

УДК 621.316.925

В.Е.Лукин (асп. каф. ЭСиАЭС), В.К.Ванин, д.т.н., проф.

## МЕТОД СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА СИГНАЛОВ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ПОСТРОЕНИЮ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ УСТРОЙСТВ РЗА

Бурное развитие и обновление электроэнергетических систем, изменение их структуры и параметров, повышение требований потребителей электроэнергии к ее качеству приводят к необходимости совершенствовать методы и технические средства релейной защиты. Современный этап развития отечественных устройств релейной защиты характеризуется переходом от автономных аналоговых устройств к микропроцессорным системам, объединяющим в себе функции защиты, автоматики и сбора данных.

Во многих областях науки и техники перед исследователем возникают задачи, как на основе данных, полученном на конечном интервале времени или пространства (в непрерывной или дискретной форме), сформировать максимально достоверное представление об исходном образе, с которым связаны эти данные, т.е. о его основных характеристиках. Качество и достоверность оценки спектра оказывают решающее влияние на формирование представлений исходного образа.

Непрерывный процесс развития цифровой вычислительной техники значительно расширил сферы приложения спектральных методов к обработке информации, сформировав направление спектрального анализа, который в свою очередь оказывает стимулирующее влияние на дальнейшее развитие вычислительных методов и средств их реализации.

Внедрение в противоаварийную автоматику энергосистем микропроцессорных защит способствует использованию для обработки информации анализаторов спектра, реализующих непосредственно преобразование Фурье. Преобразование Фурье является математической основой, которая связывает временной и пространственный сигнал (или же некоторую модель этого сигнала) с его представлением в частотной области. Один из важных вопросов, который является общим для всех методов спектрального оценивания, связан с применением функции окна в реальном времени ("скользящим" окном наблюдения).

Такой анализатор, по идее, является идеальным и позволяет определить комплексные амплитуды текущих спектров на любой интересующей нас частоте.

Для реализации метода дискретного преобразования Фурье (ДПФ) со "скользящим" окном наблюдения необходимо использовать формулы коэффициентов при ортогональных составляющих

$$a_k = \frac{2}{m} \sum_{p=1}^m f(\omega p \Delta t) \cos(k \omega p \Delta t), \quad b_k = \frac{2}{m} \sum_{p=1}^m f(\omega p \Delta t) \sin(k \omega p \Delta t),$$

где  $a_k$  — косинусная составляющая амплитуды;  $b_k$  — синусная составляющая амплитуды,  $m$  — количество выборок.

Применительно к построению микропроцессорных систем релейной защиты этот метод является универсальным и позволяет получить в результате полный комплекс данных, обладающих необходимой информативной базой для функционирования устройств релейной защиты и автоматики.

В практике построения релейной защиты наибольший интерес представляют помехи переходных режимов, т.е. свободные составляющие процессов. Последние приводят к пересекающимся спектрам и этим самым обуславливают погрешность анализатора. С целью установления сути количественных характеристик погрешности и разработки методов ее уменьшения удобно опираться на частотно-временное представление сигналов. Кроме свободных составляющих процессов на точность измерения (контроля) может оказывать существенное влияние отклонение частоты в энергосистеме.

Использование нового метода для реализации построения устройств релейной защиты и автоматики диктует его универсальность, а также и его экономическая эффективность для промышленного производства цифровых защит на базе микропроцессорных технологий.