

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Направление подготовки/профиль 05.11.01 – Приборы и методы измерения
Школа Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Отделение автоматизации и робототехники

**Научный доклад об основных результатах подготовленной
научно-квалификационной работы**

Тема научного доклада
Повышение точности анализа гетероскедастичных измерительных данных УДК 53.088.7

Аспирант

Группа	ФИО	Подпись	Дата
A7-31	Хо Минь Дай		20.05.2021

Руководитель профиля подготовки

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОАР	Муравьев С.В.	д.т.н., профессор		20.05.2021

Руководитель отделения

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой- руководитель ОАР на правах кафедры	Филипас А.А.	к.т.н., доцент		20.05.2021

Научный руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОАР	Муравьев С.В.	д.т.н., профессор		20.05.2021

Повышение требований к качеству продукции и эффективности производства, обусловленное развитием науки и техники, влечет за собой радикальное изменение требований к измерениям. Одно из основных требований состоит в снижении погрешности (или неопределенности) результатов измерений. Стремление свести погрешность к минимуму характеризует основные направления развития практической метрологии и приборостроения. Эта направленность особенно важна в ситуациях, где требуемая точность измерений приближается к точности, которую могут обеспечить эталоны.

Повышение точности измерений, как правило, основано на оценивании погрешностей и различных способах их исключения из результатов измерений. К традиционным методам повышения точности измерений относятся итерационные методы, методы образцовых мер и тестовые методы. Для их эффективной реализации требуется вводить в измерительную систему аппаратную избыточность, метрологические характеристики которой нередко должны иметь более высокие значения по сравнению с исходной измерительной системой. Необходимым условием для применения традиционных методов является превалирование систематической составляющей погрешности над случайной составляющей, причем случайная составляющая возрастает после применения традиционных методов. Следовательно, при разработке методов повышения точности результатов измерений следует отдавать предпочтение подходам, обеспечивающим одновременное уменьшение всех составляющих погрешности вне зависимости от их природы и без необходимости введения аппаратной избыточности.

При обработке результатов измерений следует также учитывать, что могут иметь место определенные ограничения, накладываемые на допустимые свойства данных, такие как требования нормальности распределений и независимости наблюдений, отсутствия выбросов, постоянства дисперсии для всех наблюдений и т.д. Такие данные называются

гомоскедастичными. Однако в реальных условиях результаты измерений часто характеризуются *гетероскедастичностью*, т.е. неравной дисперсией. Эта ситуация обычно имеет место при измерении определенной величины разными (разнотипными) приборами и (или) разными методами измерения или в разных условиях окружающей среды. Гетероскедастичность данных измерений возникает, в частности, в таких ситуациях, как: межлабораторные и (или) ключевые сличения, согласование значений фундаментальных констант, сбор данных с узлов сенсорных сетей и т.п. Традиционные методы параметрической статистики не могут эффективно работать с гетероскедастичными данными без предварительной проверки согласованности и устранения выбросов. Стандартной оценкой для таких данных является *взвешенное среднее*, для которой требования нормальности и независимости наблюдений остаются в силе.

Диссертационная работа Хо Минь Дая посвящена разработке и экспериментальному исследованию методов повышения точности оценивания значений физических величин в условиях гетероскедастичности. Работа была выполнена в отделении автоматизации и робототехники Инженерной школы информационных технологий и робототехники Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулирована цель исследований, определены решаемые задачи, указаны научная новизна и практическая ценность результатов работы.

В первой главе проведен анализ известных методов повышения точности измерений, включая итерационные методы, методы образцовых мер и тестовые методы.

Во второй главе предложены метод аддитивных совокупных измерений и метод мультипликативных совокупных измерений для линейных и

мультипликативных комбинаций искомых измеряемых величин соответственно.

В третьей главе предложен метод повышения точности оценки измеряемой величины на основе комплексирования интервалов агрегированием предпочтений IF&PA; исследован нелинейный эффект нормы разбиения диапазона актуальных значений на результат комплексирования; предложена модификация IF&PA для получения более точного результата комплексирования.

В четвертой главе приведены результаты экспериментальной апробации методов аддитивных и мультипликативных совокупных измерений в задаче повышения точности измерений активных сопротивлений; приведены результаты обработки синтетических и реальных интервальных данных усовершенствованным методом IF&PA при согласовании значений фундаментальных физических констант; рассматриваются также результаты обработки этим методом реальных данных для повышения точности измерений напряжения постоянного тока и угловой скорости.

В заключении сформулированы результаты диссертационного исследования.