

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ ПРИГОДНОСТИ МЕТОДИК ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

Крышнев М. М.

*Белорусский государственный институт метрологии  
Минск, Республика Беларусь*

На сегодняшний день практически на каждом предприятии измерения являются неотъемлемой составляющей производства, контроля и оценки продукции. Для этих целей, большинство предприятий прибегают к созданию собственных лабораторий, и стремятся повысить уровень доверия к результатам испытаний со стороны потребителя. Для этого лаборатория не может обойтись без утвержденной в установленном порядке методик выполнения измерений (далее - МВИ). В связи с этим, все большее внимание уделяется процедурам и методам подтверждения пригодности МВИ.

Для практически всех количественных МВИ при подтверждении пригодности проводится эксперимент по оцениванию показателей точности. При оценке показателей точности данных МВИ необходимо установить значения оценки смещения и стандартного отклонения в различных условиях прецизионности, которая достигается посредством изменения факторов, вносящих изменчивость в результат измерения. Поэтому при подтверждении пригодности МВИ лабораториям приходится проводить значительное количество измерений в рамках эксперимента по оцениванию показателей точности. Из этого следует, что весомый вклад в стоимость данного эксперимента вносят затраты, связанные с использованием образцов при измерениях и амортизацией оборудования, поэтому у лабораторий существует потребность в обоснованном и целесообразном сокращении количества измерений при проведении эксперимента по оцениванию показателей точности, что повлечет за собой снижение стоимости самого эксперимента, уменьшение трудоемкости и времени на выполнение работ по подтверждению пригодности МВИ.

При оценке показателей точности МВИ в общем случае используется серия стандартов СТБ ИСО 5725. При оценке показателей прецизионности наиболее часто используются иерархические планы: план с полной группировкой и план со ступенчатой группировкой. Согласно СТБ ИСО 5725-3 n-факторный эксперимент с полной группировкой требует получения  $2n-1$  результатов измерений от каждой лаборатории, что может оказаться чрезмерным требованием для лабораторий. Это главный аргумент в пользу плана со ступенчатой группировкой. Этот план требует меньшего количества результатов, чтобы полу-

чить такое же количество стандартных отклонений, хотя анализ является более сложным и имеется большая неопределенность в оценках стандартных отклонений из-за меньшего количества результатов измерений.

Алгоритм повышения эффективности метрологического подтверждения пригодности МВИ путем обоснованного сокращения количества измерений в плане эксперимента по оценке показателей точности МВИ состоит из восьми этапов:

этап 1: Планирование эксперимента путем составления полного иерархического плана эксперимента по оценке показателей точности;

этап 2: Проведение эксперимента по оценке показателей точности по полному иерархическому плану;

этап 3: Обработка экспериментальных данных по полному иерархическому плану;

этап 4: Составление иерархического плана со ступенчатой группировкой, используя данные полученные в ходе математической обработки результатов эксперимента по полному иерархическому плану;

этап 5: Проведение эксперимента по оценке показателей точности, используя план со ступенчатой группировкой;

этап 6: Обработка экспериментальных данных для иерархического плана со ступенчатой группировкой;

этап 7: Сравнение показателей точности двух планов;

этап 8: Использование иерархического плана со ступенчатой группировкой для оценивания показателей точности других аналогичных МВИ.

Данный метод может применяться в строго указанных пределах, так как значение дисперсии повторяемости и воспроизводимости увеличивается при использовании плана со ступенчатой группировкой.

Осуществление оценки метрологических характеристик методик, проверку приемлемости и контроль стабильности результатов измерений является трудоемким и сложным процессом, который требует от сотрудников лаборатории соответствующей квалификации и знания в области математической статистики и теории вероятности. Помимо сложных статистических расчетов, при которых необходимо использовать табличные значения статистических функций и приписанных характеристик методик, необходимо вести множество контрольных карт, при

этом отслеживая состояние каждой из них, и постоянно уточнять нанесенные на карты контрольные пределы. С этой целью многие лаборатории применяют специализированные компьютерные программы, основными недостатками которых является их высокая стоимость и ограниченность в применении, и поэтому возникает необходимость создания программного приложения которое:

- при создании не требовала знаний в области программирования;
- имело бы возможность максимального распространения на рабочих местах операторов;
- создавалось по рекомендациям пользователей.

Решением данной задачи стало создание программного приложения в пакете Microsoft Office, который широко используется при работе с электронными документами.

Программное приложение представляет собой электронную книгу с поддержкой макросов (формат .xlsm) в программе MS Excel. В ячейках записаны формулы, которые позволяют обработать информацию и построить логику вычислений. Также предоставляется возможность экспортировать полученные результаты в текстовый документ, который впоследствии можно редактировать. На рисунке 1 представлены модули приложения по обработке экспериментальных данных.

Модули приложения по обработке экспериментальных данных	1	"Оценивание наличия статистических разбросов и выбросов"
	2	"Определение показателей точности МВИ"
	3	"Оценивание устойчивости МВИ к воздействию влияющих факторов"
	4	"Оценивание стабильности СКО в повседневных измерениях"
	5	"Оценивание стабильности правильности в повседневных измерениях"
	6	"Оценивание неопределенности результатов измерений"
	7	"Определение аналитических характеристик МВИ"

Рисунок 1 - Модули приложения по обработке экспериментальных данных

Первый модуль приложения по обработке экспериментальных данных разработан для оценки наличия разбросов и выбросов в выборке по критерию Кохрена и Граббса согласно СТБ ИСО 5725-2-2002.

Второй модуль приложения по обработке экспериментальных данных позволяет определять показатели точности: правильность (оценку

смещения) и прецизионность (оценки дисперсии в условиях повторяемости, воспроизводимости и в промежуточных условиях прецизионности) для полного и ступенчатого иерархического плана согласно СТБ ИСО 5725-3-2002 и СТБ ИСО 5725-4-2002.

Третий модуль приложения по обработке экспериментальных данных используется для оценки значимости влияния факторов и проверки устойчивости (робастности) метода к изменению факторов с помощью метода дисперсионного анализа и метода регрессионного анализа.

Четвертый и пятый модуль приложения по обработке экспериментальных данных представляет собой контрольные карты с рассчитываемыми границами, применяемые для оценивания стабильности среднеквадратического отклонения результата измерений в условиях прецизионности, и правильности. Данные карты разработаны согласно рекомендациям СТБ ИСО 5725-6-2002.

Шестой модуль приложения по обработке экспериментальных данных разработан для оценки неопределенности результатов измерений. При разработке данного модуля использовалось "Руководство по выражению неопределенности измерения".

Седьмой модуль приложения по обработке экспериментальных данных применяется для определения аналитических характеристик таких как: предел обнаружения, предел количественного определения, линейность и чувствительность метода.

Данное приложение позволяет графически интерпретировать результаты, редактировать и печатать отчеты, обеспечивает гибкость (возможность перенастройки под себя, для удовлетворения потребностей лаборатории), простоту в использовании.

Таким образом, в связи с всеобщим внедрением компьютеризации практически во все области человеческой деятельности, организации, занимающейся проведением измерений, испытаний и контроля, необходимо постоянно повышать эффективность своей работы, для того чтобы обеспечить непрерывное развитие и финансовую стабильность, что, в свою очередь, является подтверждением актуальности данной темы.

1. Серия стандартов СТБ ИСО 5725-2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2, 3, 4, 6.
2. Руководство по выражению неопределенности измерения: Перевод с англ. под науч. ред. проф. Слаева В.А. – ГП ВНИИМ им. Д.И. Менделеева, С.-Петербург, 1999. - 134 с.