

УДК 681.2.089

ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПОДХОДОВ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ КАЛИБРОВКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙЦыганок Алексей Александрович⁽¹⁾, Пламенная Мария Денисовна⁽²⁾, Воробьев Дмитрий Даниилович⁽³⁾^{1,2} Магистр 2 года, ³ Аспирант 1 года

кафедра «Метрология и взаимозаменяемость»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: С.Ф. Левин,

доктор технических наук, профессор кафедры «Метрология и взаимозаменяемость»

Средства измерений, не предназначенные для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, могут в добровольном порядке подвергаться калибровке.

Калибровка средств измерений в соответствии с РМГ 29–2013 может быть определена как совокупность операций, устанавливающих соотношение между значением величины, полученным с помощью данного средства измерений и соответствующим значением величины, определенным с помощью эталона с целью определения метрологических характеристик этого средства измерений. Данное определение заложено в основу модельного (или моментного) подхода [1, 2] к оценке неопределенности измерений при калибровке, регламентированного стандартами ГОСТ 34100-2019.

Также, в соответствии с ГОСТ ISO/TS 28038 – 2021, калибровка – операция, в ходе которой при заданных условиях на первом этапе устанавливают соотношение между значениями величин с неопределенностями измерений, которые обеспечивают эталоны, и соответствующими показаниями с присущими им неопределенностями, а на втором этапе на основе этой информации устанавливают соотношение, позволяющее получать результат измерения исходя из показания, что соотносится с композиционным подходом [3, 4, 5], представленном в Р 50.2.004, МИ 2916-2005.

В общем случае, задачей калибровки является определение действительных значений метрологических характеристик средства измерений. В данной работе демонстрируется практическая реализация описанных выше подходов к оценке неопределенности измерений при калибровке (модельном и композиционном) на одном наборе данных, что позволяет произвести их сопоставительный анализ.

Экспериментальная часть данной работы (рис. 1) основывается на применении метода прямых измерений: в исследуемых точках, равномерно распределенных внутри диапазона измерений напряжения переменного тока калибруемого мультиметра Keysight 34470A, производятся многократные измерения значений, воспроизводимых эталоном (калибратором Calibro 143).

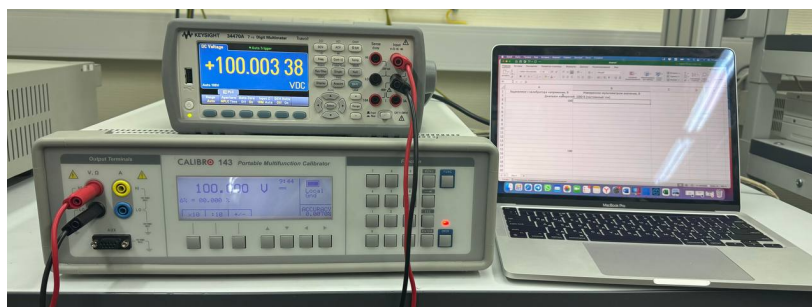


Рисунок 1 – Калибруемое средство измерений и средство измерений, применяемое в качестве эталона

Измерения производились в точках, равномерно распределенных внутри диапазона измерений мультиметра (от 100 до 1000 В), а именно: 100, 190, 280, 370, 460, 540, 630, 720, 810, 900, 990 В (измеряемая величина – напряжение постоянного тока). В каждой из перечисленных точек было произведено 15 измерений, которые далее были обработаны с применением описанных выше подходов.

В рамках реализации модельного подхода была получена точечная оценка абсолютной погрешности измерений мультиметра в каждой точке, которая в дальнейшем может быть использована для внесения аддитивной поправки в результат измерений [6], а также соответствующее ей значение расширенной неопределенности измерений. В рамках композиционного подхода была математическая модель (рис. 2), характеризующая положение функции поправок [7], полученной в результате обработки экспериментально полученных значений, а также рассчитан соответствующий ей средний модуль погрешности неадекватности [8].

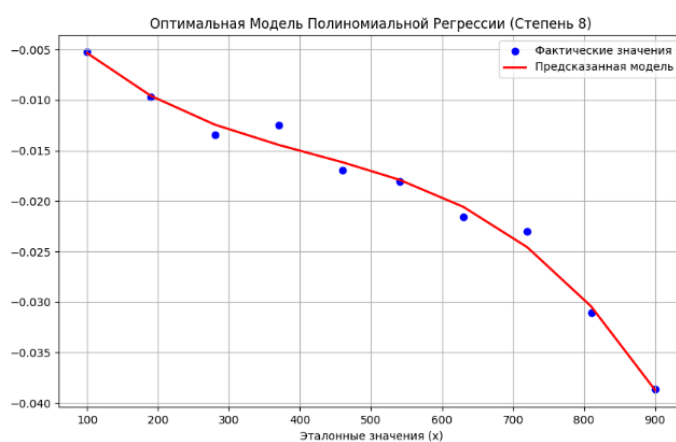


Рисунок 2 – Графическое представление полученной модели

Также, для оценки обобщающей способности полученной модели, проведен ряд контрольных измерений в точках, соответствующих верхней и нижней границам диапазона измерений напряжения переменного тока калибруемого средства измерений.

Литература

1. РМГ 115-2019 ГСИ. Калибровка средств измерений. Алгоритмы обработки результатов измерений и оценивания неопределенности.
2. Ишутина, Т. А. Модельный подход к оценке неопределенности измерений / Индустрия 5.0, цифровая экономика и интеллектуальные экосистемы (ЭКОПРОМ-2021): Сборник трудов IV Всероссийской (Национальной) научно-практической конференции и XIX сетевой конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 18–20 ноября 2021 года. – Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2021. – С. 509-512.
3. Левин С.Ф. Калибровка средств измерений: комплекс проблем. Часть 4//Законодательная и прикладная метрология. 2023. № 5 (185). С. 36-43.
4. Левин С.Ф. Измерительная задача калибровки средства измерений//Измерительная техника. 2018. № 6. С. 7-16.
5. Левин С.Ф. Руководство по выражению неопределённости измерения: проблемы, нереализованные возможности и ревизия. Ч. 1. Терминологические проблемы// Измерительная техника. 2018. № 2. С. 3-8.

6. Захаров И.П, Водотыка С.В., Шевченко И.Н. Методы, модели и бюджеты оценивания неопределенности измерений при проведении калибровок // Измерительная техника. 2011. №4. С. 20-26.
7. Левин С.Ф. Неадекватность математических моделей объектов измерений и расчёты риска согласно ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 // Измерительная техника. 2020. № 7. С. 13-21.