

## НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОЧНОСТИ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Серенков П.С., Мовламов В.Р.

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

В условия международных торговых отношений важную роль занимает контроль качества продукции отечественного и зарубежного производителя, поставляемой на внутренние и внешние рынки. Метрологическое обеспечение контроля показателей качества продукции традиционно основывается на применяемых средствах измерения и методиках выполнения измерений (далее – МВИ).

Метрологическое подтверждение МВИ предполагает определение характеристик метода. Ключевыми выступают характеристики правильности и прецизионности метода. Отдельные аспекты их определения изложены в серии стандартов СТБ ISO 5725. Стандарты регламентирует требования, которые относятся к планированию и реализации измерительного эксперимента, к алгоритмам статистической обработки и представлению результатов.

Практика применения стандартов серии выявила ряд существенных методических недостатков. Во-первых, это тот факт, что они рассматривают главным образом межлабораторный эксперимент, в то время как испытательные лаборатории реализуют метрологическое подтверждение МВИ путем внутрिलाбораторных исследований. В результате инженеры-метрологи лабораторий сталкиваются с проблемой отсутствия научно-методического обеспечения подобного рода исследований. Во-вторых, стандарты рассматривают оценивание показателей точности не как процесс (последовательность этапов). Этапы (элементы) процесса разбросаны в разных частях серии стандарта СТБ ИСО 5725-1...-6. Наглядно это представлено на рисунке 1.

На каждом этапе процесса определения характеристик метода решаются определенные задачи, для каждой из которых применимы конкретные методы и алгоритмы решения.

Первый этап процесса (этап планирования эксперимента) включает решение последователь-

ности задач, таких, как выбор влияющих факторов, план эксперимента, выбор необходимого количества лабораторий и количества повторений для оценки показателей точности.

При выборе плана измерительного эксперимента (рисунок 2) следует учитывать особенности лаборатории, проявляющиеся в корректности выбора влияющих факторов и формирования плана эксперимента. В зависимости от выбранного плана эксперимента, определяется количество измерений. При выборе М-факторного плана эксперимента с полной группировкой количество измерений требует  $2^{n-1}$ , что может оказаться чрезмерным требованием для лаборатории. Это главный аргумент в пользу плана со ступенчатой группировкой, т.к. при выборе М-факторного плана со ступенчатой группировкой требующий меньшего количества результатов, чтобы получить такое же количество стандартных отклонений. При ступенчатом плане, анализ является более сложным, и имеется большая неопределенность в оценках стандартных отклонений из-за меньшего количества результатов испытаний.

Важнейшим моментом рационального планирования эксперимента является структура плана и соответственно формы протокола испытаний. Размещение факторов в плане эксперимента с группировкой производится так, что факторы подвергающиеся большему влиянию систематических эффектов, должны находиться на верхних уровнях иерархии плана, а те факторы, которые больше подвержены влиянию случайных эффектов, должны находиться на нижних уровнях иерархии плана. Самый нижний уровень иерархии и соответствующий ему фактор рассматривается как остаточная изменчивость. Структура плана и соответственно формы протокола испытаний являются уникальными для условий конкретной лаборатории и определяются априорно экспертными методами.

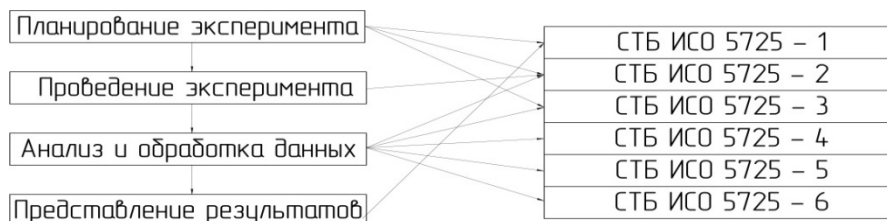


Рисунок 1 – Этапы проведения эксперимента



Рисунок 2 – Выбор плана эксперимента

Третий этап процесса (этап анализа и обработки экспериментальных данных) включает решение последовательности задач, касающихся цензурирования результатов – идентификации выбросов и разбросов результатов и их корректной замены. Следует отметить, что процесс цензурирования представлен в стандартах серии СТБ ИСО 5725 достаточно непоследовательно. Из рисунка 1 видно, что отдельные задачи в рамках процесса обработки и анализа данных разбросан по различным частям серии, что создает проблемы в их освоении.

Практика применения стандартов серии СТБ ИСО 5725 показывает, что лаборатории в своем подавляющем большинстве в деятельности практически никогда не используют ИСО 5725-5. Между тем, в этой части отражены нюансы, которые могли бы помочь лабораториям экономить ресурсы на проведение эксперимента. Интерес представляют так называемые альтернативные методы, которые в определенных ситуациях могут иметь даже большую практическую ценность, чем основной метод, описанный в СТБ ИСО 5725-3. Сюда можно отнести, например, использование робастных методов для анализа результатов экспериментов по оценке прецизионности без использования критериев для выбросов с целью исключения из расчетов соответствующих данных. К альтернативным методам относят планы экспериментов

- с расщепленными уровнями;
- для неоднородного материала.

В зависимости от того, каким является испытание по затратам (дорогостоящим или нет), определяется число повторений измерений. Естественным для лабораторий является стремление уменьшать число повторений. В СТБ ИСО 5725-6 рассмотрены варианты таких ситуаций, и предложены пути решения, включающие методы проверки приемлемости результатов измерений, полученных в условиях повторяемости и воспроизводимости.

Важность обеспечения достоверности характеристик прецизионности и правильности заключается не только в том, что они предписаны контролирующей стороной, но и в том, что они используются для оценки неопределенности результатов измерений (испытаний). Оценки неопределенности в последствии будут приписываться результатам рутинных измерений. Очевидно, что от их корректного определения будет зависеть достоверность результатов оценки соответствия.

С учетом выявленных проблем применения серии стандартов СТБ ИСО 5725 на этапах валидации или аттестации методов, нами разработан проект методического руководства по их практическому применению. Руководство представлено как описание процесса определения характеристик метода в виде алгоритма, «собранный» из отдельных фрагментов стандартов серии. Следует подчеркнуть, что этапы алгоритма, как и все руководство абсолютно соответствуют требованиям серии стандартов СТБ ИСО 5725.

Разработано два проекта как для межлабораторного исследования, так и внутрилабораторного исследования с соответствующими формами протоколов.

Методическое руководство ориентировано на инженера-метролога лаборатории и включает описание последовательности его действий в виде блок-схем с пояснениями и соответствующими ссылками. Методическое руководство позволит инженеру-метрологу лаборатории любого профиля решить поставленную задачу по корректному определению характеристик правильности и прецизионности метода измерений (испытаний) в рамках валидации или аттестации без помощи внешних консультантов.

1. СТБ ИСО 5725-1...СТБ ИСО 5725-6 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений.