

УДК 621.3.026; 621.3.08; 621.389

НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ОЦЕНИВАНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ СЧЕТЧИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ЛЮБОЙ КОНСТРУКЦИИ

Серенков П. С., Романчак В. М., Богуславский С. И.

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь*

Аннотация. Предложенный в РМГ 74-2004 структурированный классический метод сбора данных не всегда эффективен для анализа статистических данных. Предложено использовать непараметрическую аппроксимацию, которая позволяет оценивать функцию связи, на основании информации, получаемой из различных источников. Для этого предлагается применять суперпозицию вейвлетов, представленных в виде дельта-функций.

Ключевые слова: непараметрическая аппроксимация, электрические счетчики, вейвлеты

NONPARAMETRIC ASSESSMENT OF METROLOGICAL RELIABILITY OF ELECTRICITY METERS OF ANY DESIGN

Serenkov P., Romanchak V., Boguslavsky S.

*Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus*

Abstract. The structured classical method of data collection proposed in RMG 74-2004 is not always effective for analysing statistical data. It is proposed to use non-parametric approximation, which allows estimating the link function, based on information obtained from different sources. For this purpose, it is proposed to use a superposition of wavelets represented as delta functions.

Key words: nonparametric approximation, electric counters, wavelets

*Адрес для переписки: Серенков П. С., пр. Независимости, 65, г. Минск 220113, Республика Беларусь
e-mail: pavelserenkov@bntu.by*

Интеллектуальные счетчики электрической энергии переменного тока, используемые в трехфазных и однофазных сетях переменного напряжения объектов электроснабжения получают все большее распространение. Основная причина – возможность построения на их основе интеллектуальных систем учета электроэнергии (АСКУЭ-быт, АСКУЭ-промышленных предприятий и АСКУЭ объектов генерации и электросетевых объектов), которые используются для взаиморасчетов за электроэнергию между поставщиками и потребителями, для оптимизации энергопотребления и для предотвращения хищений электроэнергии.

Одним из ключевых критериев функционирования интеллектуальных счетчиков электрической энергии переменного тока, применяемых на энергообъектах любой конструктивной реализации, является метрологическая надежность, как способность сохранять метрологическую исправность.

Интеллектуальные счетчики электрической энергии входят в Перечень категорий средств измерений, которые подлежат обязательной государственной поверке с установленной в нем периодичностью, определенном постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 20 апреля 2021 г. № 39 «О перечне категорий средств измерений» (далее Перечень) установлены предельные значения для Республики Беларусь. Поверка счетчиков любой конструкции дает официальное подтверждение пригодности приборов учета к дальнейшей эксплуатации.

Следует отметить, что интеллектуальные счетчики для измерения электрической энергии переменного тока, применяемые в однофазных и трехфазных системах, представляют собой высокотехнологичные электронные устройства, качество (надежность) которых ожидаемо выше, чем у обычных счетчиков электрической энергии.

Очевидно, что производителей интеллектуальных счетчиков (на примере счетчиков Гран-Электро СС-101 и Гран-Электро СС-301), уверенных в высокой надежности своей продукции, не устраивает фиксированное значение межповерочного интервала, определенное для средств измерений данной категории в Перечне. Определенные в Перечне значения межповерочного интервала по мнению производителей занижены, что делает белорусских производителей неконкурентоспособными по сравнению, например, с российскими производителями подобной продукции.

Для обоснования изменения процедуры назначения межповерочных интервалов счетчиков производитель реализует проект по комплексному исследованию поведения метрологических характеристик (МХ) интеллектуальных счетчиков во времени.

Проект основан на рекомендациях РМГ 74-2004 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методы определения межповерочных и межкалибровочных интервалов средств измерений» (далее – Руководство). В Руководстве предложены методы обработки изме-

рительной информации, направленные на получение зависимостей значений MX от времени.

Первоначальное значение межповерочного интервала, определяемое разработчиком средства измерений, вносится в эксплуатационную документацию и утверждается при испытаниях на утверждение типа. В процессе эксплуатации это значение корректируется организациями, проводящими поверку/калибровку, с учетом их результатов.

Определение межповерочного интервала основывается на моделировании зависимости показателей точности или метрологической надежности средства измерений от времени/наработки с момента последней поверки/калибровки.

Методы, описанные в Руководстве, базируются на моделировании процессов дрейфа MX СИ с использованием обобщенного нормального распределения или нормального распределения.

В качестве метрологических критериев назначения/корректировки межповерочного интервала принимаются следующие показатели метрологической надежности [1]:

- вероятность метрологической исправности интеллектуальных счетчиков любой конструктивной реализации в заданный момент времени [$t-R_{mi}(t)$], показывает вероятность того, что в заданный момент времени счетчик окажется метрологически исправным. Базовым критерием является значение, находящееся на интервале 0,95–0,99;

- коэффициент метрологической исправности [$K_{mi}(t)$], показывает среднюю долю времени на интервале $(0, t)$, в течении которого счетчик одного типа находится в метрологически исправном состоянии. Базовым критерием является значение, находящееся на интервале 0,975–0,995.

Основная цель проекта по комплексному исследованию поведения MX интеллектуальных счетчиков заключается в решении трех ключевых задач:

- определение реальной надежности счетчиков определенной конструкции и выявление различий между показателями, установленными проектной и эксплуатационной документацией, с одной стороны, и фактическими данными, с другой;

- анализ статистических характеристик метрологических отказов счетчиков в процессе их эксплуатации.

- изучение условий, закономерностей и тенденций, связанных с метрологической надежностью счетчиков, с целью прогнозирования снижения качества во времени.

Для этих целей производитель в соответствии с пунктом В.1.4 РМГ 74-2004 должен организовать подконтрольную эксплуатацию партии се-

рийно выпускаемых счетчиков для сбора информации о их метрологической надежности и представить материалы, относящиеся к корректировке межповерочного интервала, в организацию государственной метрологической службы.

Данное требование предполагает значительные затраты на организацию эксперимента по сбору данных. Но при этом гарантирует корректность получаемых результатов (прогнозируемого межповерочного интервала).

В докладе обосновывается факт о том, что приведенный в РМГ 74-2004 структурированный классический подход к организации сбора данных, в ряде случаев не может служить основой механизма сбора и анализа данных о качестве в силу своей неэффективности.

Предложен альтернативный подход, основанный на использовании протоколов поверки всего массива эксплуатируемых счетчиков. Эти записи составляют неупорядоченный массив фактов для обработки и дальнейшего анализа. Проблема в том, что обычными статистическими методами получить полезную информацию из такого массива пассивно собранных фактов невозможно.

В докладе обоснована возможность аппроксимации с заранее заданной точностью априори неизвестной оцениваемой функции связи фиксируемых в процессе очередных проверок значений MX всего массива эксплуатируемых счетчиков с критериями [$t-R_{mi}(t)$] и [$K_{mi}(t)$] с помощью суперпозиции вейвлетов в виде дельтаобразных функций [2].

Теоретически доказано, что характеристика степени доверия к результатам моделирования может быть представлена как расширенная неопределенность результата аппроксимации при заданном уровне доверия. В таком виде показатель степени доверия является комплексным, т. е. характеризует в комплексе «качество» модели аппроксимации, неточность воспроизведения показателя результативности и факторов, недостаточность точек факторного пространства, «качество» заполнения факторного пространства регистрируемыми данными [2].

Литература

1. Фридман А. Э. Основы метрологии: современный курс. – Санкт-Петербург: Професионал, 2008. – 279 с.
2. Серенков, П. С. Концепция механизма сбора и анализа данных в условиях реального функционирования системы менеджмента качества промышленного предприятия / П. С. Серенков, В. М. Романчук, В. Л. Соломахо // Весці НАН Беларусі. Сер. Фіз.-тэхн. навук. – 2007. – № 1. – С. 55–60.