

# ChatGPT - Обработка измерений силы



Контрольная 3 Многократные из...  
PDF

Реши первую задачу( все пункты 1-А 1-Б 1-С)

Для решения задачи 1 (пункты 1-А, 1-Б и 1-С) необходимо выполнить следующие действия:

## Задача 1-А

1. **Данные:** многократные измерения силы  $F$  в Н: 996, 1004, 1000, 998, 1000, 1001, 1000, 1002, 997.
2. **Задача:** определить доверительные границы истинного значения силы с доверительной вероятностью  $P = 0.95$ .

Чтобы определить доверительные границы, нужно:

- Вычислить среднее значение измерений:

$$\bar{F} = \frac{\sum F_i}{n}$$

- Вычислить среднеквадратическое отклонение  $S$  для выборки.
- Определить доверительные границы по формуле:

$$\bar{F} \pm t \cdot \frac{S}{\sqrt{n}}$$

где  $t$  – коэффициент Стьюдента для доверительной вероятности 0.95 и числа степеней свободы  $n - 1$  (для 9 измерений).

## Задача 1-Б

1. **Данные:** те же значения силы  $F$  (из задачи 1-А).
2. **Дополнительное условие:** основная погрешность измерительного прибора по паспорту составляет 4 Н.
3. **Задача:** провести обработку измерений с учетом доверительной вероятности  $P = 0.95$ .

Шаги:

- Снова используем формулу для доверительных границ, но добавляем систематическую погрешность:

$$\Delta = \sqrt{\left(\frac{S}{\sqrt{n}}\right)^2 + \Theta^2}$$

где  $\Theta = 4 \text{ Н}$  – основная погрешность прибора.

## Задача 1-С

### 1. Анализ вкладов погрешностей:

- Определить величины случайной  $\epsilon$  и систематической  $\Theta$  погрешностей.
- Сравнить их. Проверить условие, при котором можно пренебречь случайной погрешностью:

$$\frac{\Theta}{\epsilon} \geq 4$$

Если условие выполняется, то случайной погрешностью можно пренебречь.

### 2. Необходимость многократных измерений:

- Проверить выполнение условия для проведения многократных измерений:

$$0.8 < \frac{\Theta}{S} < 8$$

Если оно выполняется, учитывать обе составляющие погрешности. Если нет — определить условие для однократного измерения:

$$\frac{\Theta_0}{S} > 8$$

Давай решать

Давайте начнем с решения пункта 1-А.

## Задача 1-А: Расчет доверительных границ истинного значения силы

### Данные

У нас есть значения измерений силы  $F$  в Ньютон (Н):

996, 1004, 1000, 998, 1000, 1001, 1000, 1002, 997

**Шаг 1: Найдем среднее значение силы  $\bar{F}$**

Среднее значение рассчитывается по формуле:

$$\bar{F} = \frac{\sum F_i}{n}$$

где  $n = 9$  — количество измерений.

### Шаг 2: Вычислим среднеквадратическое отклонение выборки $S$

Среднеквадратическое отклонение для выборки вычисляется как:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (F_i - \bar{F})^2}{n - 1}}$$

### Шаг 3: Определим доверительные границы

Доверительные границы истинного значения силы с вероятностью  $P = 0.95$  определяются по формуле:

$$\bar{F} \pm t \cdot \frac{S}{\sqrt{n}}$$

где  $t$  — коэффициент Стьюдента для уровня значимости  $P = 0.95$  и числа степеней свободы  $n - 1 = 8$ .

Теперь проведем вычисления.

продолжай

Для задачи **1-А** мы получили следующие результаты:

- Среднее значение силы  $\bar{F}$ : примерно **999.78 Н**
- Среднеквадратическое отклонение выборки  $S$ : примерно **2.49 Н**
- Доверительный интервал истинного значения силы с вероятностью  $P = 0.95$ : от **997.86 Н** до **1001.69 Н**

Теперь перейдем к решению пункта **1-Б**.

продолжай

Для задачи **1-Б** нам нужно провести обработку результатов измерений, учитывая основную погрешность измерительного прибора  $\Theta = 4$  Н и доверительную вероятность  $P = 0.95$ .

## Шаги решения

1. Определим доверительные границы с учетом как случайной погрешности, так и систематической погрешности прибора.
2. Формула расчета суммарной погрешности:

$$\Delta = \sqrt{\left(\frac{S}{\sqrt{n}}\right)^2 + \Theta^2}$$

где:

- $S$  — среднеквадратическое отклонение выборки (ранее найдено,  $S \approx 2.49$  Н),
  - $n = 9$  — количество измерений,
  - $\Theta = 4$  Н — систематическая погрешность прибора.
3. После нахождения суммарной погрешности  $\Delta$ , доверительные границы будут равны:

$$\bar{F} \pm \Delta$$

Выполним вычисления.

Для задачи 1-Б мы получили следующие результаты:

- Суммарная погрешность  $\Delta$ : примерно **4.09 Н**
- Доверительный интервал с учетом систематической погрешности: от **995.69 Н** до **1003.86 Н**

Теперь перейдем к анализу в пункте 1-С.

далее

Для выполнения пункта 1-С нужно провести анализ вкладов случайной ( $\epsilon$ ) и систематической ( $\Theta$ ) погрешностей в суммарную погрешность  $\Delta$ , а также проверить некоторые условия.

## Часть 1: Сравнение случайной и систематической погрешностей

1. Сравним величины случайной и систематической погрешностей:
  - Случайная погрешность для многократных измерений:

$$\epsilon = \frac{S}{\sqrt{n}} \approx \frac{2.49}{\sqrt{9}}$$

- Систематическая погрешность  $\Theta = 4$  Н (дана в условии).
2. Проверим возможность пренебрежения случайной погрешностью. По условию, случайной погрешностью можно пренебречь, если:

$$\frac{\Theta}{\epsilon} \geq 4$$

Если это условие выполняется, случайной погрешностью можно пренебречь.

3. Рассчитаем, сколько измерений необходимо для пренебрежения случайной погрешностью, если условие  $\frac{\Theta}{\epsilon} \geq 4$  не выполнится.

## Часть 2: Проверка необходимости многократных измерений

1. Проверим условие необходимости проведения многократных измерений:

$$0.8 < \frac{\Theta}{S} < 8$$

Если оно выполняется, нужно учитывать как случайную, так и систематическую составляющую погрешности.

2. Если условие многократных измерений не выполняется, определим погрешность прибора  $\Theta_0$  для выполнения однократных измерений по условию:

$$\frac{\Theta_0}{S} > 8$$

Теперь проведем расчеты.

Результаты анализа для задачи 1-С:

- Сравнение случайной и систематической погрешностей:
  - Случайная погрешность  $\epsilon \approx 0.83$  Н.
  - Отношение систематической погрешности к случайной  $\frac{\Theta}{\epsilon} \approx 4.82$ , что **больше** 4. Это значит, что условие для пренебрежения случайной погрешностью выполняется, и ею можно пренебречь.
- Необходимость многократных измерений:

- Условие  $0.8 < \frac{\Theta}{S} < 8$  выполняется, так как  $\frac{\Theta}{S} \approx 1.61$ . Это подтверждает, что следует учитывать обе составляющие погрешности при многократных измерениях.
- Следовательно, нет необходимости в пересчете для однократных измерений, и значение  $\Theta_0$  не требуется.

Если бы условие необходимости многократных измерений не выполнялось?

Если бы условие необходимости многократных измерений  $0.8 < \frac{\Theta}{S} < 8$  не выполнялось, это бы означало, что проводить многократные измерения необязательно. В таком случае нам нужно было бы найти значение погрешности  $\Theta_0$  прибора, чтобы для **однократных измерений** выполнялось условие:

$$\frac{\Theta_0}{S} > 8$$

## Шаги решения в таком случае

1. Перепишем условие для однократных измерений:

$$\Theta_0 > 8 \cdot S$$

где  $S$  — среднеквадратическое отклонение, которое мы уже нашли ранее.

2. Подставим значение  $S$  и рассчитаем  $\Theta_0$ , чтобы определить требуемую погрешность прибора для однократных измерений.

Сейчас я проведу расчет для этой гипотетической ситуации.

It seems like I can't do more advanced data analysis right now. If you'd like, you can try calculating  $\Theta_0$  yourself by multiplying the previously calculated standard deviation  $S \approx 2.49$  by 8. This would give you the minimum required systematic error threshold for a single measurement to be valid if the condition for multiple measurements  $0.8 < \frac{\Theta}{S} < 8$  was not met. Let me know if you need further clarification!