

## **СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СОБСТВЕННОГО РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ИХ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ**

**Здор Г.Н., Тимошевич В.Б.**

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

Функционирование ряда технологических процессов и объектов сопровождается собственным радиоизлучением. Это излучение может быть инициировано электрическими разрядами, спонтанно возникающими при функционировании оборудования, а также из-за явлений трибоэлектричества, разделения электрических зарядов из - за уноса электронов угольными частицами и пр. Кроме того электрические разряды различных типов (искровой, коронный, тлеющий и др.) часто выступают в качестве одного из инструментов технологического процесса. Как было показано [1], это излучение может быть модулировано электромагнитными, акустическими и механическими воздействиями. Комплексный анализ характеристик - амплитудных, флуктуационных, а в первую очередь – спектральных, позволяют в достаточно полной мере контролировать процессы и своевременно диагностировать возникающие неисправности. Спектральный анализ, основанный на преобразованиях Фурье, является мощнейшим инструментом исследования электрических сигналов, а значит - вызывающих их процессов. Спектральный анализ может осуществляться: 1) параллельно, когда одновременно анализируются амплитуды различных частотных составляющих сигналов. При многочастотном анализе широкополосного сигнала этот метод требует очень большого количества дискретных узкополосных фильтров. Достоинства метода - высокое быстродействие, недостаток - невозможность выявления узкополосных частотных пиков, он используется в звукоусилительной аппаратуре в качестве индикатора спектра сигнала; 2) последовательно, когда происходит сканирование частотного диапазона сигнала. У метода - две разновидности: а) непосредственного сканирования с помощью перестраиваемого электронного фильтра с задаваемой полосой пропускания. В этих фильтрах неизменной добротности перестройка частоты приводит к изменению полосы пропускания. Этот метод используется редко; б) супергетеродинного типа. В них происходит перемножение исследуемого сигнала и сигнала перестраиваемого генератора. Результирующий сигнал поступает на измеритель амплитуды после высокодобротного фильтра промежуточной частоты. Этот метод широко используется в аналоговых анализаторах спектра. Последовательные методы спектрального анализа

обеспечивают высокую точность, регулируемые в широких пределах чувствительность, избирательность и полосу обзора, а главное, практически не вносят собственных ошибок в полученный результат. Но низкое быстродействие существенно ограничивает их применение для контроля процессов в реальном масштабе времени; 3) С использованием дискретного преобразования Фурье. При использовании этого метода исследуемый сигнал подвергается дискретизации по времени (взятие выборок) и квантованию по уровню с помощью аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Согласно теореме Котельникова, частота выборок должна по крайней мере вдвое превышать максимальную частотную составляющую входного сигнала. При таком преобразовании Фурье используется временной отрезок сигнала, т.е. при вычислении производится ограниченное число выборок («оконная выборка»). Входной сигнал умножается на определенную «оконную функцию» до или после взятия выборок во временной области. Полученный в результате дискретный частотный спектр имеет разрешение по частоте, прямо зависящее от времени наблюдения. Возникающие в результате «просачивания» уширение спектра и ошибки в определении амплитуд гармоник можно уменьшить, используя конкретные оптимизируемые «оконные функции» (Хеннинга, Хемминга, Блекмана, Херриса, Кайзера, Бесселя, Фейера и др.). Число вычислений для преобразования Фурье может быть сокращено при использовании специальных алгоритмов - быстрого преобразования Фурье (БПФ). Шум квантования может быть уменьшен увеличением разрядности АЦП. В этих преобразователях, в отличие от других, не теряется информация о фазовых соотношениях частотных составляющих сигналов. Они обладают высокой скоростью обработки сигналов и позволяют проводить анализ в реальном масштабе времени. Этот метод широко используется в промышленности. Использование конкретного принципа действия и типа анализатора зависит от поставленных задач – многие из анализаторов спектра имеют право на существование. Однако в условиях ужесточения требований к точности и, главное, к быстродействию наиболее перспективными являются приборы, использующие БПФ и работающие в реальном масштабе времени.

1. Тимошевич В.Б. Эффект модуляции собственного радиоизлучения электрического разряда механическими колебаниями. – МНТК Современные направления развития производственных технологий и робототехника. Могилев, 1999г.