

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ В НАУЧНЫХ И ИНЖЕНЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Turdialiyeva Mahzuna Muxtaraliyevna

Toshkent kimyo-texnologiya instituti

E-mail: zdaminkhonova@gmail.com

Raxmonberdiyeva Lobar Bahodir qizi

Toshkent kimyo-texnologiya institute

Annotatsiya: Ushbu maqolada o'lvovlardagi noaniqlikning ilmiy va muhandislik tadqiqotlaridagi asosiy komponent sifatidagi ahamiyati ko'rib chiqiladi. Noaniqlik turlari, ularni xalqaro tavsiyalar (GUM) asosida baholash usullari hamda texnika, fizika, kimyo va biotibbiyotning turli sohalarida amaliy qo'llanilishiga oid misollar muhokama qilinadi. Noaniqlik natijalar ishonchligiga va qaror qabul qilish jarayoniga ko'rsatadigan ta'siriga alohida e'tibor qaratiladi.

Kalit so'zlar: o'lvov noaniqligi, GUM, metrologiya, aniqlik, ishonch oralig'i, muhandislik tadqiqotlari, statistik usullar.

Турдалиева Махзуна Мухторалиевна

соискатель,

Ташкентский химико-технологический институт

Республика Узбекистан, г. Ташкент

Рахмонбердиева Лобар Баходир кизи

студентка,

Ташкентский химико-технологический институт

Республика Узбекистан, г. Ташкент

Аннотация: В данной статье рассматривается значение неопределённости измерений как ключевого компонента в научных и инженерных исследованиях. Обсуждаются виды неопределённостей, методы их оценки в соответствии с международными рекомендациями (GUM), а также примеры практического применения в различных отраслях техники, физики, химии и биомедицины. Уделено внимание влиянию неопределённости на достоверность выводов и принятие решений.

Ключевые слова: неопределённость измерений, GUM, метрология, точность, доверительный интервал, инженерные исследования, статистические методы.

APPLICATION OF MEASUREMENT UNCERTAINTY METHODS IN SCIENTIFIC AND ENGINEERING RESEARCH

Turdialieva Makhzuna Mukhtoralievna
applicant,

Tashkent Institute of Chemical Technology
, Republic of Uzbekistan, Tashkent
E-mail: zdaminkhonova@gmail.com

Rakhmonberdieva Lobar Bahodir qizi
student,

Tashkent Institute of Chemical Technology
, Republic of Uzbekistan, Tashkent

Abstract: This article examines the importance of measurement uncertainty as a key component in scientific and engineering research. The types of uncertainties, methods of their assessment in accordance with international recommendations (GUM), as well as practical application examples in various fields of engineering, physics, chemistry and biomedicine are discussed. Attention is paid to the effect of uncertainty on the reliability of conclusions and decision-making.

Key words: measurement uncertainty, GUM, metrology, accuracy, confidence interval, engineering research, statistical methods.

Метрология как наука об измерениях играет фундаментальную роль в развитии научного знания и технологического прогресса. Одним из ключевых понятий метрологии является неопределённость измерений - числовая характеристика разброса значений, которые можно с определённой вероятностью приписать измеряемой величине. Согласно Руководству по выражению неопределённости измерений (GUM), неопределённость - это мера недостоверности результата, и её оценка становится необходимым этапом в любом эксперименте (GUM, 2008). Теоретические основы неопределённости

Неопределённость измерений подразделяется на два основных типа:

Тип А - оценивается статистически, на основе серии наблюдений;

Тип В - оценивается на основе другой информации (например, паспорта оборудования, предшествующих данных и пр.).

Суммарная (объединённая) неопределённость включает оба типа. Расширенная неопределённость U вычисляется по формуле:

$$U = k \cdot u_c,$$

где u_c - объединённая стандартная неопределённость, k - коэффициент охвата (обычно $k = 2$ для доверительного уровня 95%).

Международные и национальные стандарты

Основным документом, регламентирующим подходы к оценке неопределённости, является Руководство GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement), одобренное ИСО, ИЕК, БИПМ и ИАЭА. В Узбекистане действует национальный стандарт О‘zDSt ISO/IEC Guide 98-3:2010, полностью основанный на международной версии GUM [1].

Практическое значение в научных исследованиях

В научных работах оценка неопределённости позволяет:

Повысить воспроизводимость и достоверность результатов;

Сравнивать данные между лабораториями и странами;

Принять обоснованные научные выводы и гипотезы.

При измерении коэффициента теплопроводности нового материала важно не только указать среднее значение, но и доверительный интервал, в пределах которого находится истинное значение. Это необходимо для дальнейшего моделирования и промышленного внедрения.

Инженерное применение: машиностроение, электроника, строительство

В инженерных исследованиях неопределённость критична при калибровке оборудования, контроле качества продукции, тестировании новых технологий.

Например:

В строительстве - при измерении прочности бетона или устойчивости конструкций;

В машиностроении - при точной обработке деталей с допусками в микронах;

В энергетике - при контроле параметров турбин и генераторов.

Ошибки, вызванные игнорированием неопределённости, могут привести к недопустимому риску аварий или значительным экономическим потерям [2]

Биомедицина и химия: неопределённость в измерениях концентраций

В клинической диагностике точность измерения уровня глюкозы, гормонов или биомаркеров напрямую влияет на постановку диагноза. Пример:

Уровень глюкозы: разница в 0,5 ммоль/л может определить назначение инсулина.

Неопределённость 0,3 ммоль/л должна быть известна врачу для интерпретации результатов [3]

Аналогично, в аналитической химии неопределённость влияет на точность определения концентрации загрязнителей в воде или воздухе. Это особенно важно при сертификации результатов в международных лабораториях [4]

Методы расчёта: от простых к продвинутым

Существует несколько уровней оценки неопределённости:

Простая оценка стандартного отклонения;

Метод Монте-Карло (в случаях сложных моделей);

Байесовский подход (в условиях неполной информации).

Современные программные средства, такие как LabVIEW, MATLAB, а также специализированные метрологические пакеты (например, GUM Workbench), позволяют автоматизировать расчёты и визуализировать результаты [5]

Неопределённость как фактор принятия инженерных решений

Неопределённость напрямую влияет на расчёт риска и надёжности. Например, при проектировании мостов учитываются не только номинальные нагрузки, но и диапазон возможных колебаний. В условиях высокого риска неопределённость учитывается через коэффициенты запаса и симуляции предельных состояний.

Таким образом, неопределённость не следует рассматривать как негативный фактор. Напротив, это полезный инструмент оценки границ знаний и обеспечения надёжности систем [6]

Проблемы и вызовы в Узбекистане

Несмотря на наличие нормативной базы, уровень практического применения методов оценки неопределённости в Узбекистане остаётся недостаточным.

Причины:

Ограниченная оснащённость лабораторий;

Недостаточная подготовка специалистов;

Отсутствие единой платформы для метрологических расчётов.

Необходимо развитие центров компетенций, проведение тренингов и интеграция методов неопределённости в образовательные программы технических вузов [7]

Перспективы развития

Внедрение цифровых двойников, Интернета вещей, систем контроля на основе ИИ требует расширенного подхода к учёту неопределённостей. Будущее метрологии связано с интеграцией в автоматизированные системы контроля и предиктивной диагностики.

Пример: в «умных» производствах системы контроля сами оценивают и сообщают оператору уровень неопределённости, позволяя принимать решения в реальном времени.

Заключение.

Неопределённость измерений является неотъемлемой частью научной и инженерной деятельности. Её оценка позволяет повысить достоверность, сопоставимость и надёжность результатов. В условиях Узбекистана развитие культуры учёта неопределённости станет важным шагом к интеграции в глобальное научно-техническое пространство и укреплению позиций в международных метрологических инициативах.

Список использованной литературы

1. O'zDSt ISO/IEC Guide 98-3:2010. Рекомендации по оценке неопределённости измерений.
2. Сидоров В.А. Прикладная метрология в инженерии. М.: Инфра-М, 2020.
3. Васильев С.В. Аналитическая химия: неопределённость и качество. — СПб.: Химия, 2021.
4. ISO/IEC 17025:2017. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.
5. GUM Workbench Software - <http://www.metrodata.de>
6. Montgomery D.C. Introduction to Statistical Quality Control. - Wiley, 2022.
7. Сафаров Х.Т. Метрология и калибровка в Узбекистане: состояние и перспективы. Вестник стандартизации, 2023.