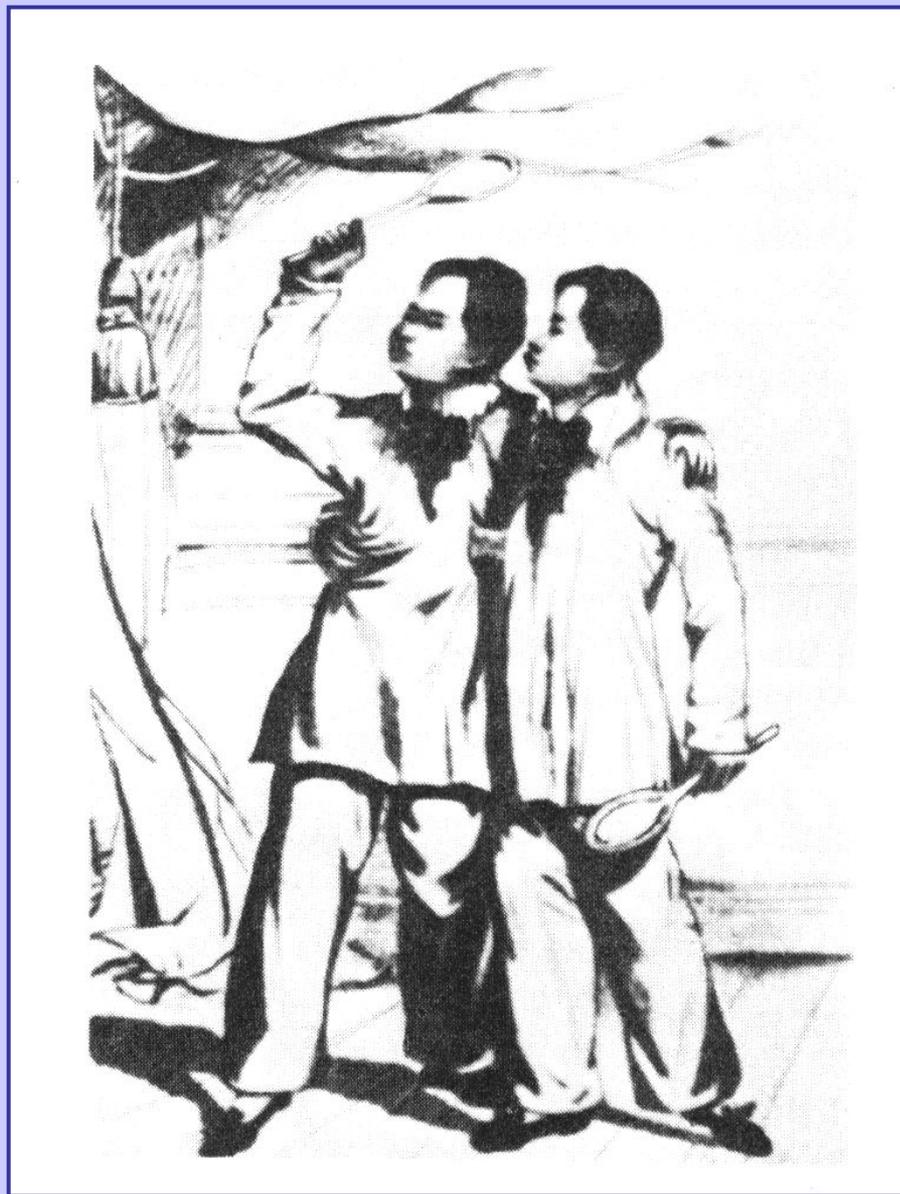


Схема расположения близнецов в матке.

**A** - однайцевые и двуяйцевые близнецы с отдельными амнионами, хорионами и плацентами. **B** - однайцевые и двуяйцевые близнецы с отдельными амнионами и хорионами и слитой плацентой. **C** - однайцевые близнецы с отдельными амнионами, но с общим хорионом и плацентой. **D** - однайцевые близнецы с общим для них амнионом, хорионом и плацентой



**Сиамские близнецы Чаанг и Энг.**

## Определение показателя наследуемости количественных признаков близнецовым методом

**$V_{mz}$** - фенотипическая изменчивость ( дисперсия )

между монозиготными близнецами

**$V_{mz} = V_e$** , где  **$V_e$**  средовая изменчивость

**$V_{dz}$**  -фенотипическая изменчивость ( дисперсия ) между дизиготными близнецами

$$V_{dz} = \frac{1}{2} V_g + V_e$$

$$V_{dz} - V_{mz} = \frac{1}{2} V_g + V_e - V_e = \frac{1}{2} V_g$$

$$2( V_{dz} - V_{mz} )$$

$$H = \frac{\text{-----}}{\text{-----}}$$

$$V_o$$

## Показатели наследуемости некоторых количественных признаков человека

Признак	Наследуемость
Телосложение	<b>0,81</b>
Вес	<b>0,76</b>
Вербальные способности	<b>0,68</b>
Способность к естественным наукам	<b>0,34</b>
Способности к гуманитарным наукам	<b>0,45</b>
Скорость постукивания ногой	<b>0,50</b>

## **Определение показателя наследуемости качественных признаков близнецовым методом**

**Приблизительная оценка наследуемости в близнецовых исследованиях может быть получена путем удвоения разности между уровнем конкордантности моно- и дизиготных близнецов.**

**Конкордантность - сходство фенотипов у сравниваемых индивидов.**

**Kmz - Kdz**

**H = -----**

**1 - Kdz**

Если **H > 0,6**, то это свидетельствует о большой роли наследственной предрасположенности в формировании патологии (признака).

## Показатели наследуемости на основании данных близнецовых исследований

	Уровень конкордантности МЗ	Уровень конкордантности ДЗ	Наследуемость
<b>Гипертония</b>	<b>0,6-0,8</b>	<b>0,3-0,5</b>	<b>0,6</b>
<b>Астма</b>	<b>0,1-0,8</b>	<b>0,0-0,5</b>	<b>0,2-0,6</b>
<b>Диабет типа 1</b>	<b>0,25-0,35</b>	<b>0,03-0,05</b>	<b>0,4-0,6</b>
<b>Диабет типа 2</b>	<b>0,5</b>	<b>0,3-0,5</b>	<b>0,3</b>
<b>Ревматоидный артрит</b>	<b>0,2</b>	<b>0,05</b>	<b>0,3</b>

**ЧАСТОТА ЗАБОЛЕВАНИЯ ВТОРОГО БЛИЗНЕЦА  
В СЛУЧАЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ ПЕРВОГО  
(КОНКОРДАНТНОСТЬ В ПРОЦЕНТАХ)**

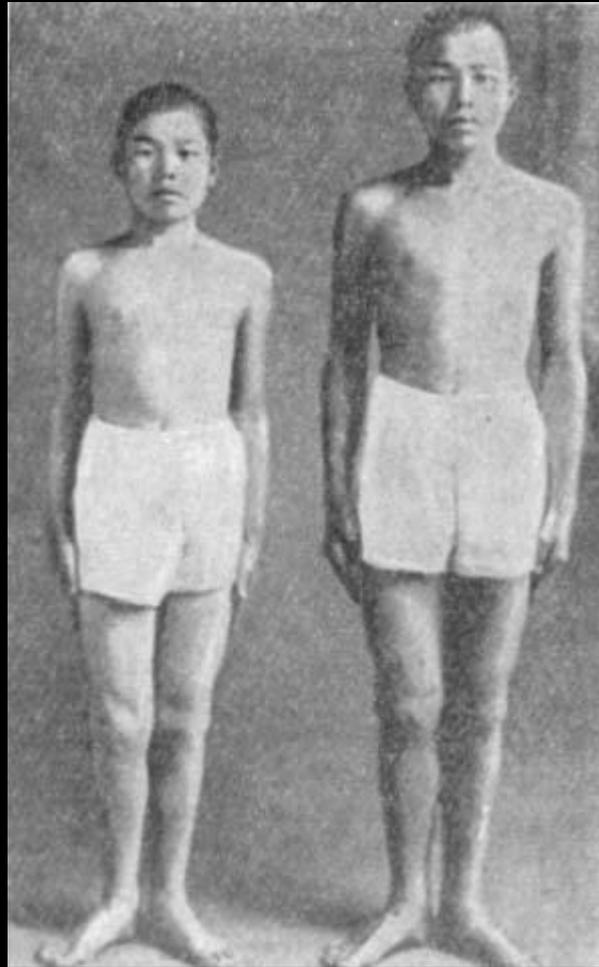
<b>Наследственные заболевания и аномалии</b>	<b>ОБ</b>	<b>ДБ</b>	<b>Инфекционные заболевания</b>	<b>ОБ</b>	<b>ДБ</b>
•Заячья губа	33	5	•Дифтерия	50	38
•Врождённый пилоростеноз	67	3	•Пневмония	58	43
•Косолапость	32	3	•Свинка	82	74
•Сахарный диабет	65	18	•Коклюш	97	93
•Шизофрения	69	10	•Корь	98	94
•Маниакально- депрессивный психоз	96	19	•Туберкулёз	66	23
			•Ревматизм	47,3	17,3



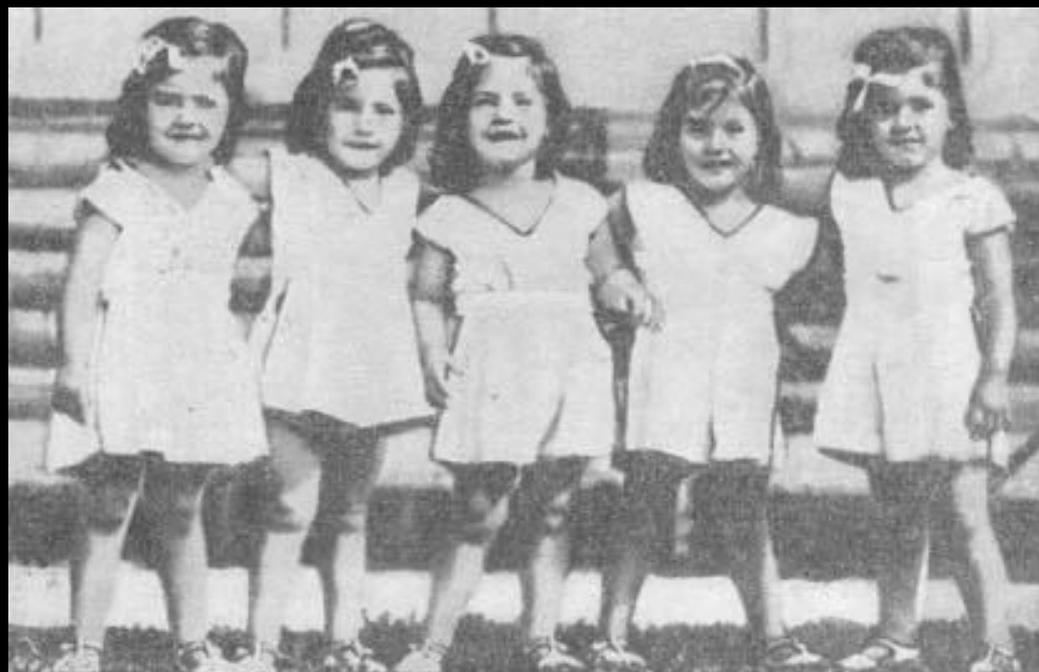
Старушки ОБ, жившие приблизительно в одинаковых условиях благополучия



Однояцевые близнецы, жившие в разных условиях. Верхняя была женой управляющего домом и жила в довольстве в городе. Нижняя жила в более тяжелых условиях в качестве работницы в деревне и в городе



Пара однояцевых близнецов в возрасте **15** лет. До **5**-летнего возраста эти близнецы были почти одинакового роста. Но потом левый из них задержался в росте, вероятно, вследствие нарушения функции гипофиза



Знаменитый клон девочек (пятерня МЗ) Дионн

# Практическая часть

- *Задание 1.* Пигментация кожи человека контролируется несколькими парами несцепленных генов, которые взаимодействуют по типу полимерии. Если условно ограничиться двумя парами генов, то европеоиды и африканские негры будут иметь генотипы  $a_1a_1a_2a_2$  и  $A_1A_1A_2A_2$ , а потомки первого поколения будут мулатами. Рассчитайте вероятность рождения белых детей в браке дигетерозиготных мулатов.

Дайте ответ на вопрос:

- При кумулятивной полимерии, когда каждый аллель гена вносит одинаковый вклад в проявление количественного признака, а факторы окружающей среды оказывают одинаковое влияние на всех скрещиваемых особей, количество фенотипических классов в F<sub>2</sub> равно:
  - а) количеству генов;
  - б) количеству аллелей;
  - в) количеству аллелей - 1;
  - г) количеству аллелей + 1;
  - д) количеству генотипических классов.

**Задание 2.** Проведите анализ результатов исследования показателей конкордантности для разных заболеваний среди монозиготных и дизиготных близнецов (табл.) и сделайте заключение об относительной роли наследственности и факторов среды в развитии указанных болезней.

Результаты изучения конкордантности для разных заболеваний среди монозиготных близнецов (МЗ) и дизиготных (ДЗ) близнецов.

Заболевание	Конкордантность (%)	
	МЗ	ДЗ
Сахарный диабет	84,0	37,0
Эндемический зоб	71,0	70,0
Рахит	88,0	22,0
Экзема	28,6	8,0
Доброкачественная опухоль	20,0	12,7

Задача 3. В многочисленных работах по изучению роста, массы тела и величины артериального давления в группах новобранцев было показано, что указанные показатели распределялись в каждой из обследованных групп в соответствии с кривой нормального распределения. Чем можно объяснить невозможность четко выделения фенотипические классов по каждому из изученных признаков?