



МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Галимов Айрат Ишдавлетович

студент кафедры Стандартизация и метрология, ФГБОУ ВПО Уфимский государственный авиационный технический университет, РФ, г. Уфа

Аннотация. На сегодня активно развивается тренд по повышению эффективности учета электрической энергии, поскольку топлива для ТЭЦ не становится больше, а влияние сжигания этого топлива отрицательно сказывается на экологии и жизни людей. Поэтому необходима разработка и внедрение новых методов повышения точности измерения электроэнергии.

Ключевые слова: метод измерения, средства измерения, точность, электрическая энергия.

Методы и средства уменьшения погрешностей, измеряемых электрических параметров неразрывно связаны с понижением случайной, систематической, инструментальной и методической погрешностей.

Самыми известными на сегодня способами уменьшения погрешностей являются [1]:

- подмена индивидуальных средств измерения или их составных частей;
- поверка и градуировка;
- ограничение/изменение условий работы приборов.
- использование эталонных образцов;
- многочисленные наблюдения результатов измерения;
- автоматизация процесса измерений;
- ограничение/изменение условий работы приборов.

Подмена средств измерения (СИ) на более современное и точное устройство на сегодня является самым простым методом повышения точности измерений и осуществляется обычным приобретением или разработкой СИ с требуемыми значениями погрешностей. Этот способ повышения точности следует использовать, когда преобладает инструментальная составляющая погрешности измерений. И необходимо производить замену того СИ, которое вносит наиболее большую часть в суммарную погрешность. Недостатком данного метода является ограничение по условиям эксплуатации СИ и более высокая стоимость за счет параметров точности.

Второй способ повышения точности измерений – это поверка и градуировка СИ. Данный способ необходимо применять, когда преобладает систематическая погрешность измерения, которую как известно можно достаточно сильно уменьшить или практически приблизить до нуля путем введения поправочных коэффициентов. Недостатком данного метода является то, что со временем из-за влияния систематических погрешностей

суммарная погрешность всё таки растёт за счёт эксплуатации СИ. Этот момент необходимо знать, при методике поверки и градуировке СИ электрической энергии.

Также во второй способ уменьшения погрешности входит так называемая операция в последней трети диапазона шкалы СИ, а именно выбор корректного верхнего предела измерений. На данном подметоде не будем подробно останавливаться, скажем только одно, определение верхнего предела измерений позволяет снизить величину относительной погрешности.

Третьим способом повышения точности измерения электрической энергии является ограничение/изменение условий работы приборов. В данном случае преобладает дополнительная погрешность СИ. Она возникает, когда происходят значительные изменения во внешней окружающей среде, в частности к ним можно отнести изменение температуры, влажности, давления, перепадов напряжения в сети и т.д. Уменьшить влияния этих факторов на суммарную погрешность можно введением мер, которые направлены на стабилизацию условий работы СИ, например, установки терморегулирующей аппаратуры, стабилизаторов напряжения сети и т.д.

Четвертым способом повышения точности измерения электрической энергии является многочисленные наблюдения результатов измерения, оно позволяет снизить случайную составляющую погрешности путем усреднения многочисленных результатов измерения. Достоинством данного метода является то, что случайная составляющая погрешности измерений усредненного значения будет значительно ниже аналогичной составляющей отдельно взятого измерения из текущих значений измерений. Недостатком же данного метода является то, что возможно значительное сглаживание информации о ходе изменения измеряемого параметра, в этом случае необходимо выполнение дополнительных условий в течение небольшого временного промежутка:

- нет заметного изменения текущих значений измеряемой величины;
- есть существенное изменение погрешности измерения текущих значений.

Одним из основных способов повышения точности измерений в случае методической составляющей погрешности является разработка новых методик выполнения измерений. Этого добиваются путем применения более продвинутых алгоритмов вычислений и обработки их результатов. Узнать необходима ли данная операция можно путем аттестации СИ.

Для исключения субъективных погрешностей, которые вносятся операторами измерений, производят автоматизацию измерительных операций. Она может быть реализована любыми известными способами и средствами автоматизации. Наиболее известный способ – это метод обратного преобразования для автоматической коррекции погрешности СИ.

Идея метода заключается в сравнении реального выходного сигнала подаваемого на вход обратного преобразователя с входным сигналом СИ, затем находится их разница и эта разница является параметром для воспроизведения корректирующего сигнала. Таким образом, происходит коррекция любой инструментальной погрешности. Недостатком данного метода является, то, что он применим только в том случае, когда обратный преобразователь обладает существенно более высокой точностью, чем прямой преобразователь.

Резюмируя всё вышеизложенное произведем некоторую классификацию методов повышения точности измерения электрической энергии. На рисунке 1 приведена структура методов повышения точности измерений.

Как видно из структуры методов повышения точности измерений, все операции и методы ведут к повышению точности средств измерения. Классификация методов повышения точности СИ приведена на рисунке 2 [3]. Методы повышения точности СИ заключаются в проведении многократных наблюдений за определенный промежуток времени, многоканальных (параллельных) измерений и их обработки микропроцессором, встроенным в СИ, что уменьшает случайную составляющую погрешности СИ; а также в использовании методов, улучшающих статистические характеристики (СХ) СИ: метод параметрической стабилизации СХ и структурные методы (стабилизации и коррекции СХ).



Рисунок 1. Структура методов повышения точности измерений

Разберем детально каждый метод

Метод параметрической стабилизации СХ СИ заключается в применении в СИ стабильных и точных элементов (источников питания, экранирование электрических и магнитных полей), что уменьшает случайные и систематические погрешности СИ.

Структурные методы основываются на использовании в СИ дополнительных узлов, элементов, мер, обеспечивающих точность СИ.

К структурным методам стабилизации СХ СИ относятся: метод отрицательной обратной связи, метод инвариантности, метод модуляции и метод прямого хода.

Метод отрицательной обратной связи реализуется при наличии в СИ обратного преобразовательного элемента. Метод уменьшает погрешность мультипликативную и линейности, но ухудшает чувствительность СИ, повышает точность СИ.

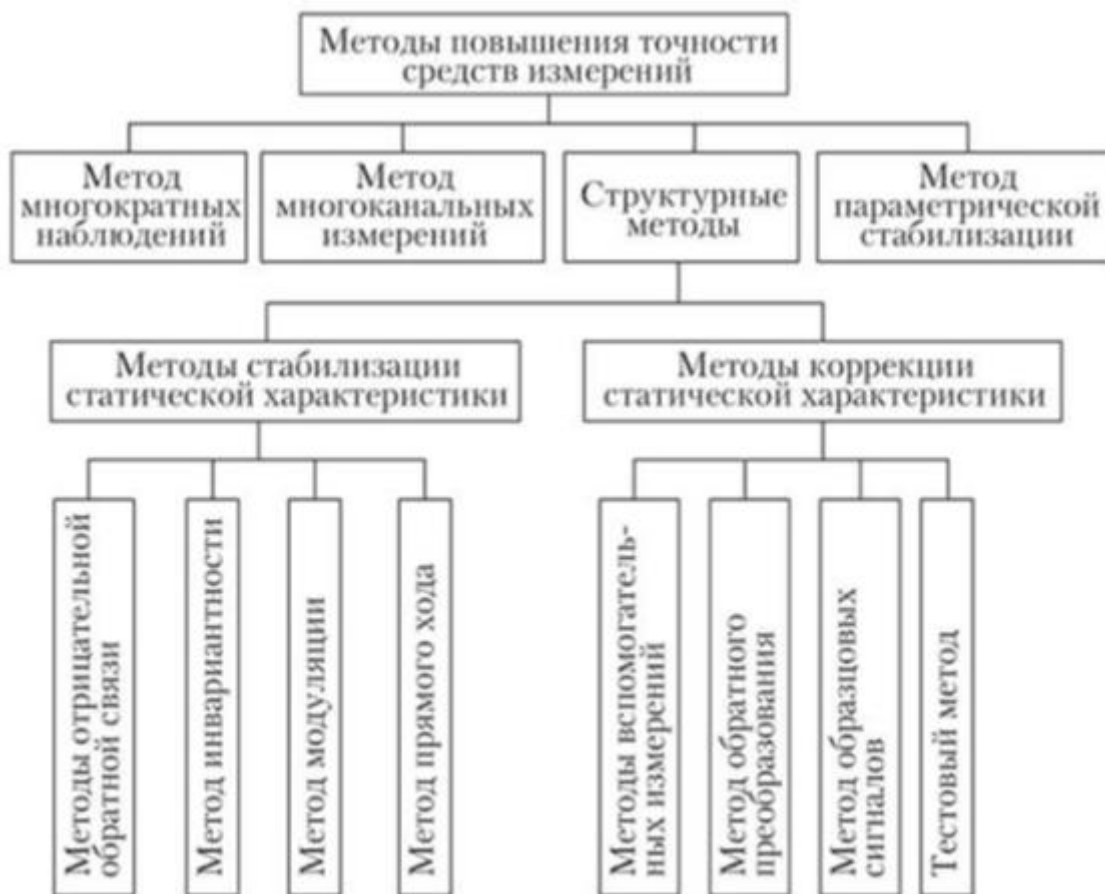


Рисунок 2. Классификация методов повышения точности СИ

Метод инвариантности состоит в том, что в СИ кроме измерительного канала имеется сравнительный, по которому измерительный сигнал не подается, но который находится под воздействием тех же условий, что и измерительный канал. Разность сигналов этих каналов позволяет исключить дополнительную погрешность, вызванную влияющими величинами. Метод модуляции состоит в том, что сигнал, поступающий на вход СИ, подвергается периодическим изменениям с частотой, не лежащей в области частот измерительного сигнала. Метод уменьшает погрешности от гистерезиса, поляризации и трения.

Метод прямого хода состоит в том, что измерительный сигнал поступает на вход СИ через ключ, который отключает сигнал при обратном ходе, что обеспечивает работу СИ только при прямом ходе при всех значениях измеряемого сигнала. Метод исключает погрешность вариации. К структурным методам коррекции СХ СИ относятся: метод вспомогательных измерений, метод обратного преобразования, метод образцовых сигналов и тестовый метод. Метод вспомогательных измерений заключается в учете дополнительной погрешности СИ за счет измеренных функций влияющих величин, внесенных в вычислительные устройство, что автоматически корректирует выходной сигнал СИ.

В методе обратного преобразования кроме прямой измерительной цепи имеется цепь с обратным преобразовательным элементом, обладающая большей точностью, чем прямая цепь. Результат получают путем повторений операций осуществления прямого преобразования измерительного сигнала и запоминания результата обратного его преобразования, прямого преобразования обратного преобразования, сравнения

результатов этих двух преобразований и формирования корректирующего сигнала. Метод позволяет уменьшить аддитивную и мультипликативную погрешности СИ.

Метод образцовых сигналов (образцовых мер) состоит в определении в каждом цикле измерений реальной функции преобразования (ФП) СИ с помощью образцовых мер, т.е. осуществляется автоматическая градуировка в каждом цикле. Цикл включает измерение физической величины (ФВ), поступившей на вход СИ, измерение мер, подключаемых поочередно вместо измеренной величины (ИВ) на вход СИ, и решения системы уравнений вычислительным устройством, в результате чего определяется значение ИВ (совокупное измерение). Метод позволяет уменьшить погрешности аддитивную, мультипликативную, нелинейности.

Тестовый метод сводится к проведению совокупных измерений. Он является развитием метода образцовых сигналов — в каждом цикле кроме измерения ФВ, поступившей на вход СИ, осуществляется измерение тестовых величин, каждая из которых формируется из меры и ИВ. Значение ИВ определяется из системы уравнений, решаемых вычислительным устройством (ВУ).

Таким образом, в данной статье рассмотрены все методы повышения точности измерений электрической энергии, приведены их достоинства и недостатки. Чтобы определить какой конкретный метод использовать для повышения точности измерения электрической энергии, необходимо иметь адекватное представление о параметрах всех составляющих погрешностей измерений, их источник возникновения.