

НОВЫЕ ПРИЗНАКИ, ОСНОВАННЫЕ НА ПРЕОБРАЗОВАНИИ ФУРЬЕ, ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ И РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

Л. М. ГЕЛЬМАН, Л. Н. УДОВЕНКО

Для технической диагностики на основе одно- и многомерного преобразований Фурье сигналов часто в качестве диагностических признаков используют составляющие либо спектральной плотности [1, 2] мощности, либо фазы преобразования Фурье [3, 4]. Оба подхода эвристически не следуют из критериев оптимальности.

В работе [5] нами предложен универсальный оптимальный подход к использованию одно- и многомерного преобразований Фурье для технической диагностики, заключающийся в использовании двумерного вектора признаков с компонентами $S_R(\omega)$, $S_I(\omega)$ (соответственно действительная и мнимая составляющие преобразования Фурье). В этой работе показано, что диагностика на основании составляющей спектральной плотности мощности и фазы преобразования Фурье базируется на нелинейных преобразованиях упомянутых выше признаков.

Поэтому применение спектральной плотности мощности или фазы преобразования Фурье не является оптимальным и представляет собой частный эвристический (неуниверсальный) подход к использованию такого преобразования для технической диагностики, поэтому целесообразно использовать предложенные в [5] диагностические признаки: действительную и мнимую составляющие преобразования Фурье.

Цель данной работы состоит в том, чтобы с помощью численного моделирования экспериментально оценить выигрыш в эффективности диагностики при использовании оптимального преобразования по сравнению с неоптимальным.

Численное моделирование. Для получения оценки выигрыша оптимального подхода, предложенного в работе [5], по сравнению с неоптимальным подходом рассмотрим двухклассовую акустическую диагностику на основе одномерного преобразования Фурье. Информативным сигналом является случайный акустический стационарный гауссов центрированный сигнал с центральной частотой ω_x : гипотеза H_0 при отсутствии и H_1 при наличии дефекта (дисперсия сигнала σ_x^2 соответственно σ_0^2 и σ_1^2).

Формирование стационарного гауссового центрированного узкополосного сигнала с центральной частотой ω_x осуществлялось с помощью программного продукта SIMULINK 3.0. Оценки спектральной плотности мощности гауссового центрированного сигнала, ее мнимых и действительных составляющих, отношения правдоподобия и их условных плотностей вероятностей, а также соответствующих условных математических ожиданий и дисперсий получены с помощью системы MATLAB 5.3.

© Л. М. Гельман, Л. Н. Удовенко, 2001

При моделировании использовались следующие параметры:

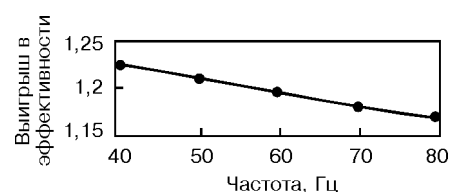
- 1) частота дискретизации сигнала при моделировании 1000 Гц;
- 2) длина обрабатываемого сигнала 0,512 с;
- 3) гауссовские сигналы формировались на центральных частотах $\omega_x = 40, 50, 60, 70$ и 80 Гц;
- 4) для каждой из центральных частот ω_x по результатам 1000 экспериментов производились оценки спектральной плотности мощности, мнимой и действительной составляющих преобразования Фурье, плотности вероятности, отношения правдоподобия и их условных математических ожиданий и дисперсий для гипотез H_0 и H_1 ;
- 5) оценка выигрыша эффективности диагностики производилась путем вычисления критерия Фишера для оптимального и неоптимального преобразований и последующего сравнения полученных значений для каждого из исходных сигналов.

Полученные результаты представлены на рисунке. Очевидно, что использование новых признаков увеличивает эффективность диагностики.

ВЫВОДЫ

Путем численного моделирования подтверждена целесообразность использования предложенного в [5] нового универсального оптимального подхода к использованию одно- и многомерного преобразования Фурье для технической диагностики. При этом в качестве диагностических признаков используются действительная и мнимая компоненты преобразования Фурье.

С помощью критерия Фишера показано, что предложенный подход по сравнению с подходом, основанным на использовании в качестве признака составляющей спектральной плотности мощности, обеспечивает выигрыш в эффективности диагностики. Предложенный подход целесообразно ис-



пользоваться для диагностики при использовании оптимального преобразования по сравнению с неоптимальным.

пользовать при виброакустической диагностике усталостных трещин.

1. *Матвеев В. В.* К анализу эффективности метода спектральной вибродиагностики усталостного повреждения элементов конструкций. Сообщение 2. Изгибные колебания, аналитическое решение // Проблемы прочности. — 1998. — № 6. — С. 23–35.
2. *Ройтман А. Б., Пылов А. А., Александрова Н. Б.* Продольные колебания консольного стержня с поперечной трещи-

ной. Сообщение 1. Малые колебания // Пробл. прочности. — 1999. — № 2. — С.

3. *Application of Digital signal processing to audio and acoustics 1998* / Ed. M. Kahrs, K. Brandenburg. — Boston: Kluwer Academic Publishers.
4. *J. M. H. Du.* Buf gabor phase in texture discrimination signal processing, 1990. — 21, № 3. — P. 221–240.
5. *Гельман Л. М., Удовенко Л. Н.* Оптимальное использование преобразования Фурье для технической диагностики // Техн. диагностика и неразруш. контроль. — 2000. — № 4. — С. 13–16.

Нац. техн. ун-т Украины «КПИ»,
Киев

Поступила в редакцию
24.03.2001

18–21 МАРТА 2002 г.

г. МОСКВА

**3-я МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«КОМПЬЮТЕРНЫЕ МЕТОДЫ И ОБРАТНЫЕ ЗАДАЧИ
В НЕРАЗРУШАЮЩЕМ КОНТРОЛЕ И ДИАГНОСТИКЕ»**

**Место проведения: 119048, Москва, Хамовнический вал, 34, гостиница «Юность»,
(метро «Спортивная»)**

ЗАДАЧИ КОНФЕРЕНЦИИ

Две предыдущие конференции были проведены в Минске (Беларусь) в 1995 и 1998 гг. и привлекли более 200 участников из 15 стран. Обе конференции показали большой интерес к обсуждаемым проблемам.

На конференции будут рассмотрены математические основы и прикладные аспекты моделирования, компьютерных технологий и аналитических методов, разработанных применительно к НК, ТД, визуализации медицинской и биологической информации и мониторингу. Особый интерес будет обращен на обратные математические задачи, привлекающие в последнее время все большее внимание наряду с методами реконструкции данных и изображений и характерные для них способы и средства сбора информации.

Одна из основных целей конференции состоит в оценке современного состояния предмета и стимулировании обмена мнениями между экспертами на международном уровне. Будут представлены устные сообщения на секциях.

ОСНОВНАЯ ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦИИ:

- Моделирование физических процессов в НК;
- Вычислительная диагностика;
- Фундаментальные проблемы реконструкции и восстановления в НК;
- Моделирование технологий НК;
- Моделирование для НК в производственных процессах и в эксплуатации;
- Обратные задачи компьютерной томографии;
- Обратные задачи электромагнитной дефектоскопии;
- Обратные задачи в тепловом и оптическом контроле;
- Повышение достоверности обнаружения противопехотных мин;
- Вычислительные алгоритмы, обработка сигналов и изображений;
- Обратные задачи акустического контроля.

НА КОНФЕРЕНЦИИ ПРЕДУСМАТРИВАЕТСЯ

- Выступление с докладами
- Дискуссии за круглым столом
- Издание тезисов докладов

Заявку на участие следует направлять по адресу:

119048, Москва, ул. Усачева, 35, стр. 1, РОНКТД

E-mail: market@spektr-msia.ra, spektr@co.ru

Факс: (095) 246-88-88

Тел.: (095) 926-53-16, 245-56-56, 245-57-68