$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|y_i - \hat{y}_i\right|,$$

где n – общее количество измерений (точек данных); y_i – истинное (эталонное) значение в i-й точке; $\hat{y}_i$ – полученное значение (после фильтрации или измерений); $\left|y_i - \hat{y}_i\right|$ – модуль разности (абсолютное отклонение).

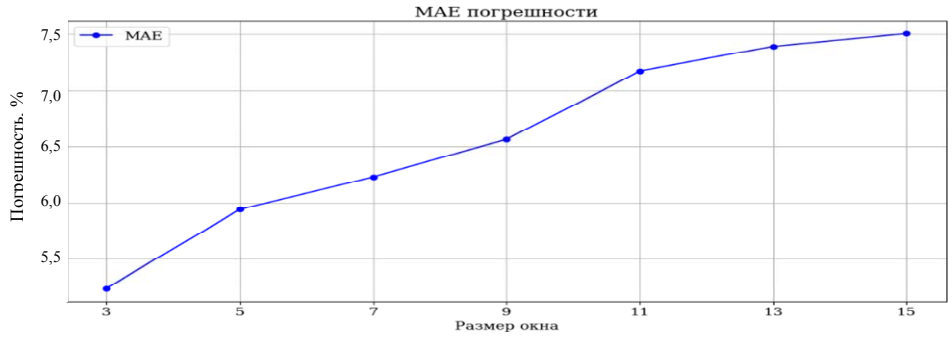


Рис. 4. График погрешности

На графике видно, что с увеличением размера интервального окна фильтра количество шумов уменьшается, однако средняя абсолютная погрешность возрастает и происходит размытие крутых изменений сигнала и скачков, что может привести к аварии, которую мы не сможем увидеть.

Дальнейшая задача исследований: использовать данные с целью получения оптимального соотношения окна фильтра для предотвращения аварий.

Литература

1. Быстрые алгоритмы в цифровой обработке изображений / Т. С. Хуанг [и др.]. – М. : Радио и связь, 1984. – 224 с.

ТРЕБОВАНИЯ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ К ЗНАЧЕНИЯМ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ИЗМЕРЕНИЯ ПРИБОРОМ РЕСУРС-UF2

И. М. Гончаров

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель О. Г. Широков

Представлено влияние прерываний напряжения при отсутствии маркирования результатов измерений на измерение значений показателей несимметрии и несинусоидальности напряжения. Показано, что при этом измеренные значения показателей несимметрии и несинусоидальности напряжения могут быть недостоверными и значительно превышать установленные требования нормативно-технических документов.

Ключевые слова: качество электроэнергии, маркированные данные, коэффициент несимметрии напряжений по обратной последовательности, суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения.

Одной из задач приборного контроля качества электроэнергии (КЭ) является оценка соответствия фактических значений показателей качества электрической энергии на границах раздела принадлежности сетей по признаку собственности или владения значениям, установленным в договорах на пользование электроэнергией и (или) ГОСТ 32144-2013 [1]. Этот нормативно-технический документ применяется при установлении и нормировании показателей КЭ, относящихся к частоте, значениям и форме напряжения, а также к симметрии напряжений в трехфазных системах электроснабжения, но не нормирует характеристики провалов и прерываний напряжения, перенапряжения и импульсных напряжений. На рис. 1 представлена гистограмма результата измерения значений коэффициента восьмой гармонической составляющей напряжения $K_{U(8)}$, иллюстрирующая выход этого показателя КЭ за нормируемое значение.

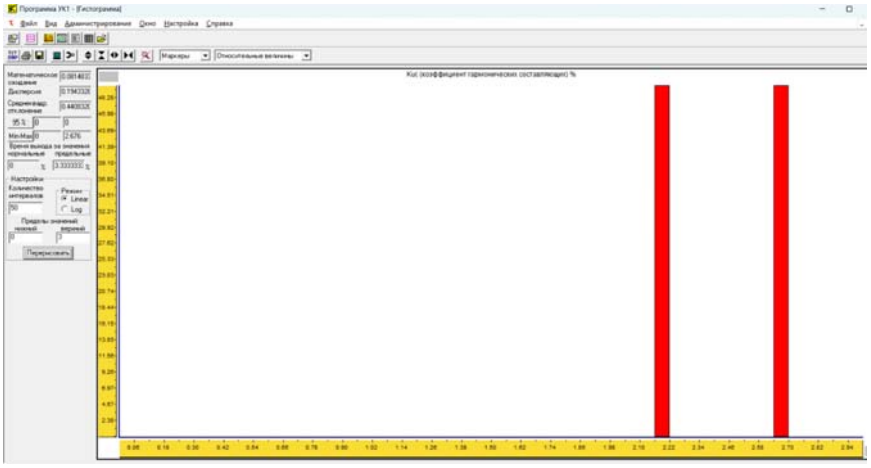


Рис. 1. Гистограмма изменения значений коэффициента восьмой гармонической составляющей напряжения $K_{U(8)}$

На рис. 2 и 3 представлены графики изменения значений соответствующих показателей КЭ совместно с графиками кратковременных глубоких провалов напряжения (практически прерываний). Из графиков видно, что превышение, а случае коэффициентов четвертой $K_{U(4)}$, восьмой $K_{U(8)}$, сороковой $K_{U(40)}$ гармонических составляющих напряжения сам факт возникновения, связаны с происходящими в процессе измерения глубокими провалами напряжения. Это свидетельствует о том, что алгоритм применяемого средства измерения не позволяет избежать одновременного учета провала напряжения и измерения показателей КЭ. Для и избегания таких случаев ГОСТ 30804.4.30-2013 [2] предписывает выполнять маркирование данных при проведении измерений с характеристиками процесса измерения классов *A* и *S* показа-телей КЭ относящихся к частоте, значениям и форме напряжения, а также к симметрии напряжений в трехфазных системах электроснабжения, а ГОСТ 32144-2013 [1] предписывает при измерения указанных показателей КЭ не учитывать маркированные данные.

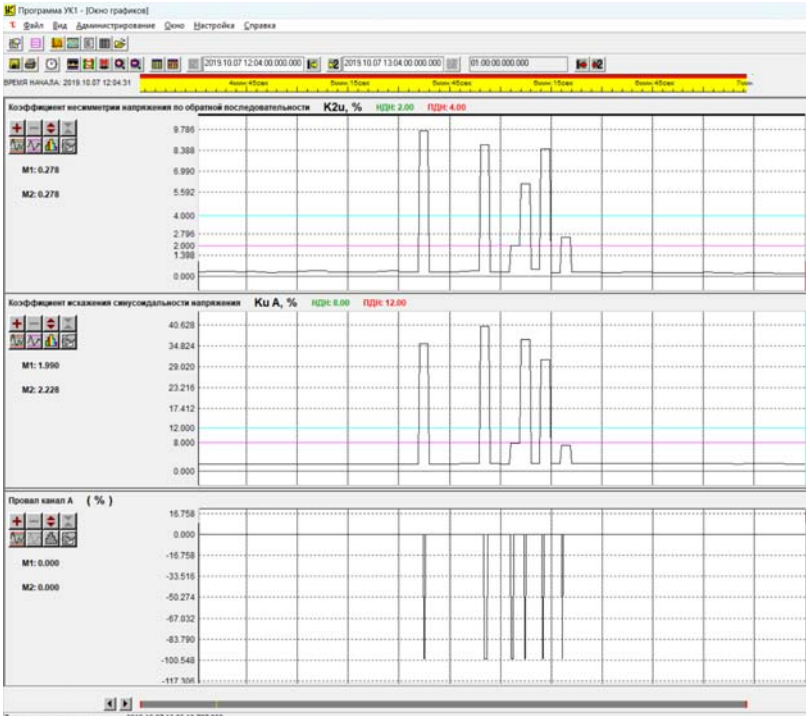


Рис. 2. Графики изменения значений коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности K_{2U}, суммарного коэффициента гармонических составляющих напряжения по фазе *A* K_UA, график провалов напряжения в фазе *A*

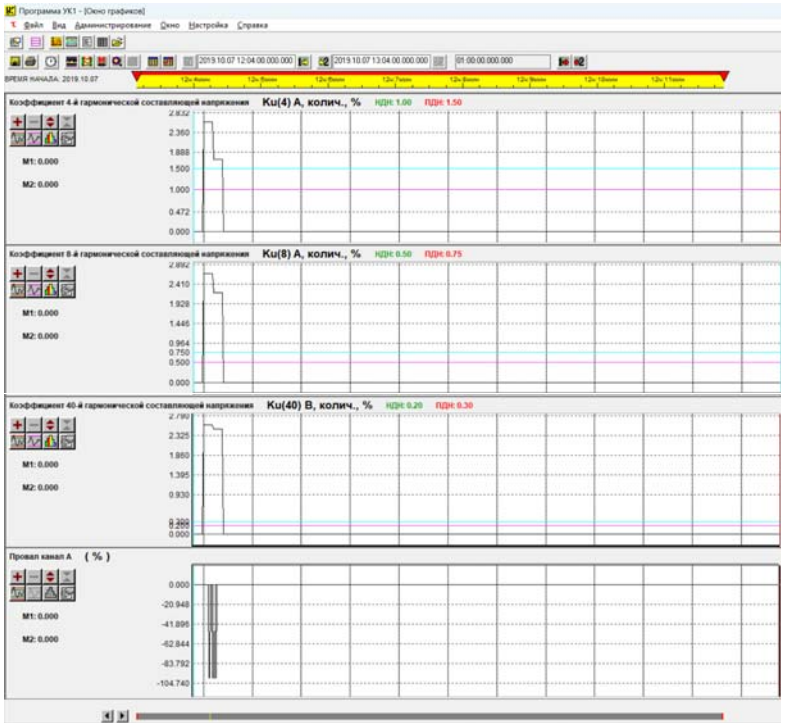


Рис. 3. Графики изменения значений коэффициентов четвертой гармонической составляющей напряжения $K_{U(4)}$, восьмой гармонической составляющей напряжения $K_{U(8)}$, сороковой гармонической составляющей напряжения $K_{U(40)}$, график провалов напряжения в фазе *A*

Проведение измерений показателей КЭ относящихся к частоте, значениям и форме напряжения, а также к симметрии напряжений в трехфазных системах электроснабжения прибором Ресурс-UF2 позволяет не учитывать маркированные данные при возникновении в процессе измерения провалов напряжения, перенапряжений и прерываний напряжения, что позволяет избежать недостоверности результата измерений по этим причинам.

Литература

1. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения (EN 50160:2010, NEQ) : ГОСТ 32144-2013. – Минск : Госстандарт, 2015.
2. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерений показателей качества электрической энергии : ГОСТ 30804.4.30-2013. – Минск : Госстандарт, 2014.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛАТФОРМЫ nanoCAD ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СХЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

А. А. Савицкий

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель А. В. Сычёв

Проведен анализ функциональных возможностей программной платформы nanoCAD в контексте проектирования схем электрических сетей. Особое внимание уделено механизмам формирования пользовательских библиотек условных графических обозначений, соответствующих корпоративным стандартам, а также вопросам автоматизации преобразования схем, полученных в сторонних программных комплексах, в формат, совместимый с nanoCAD. Рассмотрены перспективы расширения предложенного подхода для решения задачи формирования схем электрических сетей на основе CIM-моделей электроэнергетических систем. Представлены результаты разработки программы, обеспечивающей автоматизированную генерацию схем на основе исходных данных из стороннего приложения.

Ключевые слова: nanoCAD, схема электрической сети, графический формат файла, пиксельная графика, векторная графика, цифровая модель электрической сети.

В условиях цифровой трансформации электроэнергетической отрасли возрастает значимость обеспечения согласованности данных, используемых на различных этапах жизненного цикла объектов электрических сетей. В частности, возникает необходимость интеграции между собой расчетных и проектных программных комплексов, что требует разработки унифицированных подходов к преобразованию данных между различными такими комплексами.

Цель работы: исследование и оценка функциональных возможностей программной платформы *nanoCAD* [1] для проектирования схем электрических сетей, а также разработка и апробация подхода к автоматизированному преобразованию исходных данных из сторонних программных комплексов в формат, соответствующий требованиям систем автоматизированного проектирования и стандартов Республики Беларусь, с последующей оценкой перспектив применения данного подхода для интеграции с цифровой общей информационной моделью или *CIM*-моделью (*Common information model*) электроэнергетических систем [2].