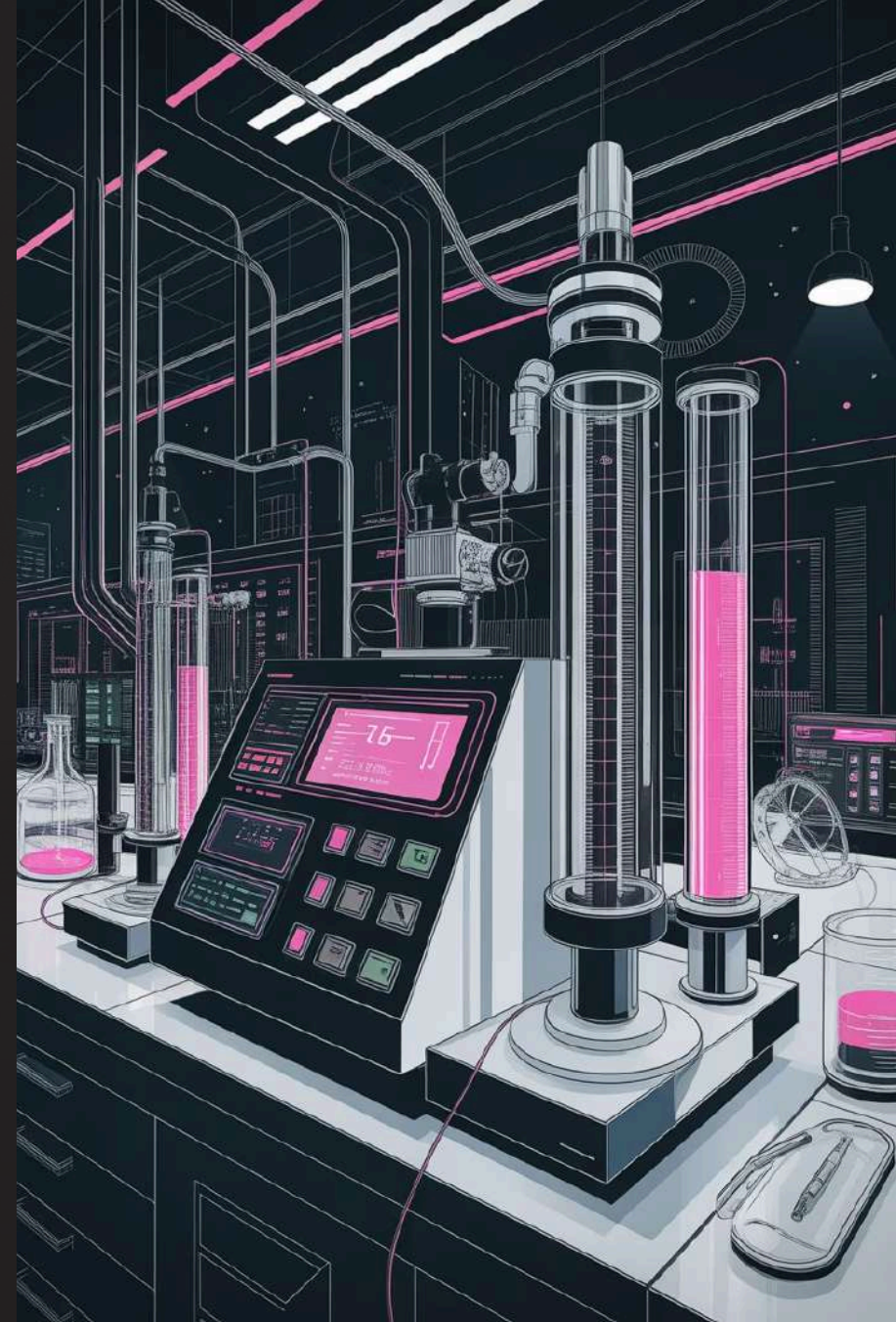


Введение в оценку неопределенности измерений

Лекция 4: Оценивание стандартной неопределенности по типам А и В

Лектор: Байжұма Жандос Ескендірұлы

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



MEASUREMENT UNCERTAINTY

Lorem, thearibeeat iiglu ednlge, stablôvet adlfige. Inhar etelec
 hin ur an peccam adsonneveit vonecunt uatuel fiodannrâ
 cernine,pramsoppritione. Ias o ettedonlreanon et fôanôr,

Цель и основные вопросы лекции

Цель обучения

Изучить методы оценки стандартной неопределенности измерений по типам А и В, научиться выбирать подходящие способы оценки и представлять результаты в графической форме.

Ключевые темы

1. Понятие стандартной неопределенности
2. Методы оценивания неопределенности типа А
3. Методы оценивания неопределенности типа В
4. Графическое представление неопределенности
5. Сравнение подходов типов А и В

Что такое стандартная неопределенность?



Определение

Стандартная неопределенность (u) — это стандартное отклонение, характеризующее разброс результата измерений



Тип А

Статистический метод оценки на основе серии наблюдений (n измерений)



Тип В

Оценка по априорной информации: паспортные данные приборов, спецификации, экспертные оценки

Неопределенность зависит от предполагаемого распределения вероятностей: равномерное, нормальное, треугольное и другие типы распределений.

Оценивание стандартной неопределенности по типу A

Оценивание по типу A основывается на статистических методах обработки данных серии измерений в одинаковых условиях.

01

Расчет среднего значения

Определение среднего арифметического из n независимых наблюдений величины X

02

Метод наименьших квадратов

Подбор кривой к данным и получение оценок параметров аппроксимации с их стандартными отклонениями

03

Дисперсионный анализ

Идентификация и определение значений отдельных случайных эффектов в измерениях

Стандартная неопределенность является экспериментальным стандартным отклонением среднего значения:

$$u_A = [\sum (x_i - \bar{x})^2 / n(n - 1)]^{1/2}$$

Оценивание стандартной неопределенности по типу В

Оценивание по типу В основывается на научном суждении с использованием всей доступной информации о возможной изменчивости измеряемой величины.

Источники информации

- Данные предварительных измерений
- Опыт и знания о свойствах материалов и приборов
- Спецификации изготовителя
- Свидетельства о калибровке и сертификаты
- Справочные данные

Типы распределений

1. Прямоугольное (равномерное)
2. Треугольное
3. Трапецеидальное
4. U-образное (арксинуса)
5. Нормальное (Гаусса)

Информацию о величинах необходимо правильно описать с помощью функции распределения вероятностей для определения оценок и их стандартных отклонений.



Этапы оценивания неопределенности



Формулировка задачи

Определение измерительной задачи и целей анализа

$$\frac{f}{dx}$$

Вычисления

Трансформирование распределений вероятностей



Результат

Получение окончательного результата с оценкой неопределенности

❏ **Важно:** Точное значение погрешности результата измерения, как правило, неизвестно и непознаваемо. Можно только оценить значения входных величин, включая поправки на известные систематические эффекты, вместе с их стандартными неопределенностями.

Графическая иллюстрация неопределенности

Рисунки D.1 и D.2 из Руководства иллюстрируют ключевые концепции оценивания неопределенности и объясняют, почему предметом рассмотрения является понятие неопределенности, а не погрешности.

Оценка входных величин

Определение значений на основе повторных наблюдений или априорной информации

Учет систематических эффектов

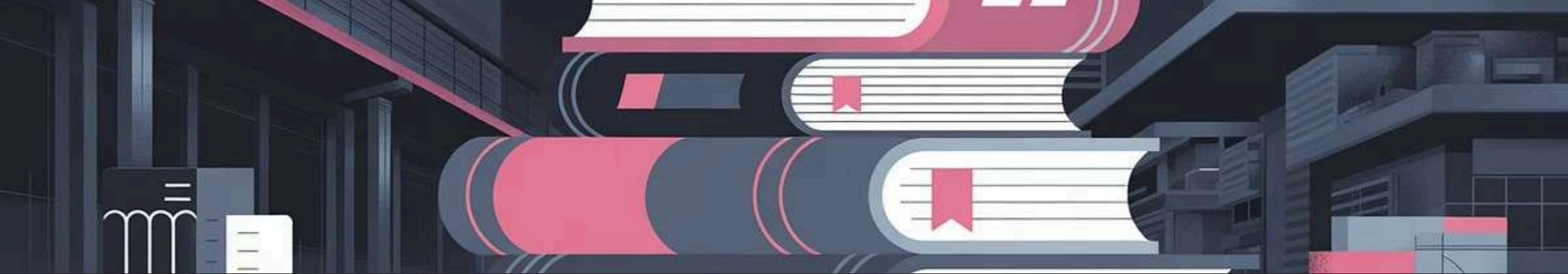
Включение поправок на известные систематические влияния

Расчет суммарной неопределенности

Комбинирование стандартных неопределенностей для получения итогового результата

Только при уверенности в правильности всех операций и учете всех значимых эффектов можно считать результат измерения надежной оценкой измеряемой величины.





Контрольные вопросы и литература

Вопросы для самопроверки

1. Что такое стандартная неопределенность и зачем она используется?
2. Как производится оценивание неопределенности по типу А?
3. Какие источники информации используются для оценки неопределенности типа В?
4. Как распределения влияют на вычисление неопределенности?
5. Что показывает графическая иллюстрация стандартной неопределенности?
6. Чем различаются подходы типа А и типа В?

Рекомендуемая литература

- ISO/IEC Guide 98-3:2008 (GUM)
- JCGM 100:2008
- Алексеев С. В. Основы метрологии и измерений (2021)
- Левин В. И. Неопределенность измерений (2019)
- Метрология, стандартизация и сертификация (2020)
- Кузнецов Б. А. Математическая обработка результатов (2020)