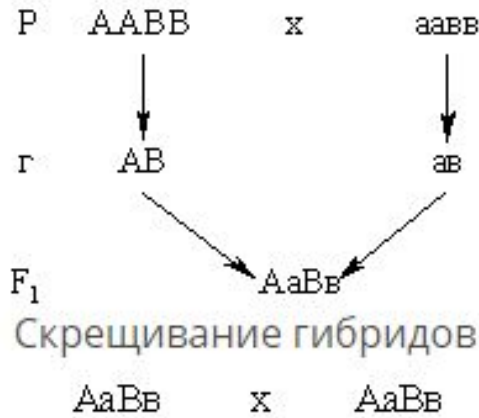


ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕНОВ

**Повторение
и еще пара примеров:
множественные аллели
и признаки, за которые
отвечает не один ген,
а два или больше**

Дигибридное скрещивание (гибридизация по двум генам)



Решётка Пеннета при дигибридном скрещивании

		Ж е н с к и е			
М У Ж с к и е	Гаметы	AB	Ab	aB	ab
		AB	$AABB$	$AABb$	$AaBB$
	Ab	$AABb$	$Aabb$	$AaBb$	$Aabb$
	aB	$AaBB$	$AaBb$	$aaBB$	$aaBb$
	ab	$AaBb$	$Aabb$	$aaBb$	$aabb$

- 9 комбинаций $A-B-$,
- 3 комбинации $A-bb$,
- 3 комбинации $aaB-$,
- 1 комбинация $aabb$.

Трибридное скрещивание (гибридизация по трем генам)

$AaBbCc \times AaBbCc$

♀ \ ♂	ABC	AbC	ABc	aBC	abC	aBc	Abc	abc
ABC	AABBCC	AABbCC	AABBCc	AaBBCC	AaBbCC	AaBBCc	AABbCc	AaBbCc
AbC	AABbCC	AAbbCC	AABbCc	AaBbCC	AabbCC	AaBbCc	AabbCc	AabbCc
ABc	AABBCc	AABbCc	AABBcc	AaBBCc	AaBbCc	AaBBcc	AABbcc	AaBbcc
aBC	AaBBCC	AaBbCC	AaBBCc	aaBBCC	aaBbCC	aaBBCc	AaBbCc	aaBbCc
abC	AaBbCC	AabbCC	AaBbCc	aaBbCC	aabbCC	aaBbCc	AabbCc	aabbCc
aBc	AaBBCc	AaBbCc	AaBBcc	aaBBCc	aaBbCc	aaBBcc	AaBbcc	aaBbcc
Abc	AABbCc	AAbbCc	AABbcc	AaBbCc	AabbCc	AaBbcc	Aabbcc	Aabbcc
abc	AaBbCc	AabbCc	AaBbcc	aaBbCc	aabbCc	aaBbcc	Aabbcc	aabbcc

Это, конечно,
только самые простые
случаи скрещиваний.

Реально в природе
постоянно скрещиваются
организмы с разными
аллелями по тысячам и
десяткам тысяч генов.

Абиссинские кошки

- Ген В отвечает за цвет животного:
коричневый (В) / рыжий (b),
- ген D (ген осветления) – за плотность окраса:
«плотный» (D) / «осветленный» (d) (укладывает гранулы пигмента в волосе иначе – на некотором расстоянии друг от друга)



Коричневый
В_ D_



Рыжий
(соррель)
bbD_



Голубой
(осветленный
коричневый)
В_dd



Фавн
(осветленный
рыжий)
bbdd

Окраска волнистых попугайчиков

желтый x синий



все зеленые



9/16



3/16



3/16



1/16

За окраску отвечают два гена

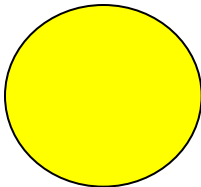
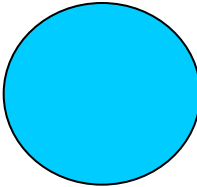
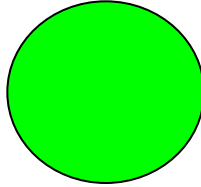
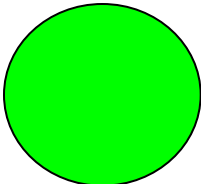
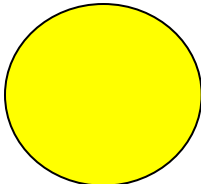
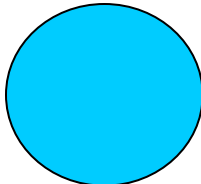
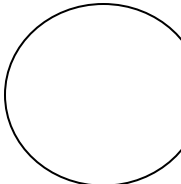
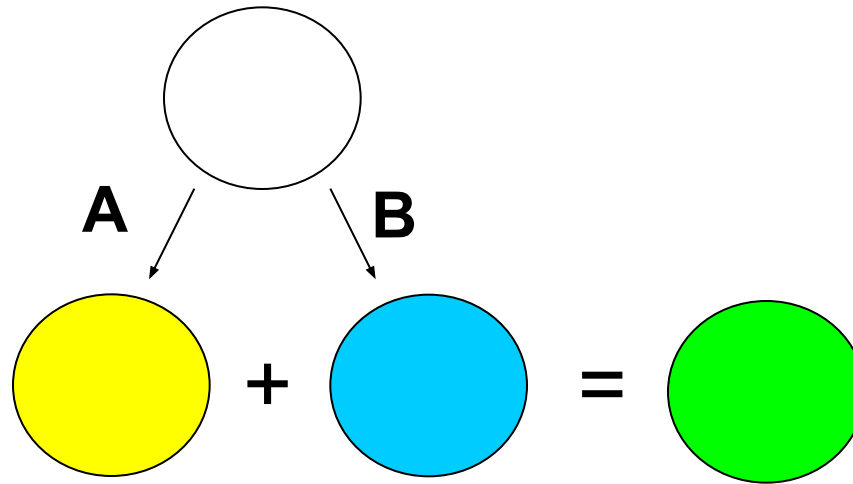
-  $AAbb$ x $aaBB$ 
- желтые синие
- $AaBb$ x $AaBb$
- все  зеленые
- $A-B-$ $A-bb$ $aaB-$ $aabb$
- $9/16$ $3/16$ $3/16$ $1/16$
-    

Схема взаимодействия этих генов



- Ген A кодирует фермент, катализирующий синтез желтого пигмента, а ген B кодирует фермент, катализирующий синтез синего пигмента. Когда есть оба пигмента, окраска получается зеленая (эффект нашего восприятия: смешение желтого и синего дает зеленый).

На самом деле окраска разнообразнее



Почему?



Потому что за нее на самом деле отвечает больше генов!

Почему многие признаки
в природе имеют
НОРМАЛЬНОЕ
распределение

Гаусс и Лаплас

Независимо открыли и описали широко распространенное в природе НОРМАЛЬНОЕ распределение.



Carl Friedrich GAUß
(1777–1855)



Pierre-Simon LAPLACE
(1749–1827)

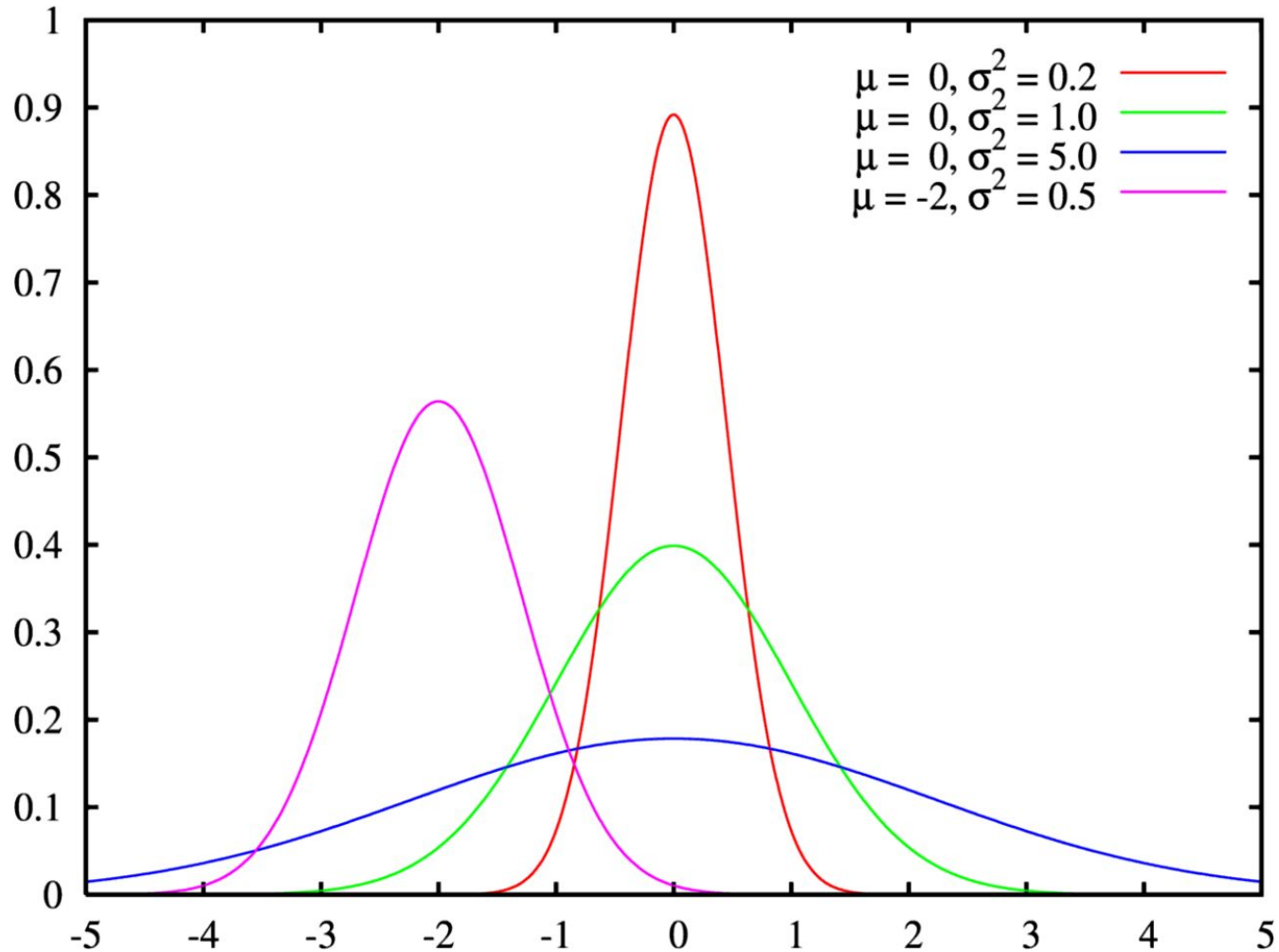
НОРМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ, также называемое **распределением Гаусса** или **Гаусса — Лапласа** — распределение вероятностей, которое в одномерном случае задаётся функцией плотности вероятности, совпадающей с функцией Гаусса:

$$\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x - \mu)^2}{2\sigma^2}\right)$$

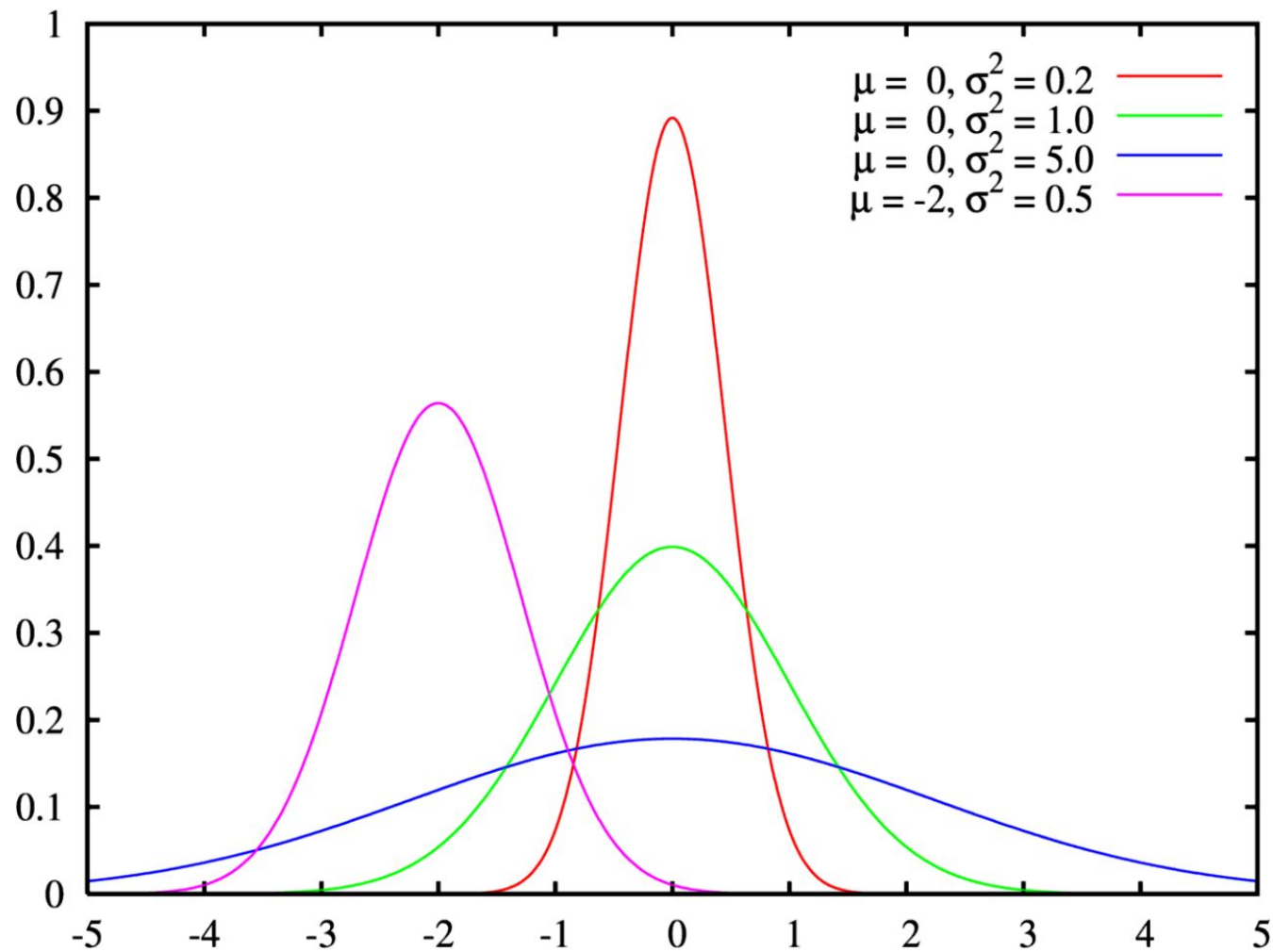
где параметр μ — одновременно **математическое ожидание** (среднее арифметическое), **медиана** (значение посередине распределения) и **мода** (самое частое значение) распределения, а параметр σ — **среднеквадратическое отклонение** (σ^2 — дисперсия, т.е. средний квадрат отклонения от среднего арифметического) распределения.

Графики нормальных распределений

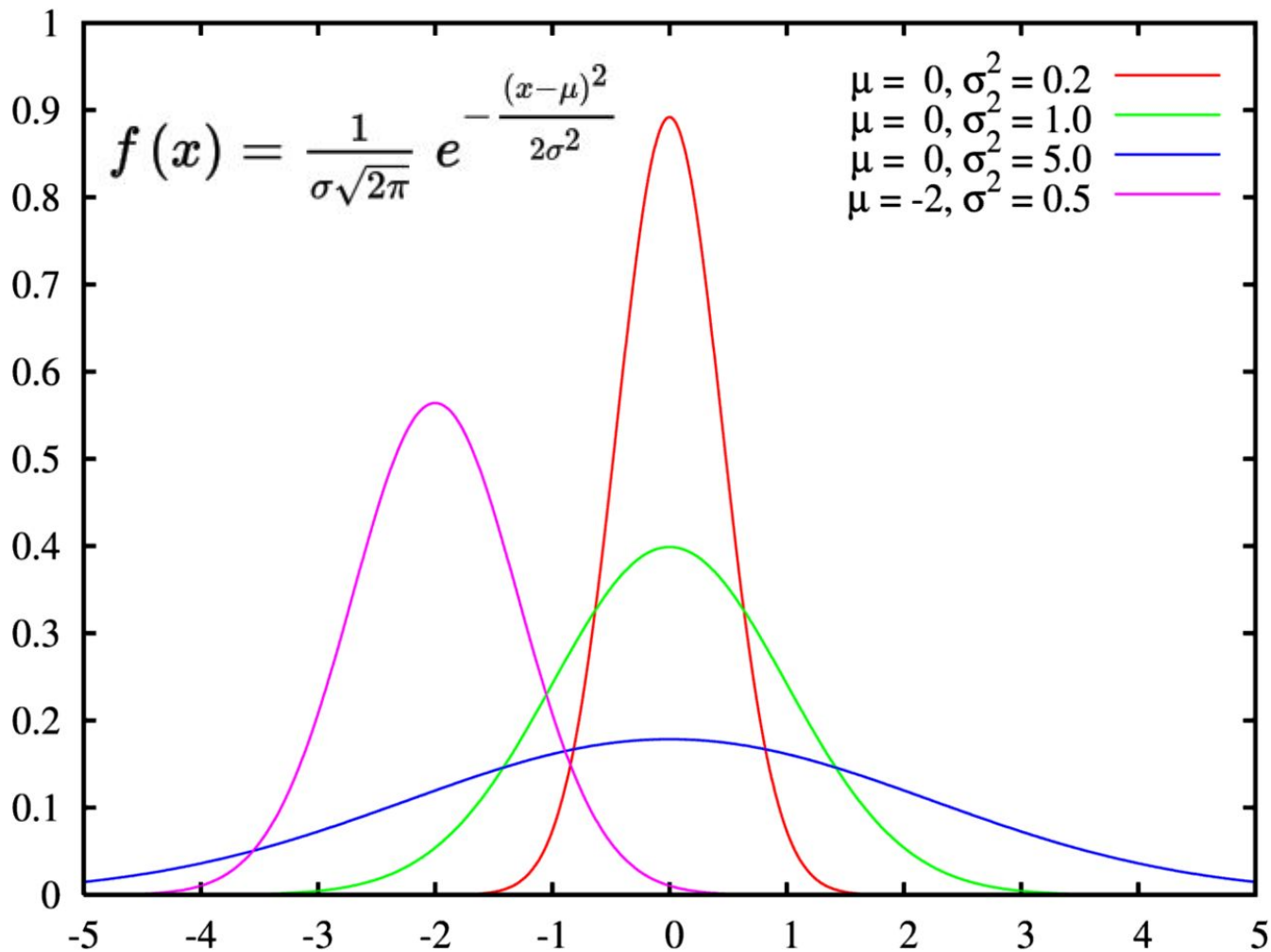
(по оси абсцисс значение признака, по оси ординат плотность вероятности, т.е. относительная вероятность события [относительно других событий])



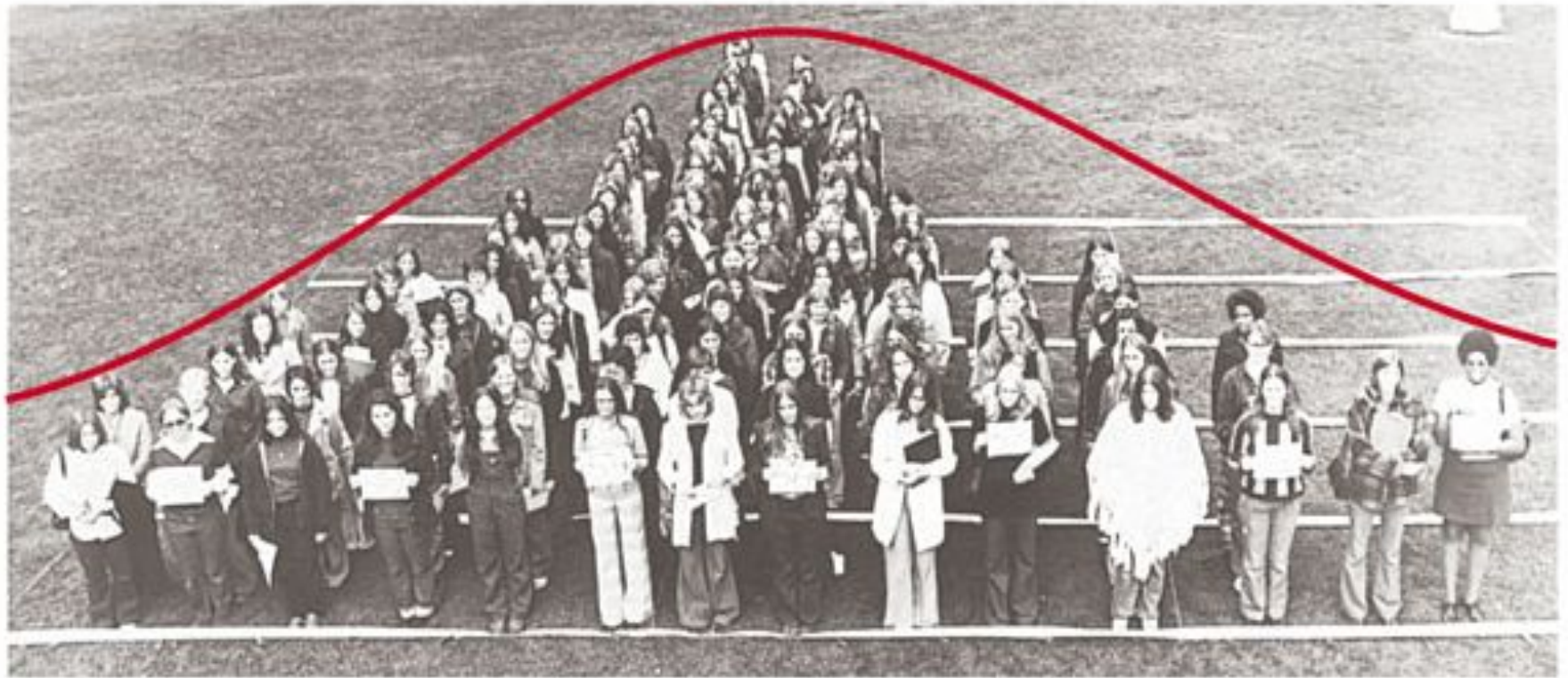
Кривую такой формы называют **ГАУССИАНА**



И это график **Гауссовой функции** (т.е. как раз такой функции, которой соответствует **зависимость плотности вероятности нормального распределения от значения признака**).



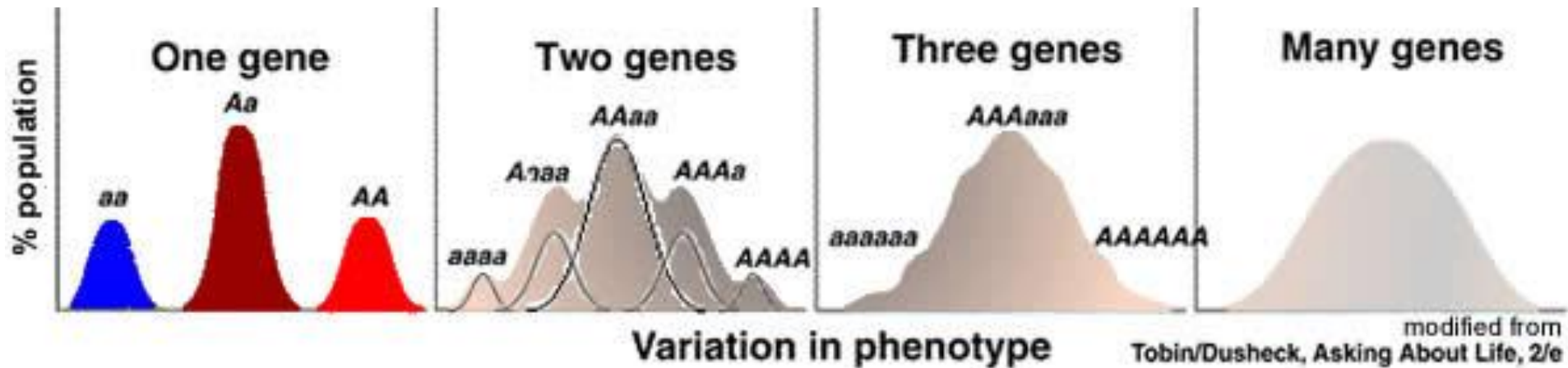
Number of individuals



Height in inches

Значения очень многих признаков в популяции часто распределены нормально (так бывает, когда признак определяется большим числом малых независимых факторов, например определяется многими генами).

Если генов, отвечающих за признак, мало, распределение будет далеким от нормального, но если их много, оно будет приближаться к нормальному.



**Еще один пример
нормального распределения:
цвет кожи у человека**

Еще один пример нормального распределения: цвет кожи у человека

Цвет кожи зависит от нескольких генов
с КУМУЛЯТИВНЫМ (суммирующимся) эффектом.

Еще один пример нормального распределения: цвет кожи у человека

Цвет кожи зависит от нескольких генов с КУМУЛЯТИВНЫМ (суммирующимся) эффектом.

Чем больше доминантных аллелей,
тем темнее кожа.

Еще один пример нормального распределения: цвет кожи у человека

Цвет кожи зависит от нескольких генов с КУМУЛЯТИВНЫМ (суммирующимся) эффектом.

Чем больше доминантных аллелей,
тем темнее кожа.

Поэтому у двух смуглых людей
может родиться очень светлокожий ребенок,
но случается это крайне редко
(такие дети оказываются на одном
из краев гауссианы потомства
двух смуглых людей).

Иногда (очень редко) может получиться и так

- **Разнояйцевые близнецы: несут разный набор генов и могут быть так же мало похожи друг на друга, как обычные братья и сестры.**



В прошлый раз я вас
задержал и в этот раз
обещал отпустить пораньше,
что и делаю.

На сегодня всё.

Через неделю поговорим о том,
как гены включаются и
выключаются.