

МЕТОД И СРЕДСТВА ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ, РЕАЛИЗУЕМЫХ С ПОМОЩЬЮ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Авагян С.К. Email: Avagyan1168@scientifictext.ru

Авагян Сурен Константинович – магистрант,
кафедра электронных измерительных приборов и метрологии,
Национальный политехнический университет Армении, г. Ереван, Республика Армения

Аннотация: переход к рыночной экономике оказал влияние на все отрасли, в том числе и электроэнергетику. Отечественное производство столкнулось с необходимостью учета и обработки огромных массивов информации о поставках и потреблении электрической энергии. Это стало причиной активного применения разного рода и сложности информационно-измерительных систем, направленных на коммерческий аспект учета электрической энергии. При этом данные системы имеют как преимущества, так и недостатки, оказывающие влияние на точность измерения энергии. В данной статье анализируются средства повышения точности измерения электроэнергии, которые могут быть использованы в соответствующих измерительных системах.

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

METHOD AND MEANS OF INCREASING THE ACCURACY OF ELECTRIC ENERGY MEASUREMENTS REALIZED WITH MEASURING SYSTEMS

Avagyan S.K.

Avagyan Suren Konstantinovich - Graduate,
DEPARTMENT OF ELECTRONIC MEASURING INSTRUMENTS AND METROLOGY,
NATIONAL POLYTECHNIC UNIVERSITY OF ARMENIA, YEREVAN, REPUBLIC OF ARMENIA

Abstract: the transition to a market economy has affected all sectors, including the electric power industry. Domestic production was faced with the need to record and process huge amounts of information about the supply and consumption of electric energy. This has led to the active use of various kinds and complexity of information-measuring systems aimed at the commercial aspect of electric energy metering. Moreover, these systems have both advantages and disadvantages that affect the accuracy of energy measurements. This article analyzes the means of improving the accuracy of measuring electricity, which can be used in the corresponding measuring systems.

Keywords: measuring system, measuring method, measuring instruments, accuracy, electric energy.

Метод и средства повышения точности измерений электрической энергии, реализуемых с помощью измерительных систем: Решение задачи повышения точности измерения электрической энергии начинается с проведения сбора следующей информации относительно измерительной задачи:

- содержание (т.е., что необходимо измерить);
- цели (зачем проводится измерение);
- планируемые результаты (каков итог измерения и как он может быть использован далее);
- условия измерения (совокупность факторов среды, которые оказывают влияние на результат измерения).

Такой анализ можно назвать элементарным, однако его выполнение позволяет минимизировать те погрешности измерения, которые вносятся некорректностью выбранной методики измерения и приводят к неудовлетворительным результатам. При этом следует учитывать тот факт, что окончательный выбор способа либо метода повышения точности измерений какого-либо параметра (в том числе, электрической энергии) становится возможным только после оценки составляющих погрешности и выявления доминантных среди них.

В случае информационно-измерительной системы (далее ИИС), которая по определению является совокупностью технических средств (вычислительных, измерительных, вспомогательных и прочих) для получения измерительной информации, необходимо опираться на суммарную погрешность измерения отдельного канала или всей системы. Следовательно, эту совокупность необходимо анализировать комплексно и учитывать все составляющие для корректного выбора наиболее подходящего метода уменьшения суммарной погрешности и соответственно, повышения точности измерений.

Основные способы и методы повышения точности измерений, согласно исследованиям и нормативным документам, включают в себя следующие направления:

- замена средств измерения или их комплектующих и их индивидуальная градуировка;
- уменьшение погрешностей измерения (методические, инструментальные, прочие);
- ограничение рабочих условий;
- использование эталонов и образцов;
- многократные наблюдения результата измерения;
- автоматизация.

Замена используемых средств измерений (СИ) на более точное, как правило, является наиболее простым и популярным методом повышения точности измерения и реализуется посредством приобретения либо разработки СИ с необходимыми характеристиками. Целесообразно использовать этот метод в том случае, когда доминирует основная – *инструментальная* – составляющая погрешности измерения.

Отметим, что в случае ИИС замена возможна для тех СИ, которые вносят наибольший вклад в суммарную погрешность измерения, только тогда это позволит повысить точность всего измерения. Например, при установке в измерительном канале термопар ТПП основная их погрешность составит в рабочих условиях до 60% суммарной погрешности и можно рассмотреть вариант использования более точного СИ. Однако необходимо учесть, что для большинства СИ для всей линейки классов точности одного прибора дополнительная погрешность остается одинаковой. Иными словами, выбрав более высокий класс точности прибора, необходимо оценить нормированную дополнительную погрешность, чтобы минимизировать суммарную погрешность. Недостатки метода – ограничение по условиям эксплуатации конкретных приборов и высокая стоимость более точных СИ.

Еще один способ повышения точности измерений – индивидуальная градуировка СИ. Целесообразно использовать способ в том случае, когда доминирует *систематическая* погрешность, которую можно существенно уменьшить или полностью исключить посредством введения поправки. Недостаток метода заключается в том, что для многих СИ характерно изменение систематических составляющих погрешности на протяжении сравнительно небольших временных интервалов периода эксплуатации. Этот факт следует учитывать при выборе метода индивидуальной градуировки.

Способом повышения точности является также работа в последней трети диапазона шкалы СИ – выбор корректного верхнего предела измерений. Это позволяет снизить величину относительной погрешности.

В качестве метода повышения точности измерения электроэнергии может выступать ограничение условий применения СИ. Это наиболее корректно в том случае, когда доминирует *дополнительная* погрешность СИ, зависящая от значительных отклонений внешних влияющих величин от их нормальных значений (в частности, это такие параметры, как температура, влажность, вибрация, перепады напряжения и прочие). Снизить влияние этих величин на погрешность можно, введя меры, направленные на стабилизацию условий (установка кондиционеров, стабилизаторов сети, защитных экранов, амортизаторов и т.д.). Эти меры позволяют ограничить условия применения СИ и повысить точность измерения.

Метод повышения точности измерения электрической энергии посредством снижения доминирующей *случайной* составляющей погрешности заключается в проведении многократных наблюдений с последующим усреднением полученных результатов. Преимущество метода в том, что случайная составляющая погрешности измерений усредненного значения будет существенно меньше, чем аналогичная составляющая отдельного измерения текущего значения величины. Недостаток метода – возможность значительного сглаживания информации о процессе изменения измеряемого параметра, поэтому применять его можно при одновременном выполнении двух условий в течение небольшого временного промежутка:

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

При этом необходимо помнить, что случайная составляющая погрешности в большинстве случаев не может быть доминирующей.

Единственно эффективным способом повышения точности измерений в случае доминирующей *методической* составляющей погрешности является разработка или модернизация методик выполнения измерений. Достигается это посредством применения более совершенного алгоритма вычислений или обработки результатов измерений. Определить, необходимо ли изменить методику, можно посредством ее аттестации.

Автоматизация измерительных процедур является методом повышения точности измерений электроэнергии в том случае, когда необходимо максимально исключить *субъективные* погрешности, вносимые оператором при проведении отдельных этапов измерения.

Метод повышения точности измерений электроэнергии посредством сравнения с мерой основан на исключении *систематической* составляющей погрешности измерений. Преимущество этого метода заключается в сравнении размера измеряемой величины с размером воспроизводимой мерой величины с

помощью компаратора. Разница между номинальным значением меры и показаниями компаратора даст искомое экспериментальное значение величины. Преимущество метода в том, что компаратор и мера определенной точности проще и дешевле в изготовлении, чем одно СИ аналогичной точности. Небольшим недостатком можно считать тот факт, что чем меньше разница между измеряемым и воспроизводимым мерой размерами, тем выше точность метода. Вариации метода позволяют подобрать наиболее подходящий для каждого конкретного случая. Если говорить об ИИС, то мера может быть встроена в СИ в ряде случаев с целью автоматической или полуавтоматической поверки.

Здесь следует отметить, что эффективным методом повышения точности измерений электрических и неэлектрических величин в ИИС является применение тестовых сигналов, которые в общем случае можно назвать образцовыми (или эталонными). Сущность этого метода состоит в установлении параметров статической функции преобразования посредством дополнительных преобразований тестов, каждый из которых функционально связан с измеряемой величиной. Таким образом достигается уменьшение или практически полное исключение систематических и квазисистематических погрешностей. Суммарная погрешность СИ в этом случае зависит от квантования АЦП, основной погрешности вычислительного устройства, высокочастотных шумов, преобразования тестов и динамической погрешности.

В ИИС с целью повышения точности измерения часто используется также метод обратного преобразования для автоматической коррекции погрешности СИ. Сущность метода заключается в том, что реальный выходной сигнал подается на вход обратного преобразователя, после чего находится разница между входным сигналом СИ и выходным сигналом обратного преобразователя, которая применяется для выработки корректирующего сигнала. Этот корректирующий сигнал отвечает суммарной погрешности СИ в соответствующей значению входной величины точке диапазона измерения. Иными словами, корректируются *инструментальные* погрешности любого происхождения и в этом заключается преимущество метода. Недостаток метода в том, что он эффективен только в случае существенно более высокой точности обратного преобразователя в сравнении с прямым преобразователем.

Повышение точности измерения посредством выявления, исключения или снижения метрологических отказов достигается через внедрение способов контроля работоспособного состояния СИ в процессе эксплуатации.

Наконец, эффективным способом повышения точности измерения может оказаться применение информационной избыточности, под которой понимается такое состояние измерительной информации, при котором она больше необходимой для реализации функций управления объектом. Например, в измерительную систему можно включить дополнительные СИ, снимающие данные по одной и той же величине, усреднить их показания и таким образом за счет избыточности измерений повысить точность. Основных недостатков у данного метода два. Первый заключается в том, что доминирующие в разных СИ невыявленные систематические погрешности могут иметь разный знак, в результате чего результирующая погрешность оценивается весьма грубо. Второй – результирующая погрешность будет превышать погрешность наиболее точного прибора в группе в случае, когда есть значительно отличие между погрешностями каждого отдельного СИ (в 3 и более раз).

Вывод. Таким образом, проанализированные методы хоть и позволяют решить проблему повышения точности измерения практически в любом случае и в любых условиях, все же имеют некоторые недостатки. Для корректного использования конкретного метода необходимо иметь адекватное представление о характере всех составляющих погрешности измерений и понимать их происхождение (т.е., систематичное или случайное проявление погрешности, которое вносится инструментально, методически или из-за субъективности оператора). Следовательно, выбор метода или способа повышения точности измерения электрической энергии должен предваряться анализом отдельных составляющих погрешности измерений и выявления тех из них, которые оказывают наибольшее влияние на результат измерения (доминируют). Следует помнить, что в случае ИИС ориентироваться можно на те средства измерения, которые вносят наибольший вклад в суммарную погрешность измерения канала и/или системы.

Список литературы / References

1. МИ 2301-2000 ГСИ. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Методы и способы повышения точности измерений.
2. *Васильев П.А.* Совершенствование методов и алгоритмов расчета и анализа установившихся режимов электрических сетей энергосистем: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.14.02. Новочеркасск, 2006. 16 с.
3. *Гузий В.В.* Метод и средства повышения точности измерений электрической энергии, реализуемых с помощью измерительных систем: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.11.15. Москва, 2012. 23 с.

4. *Миронов Э.Г.* Методы и средства измерений. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ–УПИ, 2009. 463 с.
5. *Комкова Е.В.* Повышение точности учета электрической энергии в электроэнергетических системах: дис. ... канд. техн. наук: 05.14.02. Москва, 2002. 176 с.
6. *Тараненко А.А.* Повышение достоверности показаний счетчиков электрической энергии и определение коммерческих потерь в электроэнергетических системах: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.14.02. Екатеринбург, 2000. 23 с.
7. *Франтасов Д.Н.* Повышение точности информационно-измерительных систем учёта электроэнергии: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.11.16. Уфа, 2011. 20 с.