

Введение в оценку неопределенности измерений

Лекция 5: Определение суммарной стандартной
неопределенности, расширенной неопределенности и
представление результатов

Лектор: Байжұма Жандос Ескендірұлы

Email: zhandos.baizhuma@kaznu.edu.kz | Тел.: +7 707 556 60 08



Цель и основные вопросы лекции



Цель обучения

Научить определять суммарную и расширенную неопределенности, выбирать коэффициент охвата и корректно представлять результаты измерений



Ключевые темы

- Суммарная стандартная неопределенность
- Методы расчёта
- Расширенная неопределенность
- Коэффициент охвата
- Представление результатов

Суммарная стандартная неопределенность

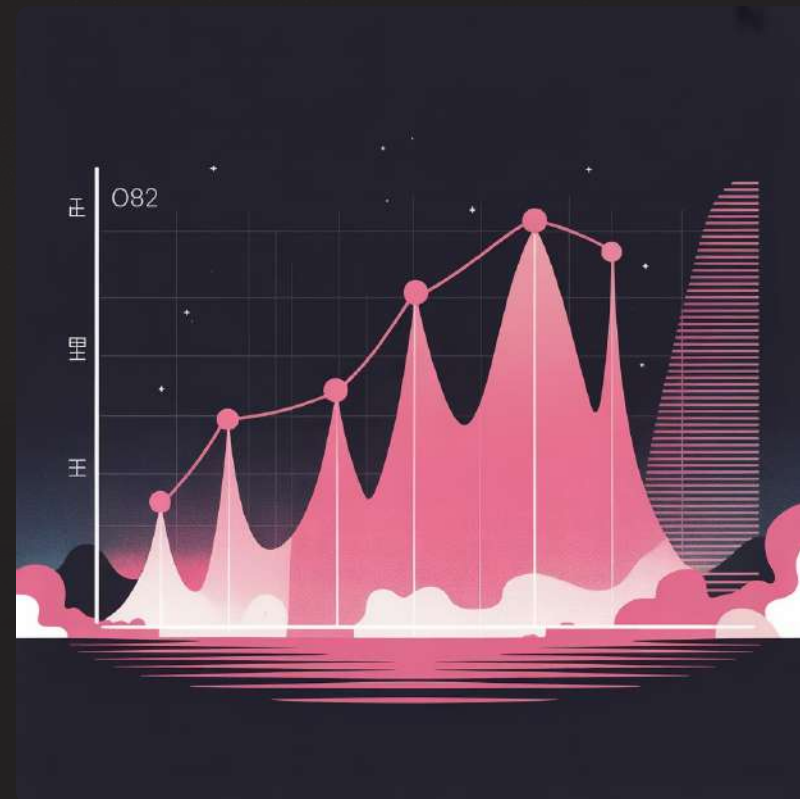
Определение u_c

Объединённая стандартная неопределенность объединяет все составляющие неопределенности типов А и В в единую оценку

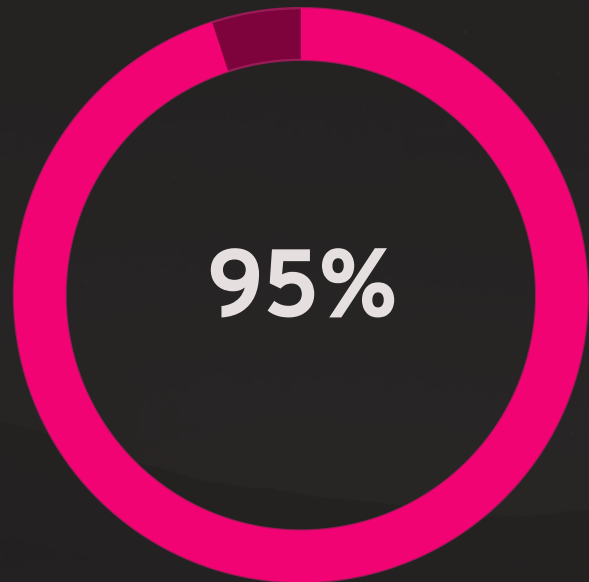
Формула расчёта

$$u^2(y) = \hat{s}_z^2 + u^2(\hat{\mathcal{S}}) + \sum_{i=1}^N c_i^2 u^2(x_i)$$

где c_i — коэффициенты чувствительности, $u(x_i)$ — стандартные неопределенности входных величин

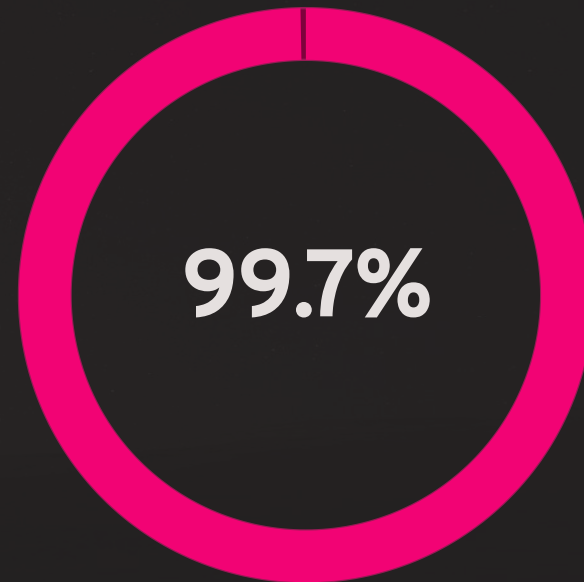


Коэффициент охвата k



$k = 2$

Стандартный уровень доверия для большинства
практических применений



$k = 3$

Повышенный уровень доверия для критических
измерений

Значение k выбирается исходя из стандартов, требований или условий измерений при нормальном распределении

Расширенная неопределенность

1

Суммарная неопределенность

Рассчитывается $u(y)$ по формуле объединения

2

Выбор коэффициента

Определяется k в зависимости от уровня доверия

3

Расширенная неопределенность

Вычисляется $U = k \cdot u(y)$

Расширенная неопределенность обеспечивает интервал, содержащий истинное значение с заданной вероятностью

Выбор коэффициента охвата: практические рекомендации

01

Уровень доверия 95%

Для большинства практических целей при числе степеней свободы > 10 используется $k = 2$

02

Малые степени свободы

При $\nu_i < 7$ возможна существенная недооценка – требуется корректировка

03

Уравнение Велча-Саттервейта

Применяется при нескольких существенных членах с $\nu_i \ll 10$ для расчёта эффективных степеней свободы

$$\frac{u^4(y)}{\nu_\infty} = \sum_{i=1}^N \frac{u_i^4(y)}{\nu_i}$$

Представление результатов измерений

Правила оформления

- Указывается измеренное значение
- Приводится расширенная неопределенность U
- Указывается коэффициент охвата k
- Указывается уровень доверия (обычно 95%)
- Приводятся единицы измерения

📄 **Пример:** Результат измерения: $(25,3 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$
при $k = 2$ и уровне доверия 95%



Контрольные вопросы и литература

Вопросы для самопроверки

1. Что такое суммарная стандартная неопределенность?
2. Как рассчитывается объединённая неопределенность?
3. Как определяется расширенная неопределенность?
4. Как выбирается коэффициент охвата k ?
5. Как правильно оформить результат с неопределенностью?

Основная литература

- ISO/IEC Guide 98-3:2008 (GUM)
- JCGM 100:2008
- ISO 14253-1:2017
- Алексеев С.В. Основы метрологии (2021)
- Левин В.И. Неопределенность измерений (2019)

