

В. Ю. Кондаков¹, В. С. Крылов^{1, 2}*

Контроль метрологических отказов в системах интеллектуального учета электроэнергии

¹Западно-Сибирский филиал ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений», г. Новосибирск,

Российская Федерация

²Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,

Российская Федерация

* e-mail: basnivova@mail.ru

Аннотация. Контроль метрологических отказов приборов учета электрической энергии в процессе их жизненного цикла является задачей периодической поверки. При довольно больших интервалах между периодическими поверками существует вероятность не обнаружить метрологический отказ, который приведет к экономическим потерям потребителя или энергоснабжающей организации. В статье описываются новые современные методы обнаружения метрологических отказов при использовании системной информации и интеллектуальных приборов учета.

Ключевые слова: метрологический отказ, интеллектуальные приборы учета, поверка

V. Y. Kondakov¹, V. S. Krylov^{1, 2}*

Control of Metrological Failures in Intelligent Electricity Metering Systems

¹West Siberian branch of the Federal State Unitary Enterprise «All-Russian Research Institute of Physical and Technical and Radio Engineering Measurements», Novosibirsk, Russian Federation

²Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

* e-mail: basnivova@mail.ru

Abstract. The control of metrological failures of electric energy metering devices during their life cycle is the task of periodic verification. With fairly large intervals between periodic verifications, there is a possibility that a metrological failure will not be detected, which will lead to economic losses for the consumer or the energy supply organization. The article describes new modern methods for detecting metrological failures when using system information and intelligent metering devices.

Keywords: metrological failure, intelligent metering devices, verification

Введение

Одним из основных показателей систем интеллектуального учета электрической энергии (ИСУЭ), в состав которых входят электронные трансформаторы тока (ЭТТ) и электронные трансформаторы напряжения (ЭТН), является метрологическая надежность (МН) – свойство сохранять во времени метрологические характеристики (МХ) в пределах установленных норм. Чем выше МН, тем

меньше риск экономических потерь от использования недостоверных результатов измерений.

Текущее положение дел

Основным методом контроля МН в процессе эксплуатации является проведение периодической поверки. Интервал между поверками (МПИ) устанавливается при утверждении типа средств измерения в соответствии с [1] и [4]. В настоящее время МПИ назначается по показателям надежности, полученным расчетным методом, если МПИ меньше установленного приказом [6]. Допускается в процессе эксплуатации изменять МПИ, но для этого необходимы обоснованные причины, например, большое количество забракованных СИ при периодической поверке или результаты ресурсных испытаний на надежность. Установление или изменение МПИ – сложная задача, как в теоретическом, так и в практическом плане. Для ее решения необходимо найти баланс между метрологической надежностью СИ, затратами на поверку и убытками от недостоверных результатов измерений. Но периодическая поверка, уже как пережиток прошлого для интеллектуальных систем, имеет ряд недостатков:

- отсутствие контроля МХ в период времени между поверками и отсутствие фиксации момента обнаружения метрологических отказов;

- вывод поверяемого СИ из его работы на период поверки, затраты на демонтаж и монтаж и необходимость применения замещающей информации вместо показаний о энергопотреблении и легитимность этой замещающей информации должна быть установлена в методике измерений или договорными отношениями между субъектами;

- интервал между поверками устанавливается для всех СИ утвержденного типа по средним характеристикам МН и не учитывает особенности применения СИ в условиях эксплуатации, которые могут быть достаточно жесткими, и приводить к метрологическим отказам чаще.

Обсуждение

Необходимо отметить, что в ИСУЭ могут использоваться огромное количество приборов учета электроэнергии. В связи с многоканальностью ИСУЭ существует как проблема контроля МХ, так и возможность выявлять метрологический отказ по системным характеристикам.

При использовании достаточно простых алгоритмов сведения баланса, расчета технологических потерь, анализа показателей качества электрической энергии, возможно выявлять метрологический отказ конкретного прибора учета. Но, тем не менее, этим алгоритмам можно обучить системы искусственного интеллекта. И, практически в автоматическом режиме, выявлять и метрологический отказ, и возможные его причины.

Ситуация, когда выявлен метрологический отказ, требует исследований на месте. И для этого может использоваться проведение поверки на месте эксплуатации. Для приборов учета сплит исполнения разработана и опробована методика поверки на месте эксплуатации. Она основана на задании режимов поверки

нагрузочными устройствами и синхронизированного контроля режимов протекания тока и угла сдвига фаз эталонным прибором учета и поверяемым прибором учета.

В силу указанных причин представляется целесообразным разработать метод определения МХ приборов учета, ЭТТ и ЭТН непосредственно в условиях эксплуатации. Для этого разработаны устройства контроля МХ, встраиваемые в приборы учета. Такое устройство позволяет:

- контролировать метрологические характеристики ИСУЭ в течение всего срока службы, с учетом влияния внешних факторов непосредственно в процессе эксплуатации;
- строить математические модели изменения МХ во времени, а также прогнозировать время наступления метрологического отказа;
- планировать сроки проведения ремонтных и профилактических работ.

Практическая реализация

Разработаны структурные и алгоритмические решения для встраивания в отдельные приборы учета, которые позволяют:

- контролировать МХ без их демонтажа;
- определять параметры МН каждого экземпляра ИПУЭ непосредственно в процессе эксплуатации, выявлять их зависимости;
- строить прогнозы МН и изменять сроки МПИ.

Метод встроенного контроля МХ для приборов учета класса напряжения 0,4 кВ реализован в устройстве, приведенном в описании патента [4]. Метод контроля основан на сравнении отклика измерителя, полученного в процессе тестирования при производстве с откликом, полученным в процессе эксплуатации, причем для измерения напряжения сети при контроле МХ устройство снабжено встроенным источником образцового напряжения, подключаемым к входу измерителя напряжения. Канал измерения напряжения в этом устройстве реализован на основе делителя напряжения и последующего аналого-цифрового преобразователя с последующей цифровой обработкой в микроконтроллере. При определении действительного напряжения сети отклик измерителя сравнивается с откликом при подаче известного образцового напряжения. Для контроля МХ канала измерения тока в упомянутом устройстве используется образцовый тестовый сигнал, формируемый посредством цифрового процессора. Этот сигнал подается на дополнительную обмотку измерительного трансформатора тока (ИТТ) или катушки Роговского, что позволяет контролировать МХ цепи измерения тока, а также каналы измерения активной и реактивной мощности, изменяя фазу тестового сигнала тока относительно напряжения сети. Для исключения влияния тока потребителя можно отключить потребителя на время проведения поверки встроенным в прибор реле управления нагрузкой.

Практическая значимость непрерывного контроля МХ ИСУЭ:

- контроль метрологических отказов в реальном времени;
- уменьшение экономических потерь ресурсоснабжающих организаций;
- увеличение метрологического ресурса;

- повышение метрологической надежности;
- обеспечение непрерывного контроля МХ в жестких условиях эксплуатации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. РМГ 74–2004. ГСИ. Методы определения межповерочных и межкалибровочных интервалов средств измерений.
2. СТО 34.01-3.2-017–2022. Цифровые трансформаторы тока 6–750 кВ.
3. СТО 34. 01-3.2-018–2022. Цифровые трансформаторы напряжения 6–750 кВ.
4. МИ 3676-2023. ГСИ. Рекомендации по определению интервалов между поверками средств измерений. Основные положения.
5. ПНСТ 896–2023. Интеллектуальные приборы учета электрической энергии. Общие технические требования.
6. ПРИКАЗ от 2 июля 2019 г. № 1502 Об утверждении рекомендуемых предельных значений интервалов между поверками средств измерений.

© В. Ю. Кондаков, В. С. Крылов, 2024