

Проведенный детальный сравнительный анализ курсов «Теоретическая электротехника» обоих университетов позволил установить, что несмотря на некоторые различия эти курсы практически эквивалентны по своей структуре, объему и содержанию, что очень важно для будущих обменов студентами.

Следует также отметить наличие в разработанных учебных планах критериев оценки трудоемкости дисциплин в кредитных единицах в соответствии с требованиями Европейской системы передачи кредитов (взаимозачетов) ECTS как необходимого инструмента будущих академических обменов.

Одним из наиболее интересных направлений сотрудничества является применение средств мультимедиа для визуализации сложных процессов, таких как движущиеся электромагнитные поля, визуализация в силовой электронике и автоуправлении. По окончании разработки модули по анимации электромагнитных полей планируется использовать для изучения курса электрических машин, а также для самоподготовки и дистанционного обучения. Это один из приоритетов проекта на 1999 г.

Совместный проект URAL-Electro успешно развивается благодаря усилиям его участников и финансовой поддержке Правительства Фландрии.

**А. С. Бердин, В. А. Бегалов,  
Ю. И. Дидик**

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТЫ ОСНОВНОЙ ГАРМОНИКИ МЕТОДОМ ПАРАБОЛИЧЕСКОЙ АППРОКСИМАЦИИ**

При высоком уровне помех и искажений сигнала, а также при наличии модуляций частоты в допускаемых ГОСТом пределах традиционные методы (алгоритмы) определения частоты, основанные на анализе перехода сигнала через ноль, не обеспечивают необходимой точности результатов.

Предлагаемый метод параболической аппроксимации (МПА) предназначен для определения периода основной гармоник при высоких уровнях электромагнитных помех в электрических сетях и ограниченных объемах выборки.

МПА основан на применении параболической аппроксимации в зонах смежных экстремумов периодического сигнала с дальнейшим определением интервала между экстремумами аппроксимирующих парабол.

Пусть имеется заданный в виде таблицы значений интервал наблюдения исследуемого процесса длительностью  $T$ , содержащий несколько (больше

двух) периодов основной частоты. Для идентификации периодичности исследуемого процесса, а также приближенного определения величины периода основной частоты  $T_1$  применим известный метод Бью – Балло.

Если  $T_1$  идентифицирован, определим координаты первого ( $T_1^{k_1}$ ) и следующего ( $T_1^{k_2}$ ) экстремумов процесса. При этом экстремумы не должны быть расположены ближе чем на половину площадки аппроксимации ( $T_0/2$ ) от начала и конца записи соответственно.

Принимая за относительный нуль координату первого экстремума записи процесса ( $T_1^{k_1}$ ) и определив площадку аппроксимации равной не более половины  $T_1$ , установим параметры аппроксимирующей параболы, используя метод наименьших квадратов [1].

Пусть аппроксимирующая параболa имеет вид

$$y_{ap}(t) \approx \sum_{i=0}^2 a_i t^i. \quad (1)$$

Для определения параметров (1) следует решить систему уравнений

$$\begin{aligned} b_{00}a_0 + b_{01}a_1 + b_{02}a_2 &= c_0, \\ b_{10}a_0 + b_{11}a_1 + b_{12}a_2 &= c_1, \\ b_{20}a_0 + b_{21}a_1 + b_{22}a_2 &= c_2 \end{aligned} \quad (2)$$

$$\text{при } b_{kl} = \sum_{i=-T_0/2}^{T_0/2} t_i^{k+l}, \quad c_k = \sum_{i=-T_0/2}^{T_0/2} t_i^k y_i, \quad (3)$$

где  $k, l = 0, 1, 2$ .

Выбор в качестве относительного нуля экстремума записи и симметричность площадки аппроксимации относительно этого нуля позволяют существенно упростить решение системы уравнений (2) за счет того, что коэффициенты  $b$  при нечетной и отличной от нуля сумме индексов  $k$  и  $l$  оказываются равными нулю. Кроме того, коэффициенты  $b$  зависят только от величины площадки аппроксимации и, если она не изменяется, остаются постоянными для всех приложений.

Смещение экстремума аппроксимирующей параболы (1) от относительного нуля экстремума записи определяется из выражения

$$y'(t) = a_1 + 2a_2 \Delta T = 0, \quad (4)$$

или

$$\Delta T = -a_1/2a_2, \quad (5)$$

$$\text{где } a_1 = c_1/h_{11}, \quad a_2 = (b_{00}c_2 - b_{20}c_0)/(b_{22}b_{00} - b_{20}b_{02}). \quad (6)$$

Анализ выражений (3)—(6) показывает, что при использовании предложенного алгоритма в режиме реального времени на каждом шаге достаточно

вычислять только вектор правой части (2), а также (5) и (6). Причем в (6) знаменатели также остаются неизменными.

Абсолютное положение экстремума аппроксимирующей параболы определяется как

$$T_1^{A1} = T_1^{E1} + \Delta T^1.$$

Координата следующего экстремума процесса определяется из выражения

$$T_1^{A2} = T_1^{A1} + T_1.$$

Далее выполняется процедура параболической аппроксимации в районе второго экстремума аналогично, как и у первого, и определяется абсолютное положение экстремума второй аппроксимирующей параболы

$$T_1^{A2} = T_1^{E2} + \Delta T^2.$$

Точное значение периода основной гармоник процесса теперь может быть получено из соотношения

$$T_1^A = T_1^{A2} - T_1^{A1}.$$

### *Литература*

1. Турчак Л. И. Основы численных методов: Учеб. пособие. М.: Наука, 1987. 320 с.

**Н.Л. Брагина**

## **ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Сегодня самым актуальным вопросом является подготовка и переподготовка специалистов, адаптация к требованиям современного рынка рабочей силы. Высокая конкуренция и все растущие требования работодателей заставляют специалистов постоянно повышать свою квалификацию или даже кардинально менять профессию. Особенно высокие требования предъявляются к специалистам любого профиля в области информационных технологий. Интенсивное развитие компьютерных технологий в настоящее время, внедрение компьютерной техники во все области экономики требуют владения хотя бы элементарной компьютерной грамотностью.

Возможность получения образования с наименьшими материальными и временными затратами и предоставляет система дистанционного образования.