

# АНАЛИЗ, ОБРАБОТКА И ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

**Измерением** называется процесс определения количественного значения физической величины опытным путём с помощью специальных технических средств (приборов) и, выражении этого значения в принятых единицах.

**Результатом измерения** является некоторое число, которое показывает, во сколько раз измеренная физическая величина больше или меньше другой величины, принятой за единицу.

**Измерительная мера** – вещественное воспроизведение единицы измеряемой физической величины с определённой наперёд заданной точностью.

**Измерительный прибор** – средство измерений, предназначенное для выдачи количественной информации об измеряемой величине в доступной для восприятия форме, например, измерительная линейка, рулетка, амперметр, вольтметр и др.

# ***Международная система единиц***

Величина	Единица	
Наименование	Размерность	Наименование
Длина	L	метр
Масса	M	килограмм
Время	T	секунда

СИ – метрическая система единиц

Для любой физической величины существует лишь одна главная единица и набор дольных и кратных единиц, образуемых стандартным образом с помощью десятичных [приставок](#).

# Виды измерений

Прямое измерение — измерение, при котором искомое значение физической величины получают непосредственно.

Косвенное измерение — определение искомого значения физической величины на основании результатов прямых измерений других физических величин, функционально связанных с искомой величиной.

# Классификация погрешностей

Погрешность измерения — оценка отклонения измеренного значения величины от её истинного значения. Погрешность измерения является характеристикой (мерой) точности измерения.

По форме представления:

абсолютная погрешность

$$\Delta = x - x_0$$

относительная погрешность

$$\delta = \frac{\Delta}{x_0} \cdot 100\% \quad \delta = \frac{\Delta}{x} \cdot 100\%$$

приведённая погрешность

$$\gamma_{np} = \frac{\Delta}{x_N} \cdot 100\%$$

## По характеру проявления

**Грубая погрешность (промах)** — погрешность, возникшая вследствие недосмотра экспериментатора или неисправности аппаратуры (например, если экспериментатор неправильно прочёл номер деления на шкале прибора или если произошло замыкание в электрической цепи).

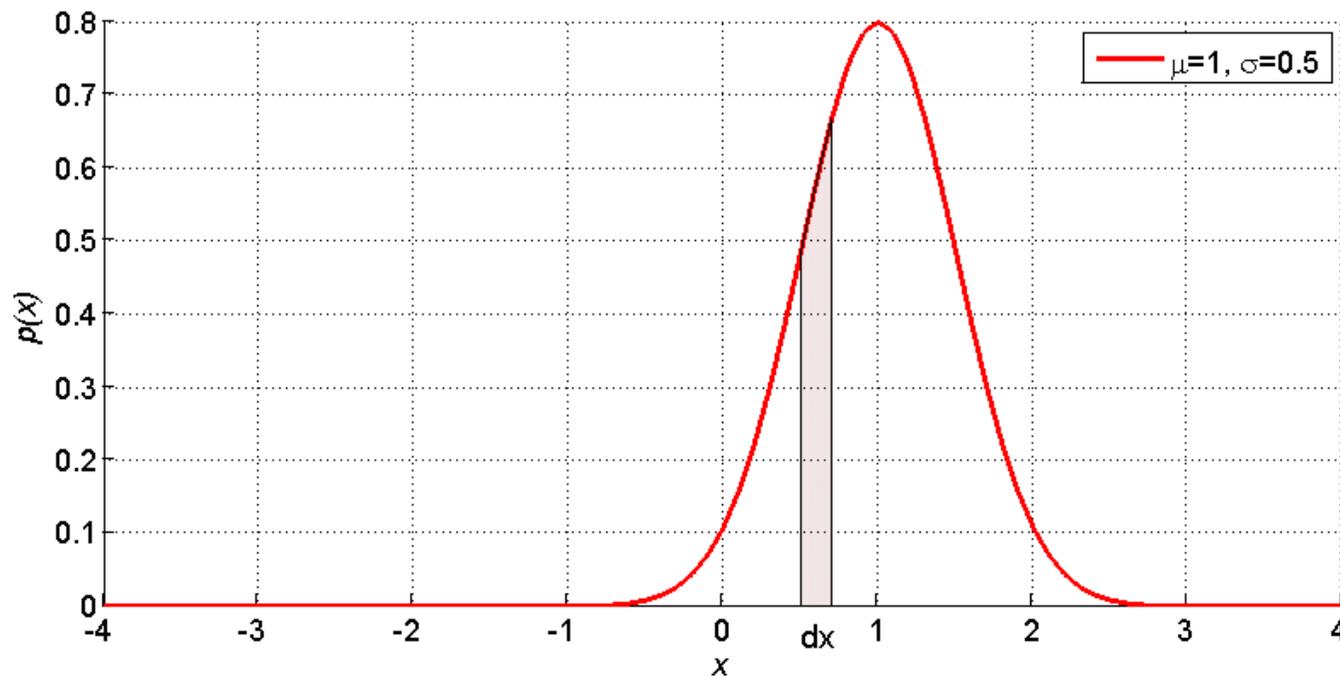
**Систематические погрешности** – погрешности, остающиеся неизменными (как по величине, так и по знаку) или закономерно изменяющиеся (по известному закону) при повторных измерениях одной и той же величины. Они могут быть связаны с ошибками приборов (инструментальные погрешности) и с самой постановкой опыта (методические погрешности).

**Случайные погрешности** – погрешности, изменяющиеся случайным, непредсказуемым образом (по величине и по знаку) при многократных измерениях одной и той же величины.

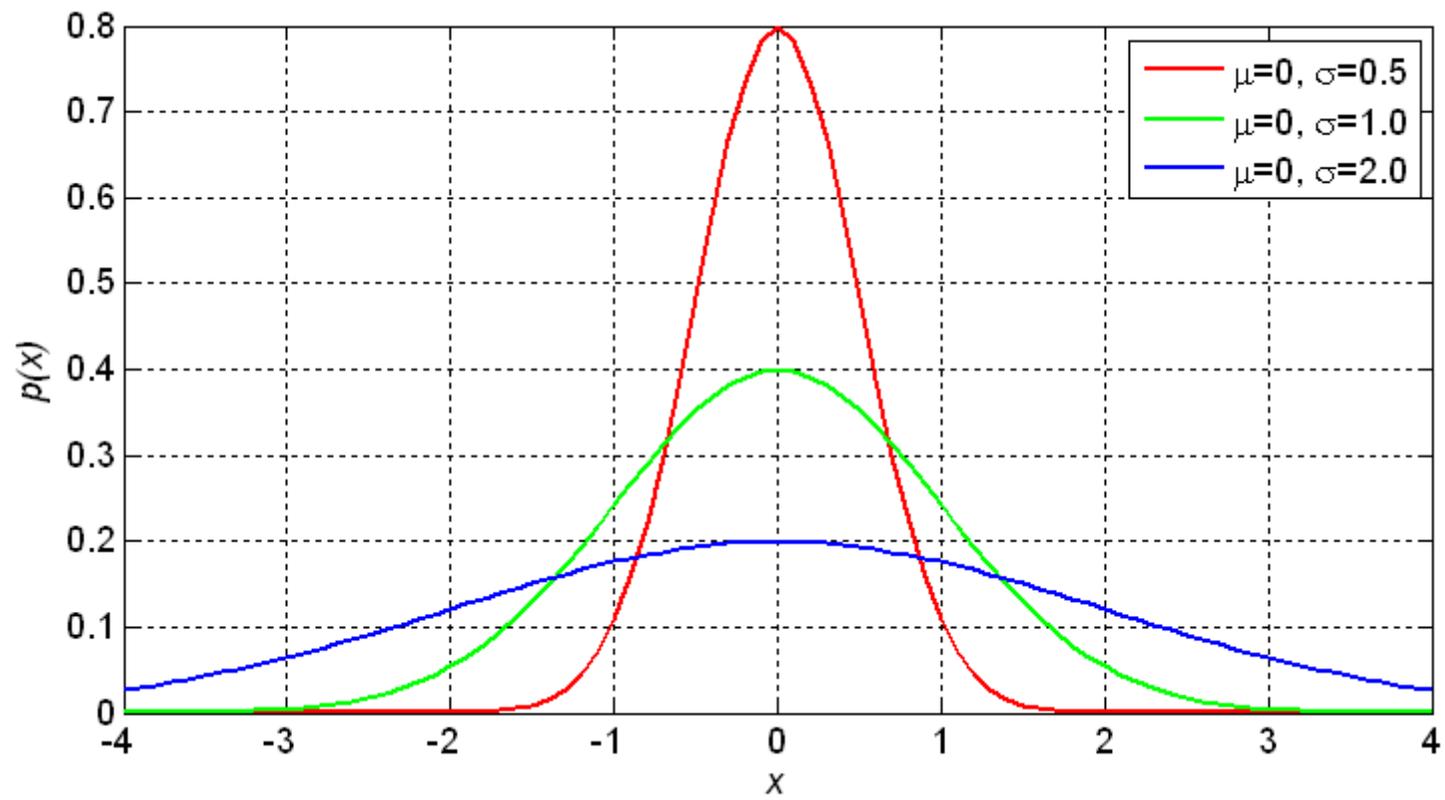
# Нормальное распределение (распределению Гаусса)

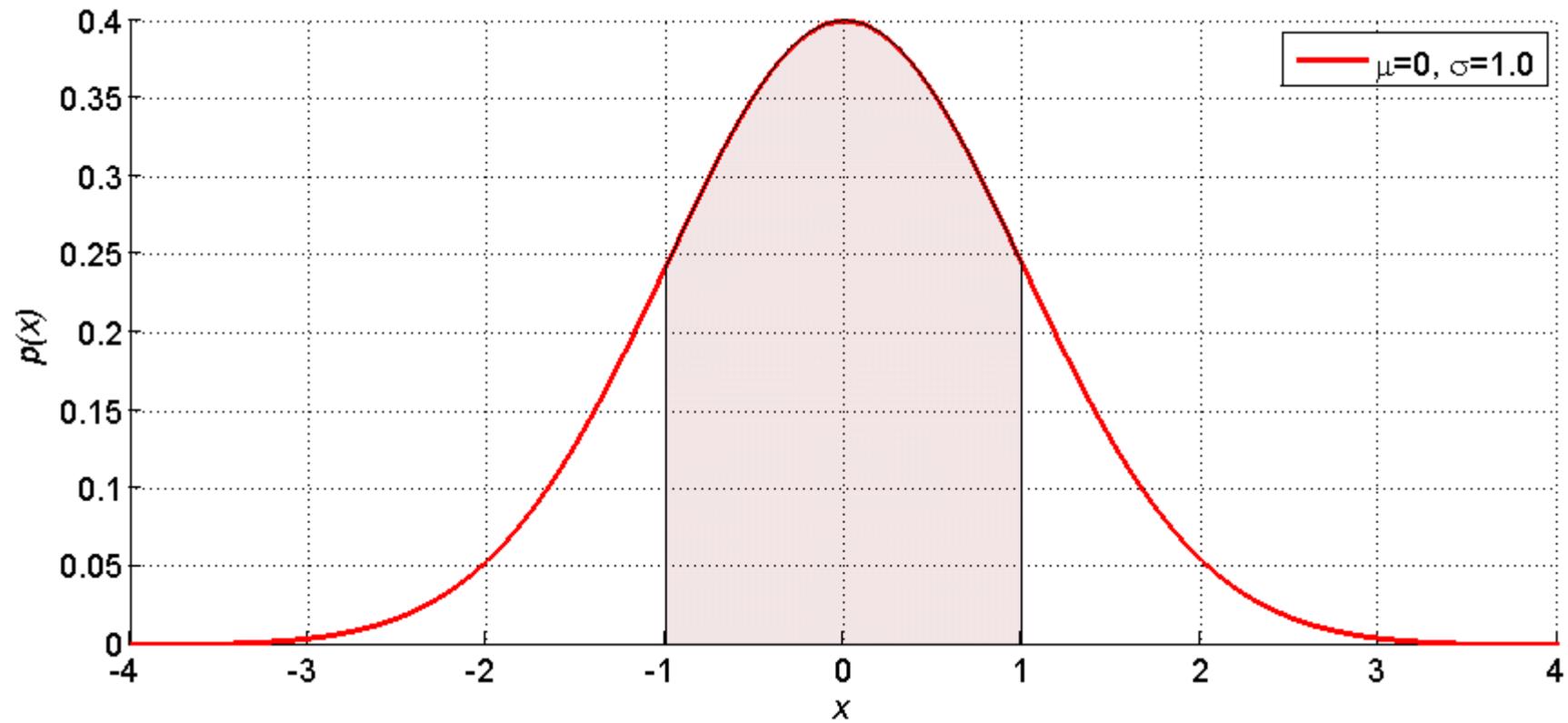
$$p(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

плотность вероятности



$p(x)dx$  - вероятность (доля)





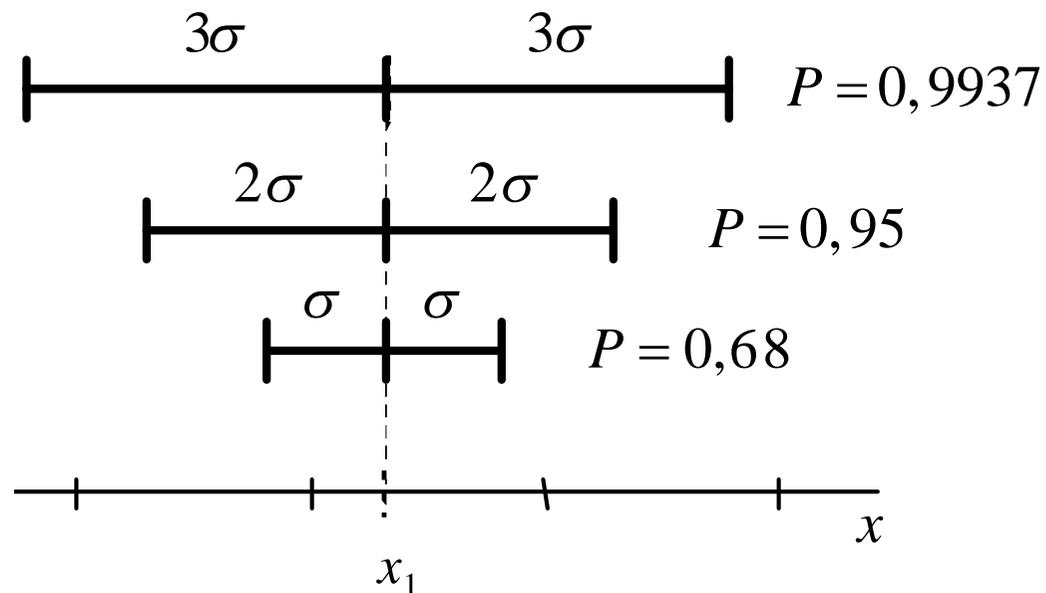
$$x_{ucm} \equiv \mu = x_1 \pm \sigma ; P = 0,68$$

$$x_{ucm} \equiv \mu = x_1 \pm \sigma; P = 0,68$$

$$x_{ucm} \equiv \mu = x_1 \pm 2\sigma; P \approx 0,95$$

$$x_{ucm} \equiv \mu = x_1 \pm 3\sigma; P \approx 0,9973$$

$$[x_{ucm} - t\sigma, x_{ucm} + t\sigma]$$



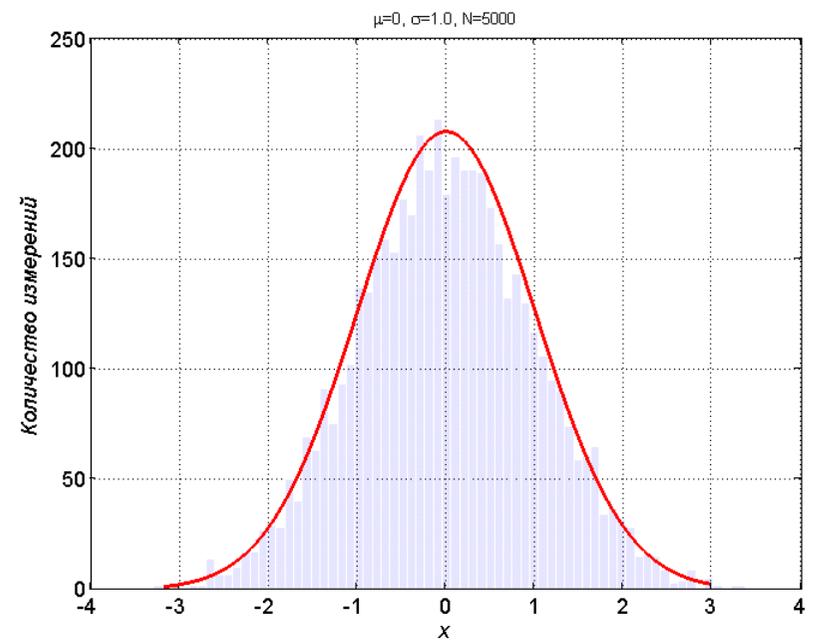
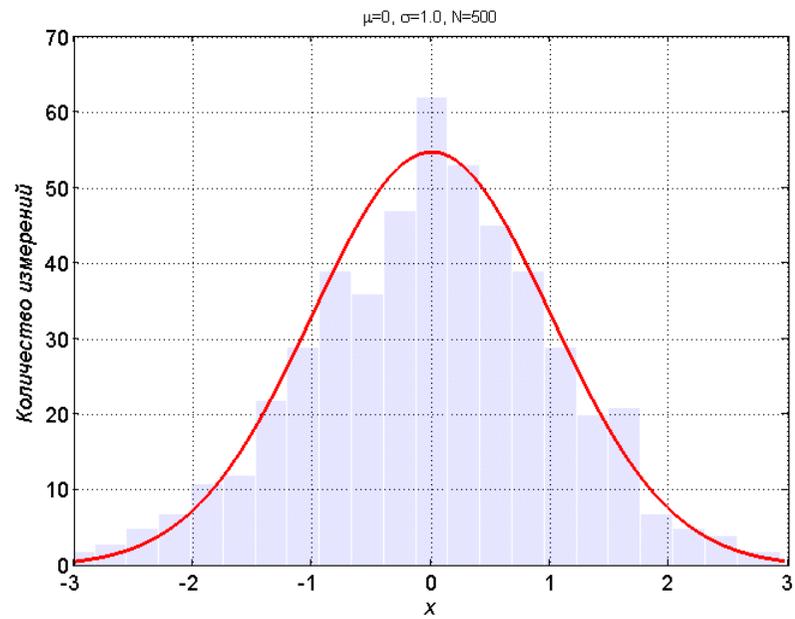
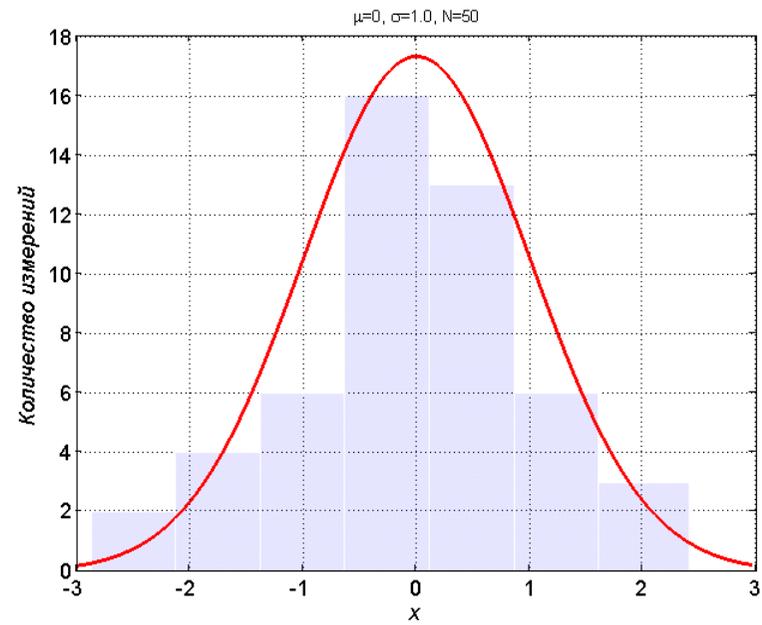
# Гистограмма

**Гистограмма** – графический способ представления распределения большого числа данных

$$b = \frac{(\tau_{\max} - \tau_{\min})}{k} \quad k \approx \sqrt{N}$$

$$P_1 + \dots + P_7 = \frac{N_1}{N} + \dots + \frac{N_7}{N} = \frac{N_1 + \dots + N_7}{N} = 1$$

$$p = \frac{N_m}{Nb} \quad \lim_{\substack{N \rightarrow \infty \\ b \rightarrow 0}} \frac{N_m/N}{b} = p(x) = \frac{p(x)dx}{dx}$$



12:27

Оценка нормальности распределения:

- по форме гистограммы;
- по отношению ПШПВ гистограммы к выборочной СКО;

$$ПШВП/СКО \sim 0.7 - 1.5$$

# Прямые многократные измерения

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

выборочное среднее

$$s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

выборочное СКО

$$\Delta = \frac{t(P, N) \cdot s}{\sqrt{N}}$$

доверительный интервал

$P$  – доверительная вероятность

$$x_{уст} = \bar{x} \pm \Delta; \quad P = \dots$$

# Таблица коэффициентов Стьюдента

Таблица 4

N	P				
	0,68	0,9	0,95	0,99	0,997
	t(P,N)				
2	1,84	6,3	12,7	63,6	212,3
3	1,32	2,9	4,3	9,9	182
4	1,20	2,4	3,2	5,8	9,0
5	1,14	2,1	2,8	4,6	6,4
6	1,11	2,0	2,6	4,0	5,4
7	1,09	1,9	2,4	3,7	4,8
8	1,08	1,9	2,4	3,5	4,4
9	1,07	1,9	2,3	3,4	4,2
10	1,06	1,8	2,3	3,2	4,0
15	1,04	1,8	2,1	3,0	3,6
20	1,03	1,7	2,1	2,9	3,4
30	1,02	1,7	2,0	2,8	3,2
50	1,01	1,7	2,0	2,7	3,1

## Задание к вводному занятию

1. Получить на сайте результаты пятидесяти измерений.
2. Построить гистограмму результатов измерений.
3. Графически оценить полуширину на полувысоте (ПШПВ) гистограммы.
4. Рассчитать выборочное среднее и СКО.
5. Найти отношение ПШПВ и СКО
6. Сделать вывод, подтверждается или нет нормальное распределение результатов измерений.
7. Рассчитать доверительный интервал для математического ожидания.
8. Изобразить на гистограмме полученный доверительный интервал.
9. Для любых трёх и десяти результатов измерений повторить пункты задания 7 и 8.

