



Случайная погрешность - это ошибка в измерениях, которая носит неконтролируемый характер и очень труднопредсказуема.

Так происходит из-за того, что существует огромное количество параметров, находящихся вне контроля экспериментатора, которые влияют на итоговые показатели.

Случайные погрешности с абсолютной точностью вычислить невозможно. Они вызваны не сразу очевидными источниками и требуют много времени на выяснение причины их возникновения.

## Как определить наличие случайной погрешности

Непредсказуемые ошибки присутствуют не во всех измерениях. Но для того чтобы полностью исключить ее возможное влияние на результаты измерений, необходимо повторить эту процедуру несколько раз.

Если итог не меняется от эксперимента к эксперименту либо изменяется, но на определенное относительное число - величина этой случайной погрешности равна нулю, и о ней можно не думать.

И, наоборот, если полученный результат измерений каждый раз другой (близкий к какому-то среднему значению, но отличный), и отличия носят неопределенный характер, следовательно, на него влияет непредсказуемая ошибка.

## Пример возникновения

Случайная составляющая погрешности возникает вследствие действия различных факторов. Например, при измерении сопротивления проводника, необходимо собрать электрическую цепь, состоящую из вольтметра, амперметра и источника тока, которым служит выпрямитель, подключенный в осветительную сеть



Первым делом нужно измерить напряжение, записав показания с вольтметра. Затем перенести взгляд на амперметр, чтобы зафиксировать его данные о силе тока. После использовать формулу, где  $R = U / I$

Но может случиться так, что в момент снятия показаний с вольтметра в соседней комнате включили кондиционер. Это довольно мощный прибор. В результате этого напряжение сети немного уменьшилось. Если бы не пришлось отводить взгляд на амперметр, можно было заметить, что показания вольтметра изменились.

Поэтому данные первого прибора уже не соответствуют записанным ранее значениям. Из-за непредсказуемого включения кондиционера в соседней комнате получается результат уже со случайной погрешностью. Сквозняки, трения в осях измерительных приборов - потенциальные источники ошибок в измерениях.

## Как проявляется

Допустим, необходимо рассчитать сопротивление круглого проводника. Для этого нужно знать его длину и диаметр. Помимо этого, учитывается удельное сопротивление материала, из которого он изготовлен. При измерении длины проводника случайная погрешность себя проявлять не будет.

Ведь этот параметр всегда один и тот же. Но вот при измерении диаметра штангенциркулем или микрометром окажется, что данные разнятся. Так происходит потому, что идеально круглый проводник невозможно изготовить в принципе.

Поэтому, если измерить диаметр в нескольких местах изделия, то он может оказаться разным вследствие действия непредсказуемых факторов в момент его изготовления. Это случайная погрешность. Иногда она также называется статистической погрешностью, поскольку эту величину можно уменьшить, увеличив количество экспериментов при одинаковых условиях их проведения.

## Природа возникновения

В отличие от систематической ошибки, простое усреднение нескольких итоговых показателей одной и той же величины компенсирует случайные погрешности результатов измерений. Природа их возникновения определяется очень редко, и поэтому никогда не фиксируется, как постоянная величина. Случайная погрешность - это отсутствие каких-либо природных закономерностей.

Например, она не пропорциональна измеряемой величине или никогда не остается постоянной при проведении нескольких измерений. Может существовать ряд возможных источников случайных ошибок в экспериментах, и он полностью зависит от типа эксперимента и используемых приборов.



Например, биолог, изучающий размножение конкретного штамма бактерии, может столкнуться с непредсказуемой ошибкой из-за небольшого изменения температуры или освещения в помещении. Однако когда эксперимент будет повторяться в течение определенного периода времени, он избавится от этих различий в результатах путем их усреднения.

## Формула случайной погрешности

Допустим, нужно определить какую-то физическую величину  $x$ . Чтобы исключить случайную погрешность необходимо провести несколько измерений, итогом которых будет серия результатов  $N$  количества измерений -  $x_1, x_2, \dots, x_n$ .

Чтобы обработать эти данные следует: За результат измерений  $x_0$  принять среднее арифметическое  $\bar{x}$ . Иными словами,  $x_0 = (x_1 + x_2 + \dots + x_n) / N$ .

Найти стандартное отклонение. Обозначается оно греческой буквой  $\sigma$  и вычисляется следующим образом:  $\sigma = \sqrt{((x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2 / N - 1)}$ . Физический смысл  $\sigma$  состоит в том, что если провести еще одно измерение ( $N+1$ ), то оно с вероятностью 997 шансов из 1000 ляжет в интервал  $\bar{x} - 3\sigma < x_{n+1} < \bar{x} + 3\sigma$ .

Найти границу абсолютной погрешности среднего арифметического  $\bar{x}$ . Находится она по следующей формуле:  $\Delta x = 3\sigma / \sqrt{N}$ . Ответ:  $x = \bar{x} + (-\Delta x)$ . Относительная погрешность будет равна  $\varepsilon = \Delta x / \bar{x}$ .

## Пример вычисления

Формулы расчета случайной погрешности достаточно громоздкие, поэтому, чтобы не запутаться в вычислениях, лучше использовать табличный способ. Пример: При измерении длины  $l$ , были получены следующие значения: 250 см, 245 см, 262 см, 248 см, 260 см.

Количество измерений

$$N = 5.$$

№	l.СМ	l, ср. арифм. СМ	(l-l, ср. арифм)	(l-l, ср. арифм) <sup>2</sup>	σ,см	Δl.см
1	250	253,0	3	9	7,55	10,13
2	245		8	64		
3	262		9	81		
4	248		5	25		
5	260		7	49		
	Σ=1265			Σ=228		

Относительная погрешность равна  $\varepsilon = 10,13 \text{ см} / 253,0 \text{ см} = 0,0400$ . Ответ:  $l = (253 + (-10)) \text{ см}$ ,  
 $\varepsilon = 4 \%$ .



СПАСІБО

ЗА

ВНИМАННІЄ