

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П. КОРОЛЕВА
(национальный исследовательский университет)»

Г. М. Макарьянц, Е. В. Шахматов, С. А. Гафуров

Экспериментальный модальный анализ

Электронное учебное пособие по курсу лекций

САМАРА

2010

УДК519.62/.64

Авторы: **Макарьянц Георгий Михайлович,**
Шахматов Евгений Владимирович,
Гафуров Салимжан Азатович

Проведение комплексного исследования объектов при решении сложных инженерных задач невозможно без проведения модального анализа. Определение модальных параметров объектов требует от специалистов разного профиля овладения навыками использования методов проведения экспериментального модального анализа и оценки полученных результатов с целью их наилучшей интерпретации. Для студентов технических специальностей главным является понимание основных идей, особенностей и областей применения рассмотренных методов.

Приведенные типы анализа амплитудно-частотных характеристик объектов отличаются простой физической интерпретацией основных вычислительных операций. Его лёгкая приспособляемость к геометрии рассматриваемой области, граничным условиям является также очень важным достоинством.

В предлагаемом учебном пособии в сжатом виде приводятся основные необходимые сведения о математических уравнениях, связывающих измеренные данные амплитудно-частотной характеристики объекта с его модальными параметрами, и уравнениях, лежащих в основе их оценки. В пособии также рассмотрены основные ситуации, в которых необходимо применять тот или иной способ оценки модальных параметров.

Учебное пособие рекомендуется для студентов специальностей и направлений, учебный план которых включает курсы «Основы виброакустики машин», «Динамические измерения и обработка экспериментальных данных», для магистрантов в рамках магистерской программы «Мехатронные пневмогидравлические агрегаты и системы» по направлению 160700.68 «Двигатели летательных аппаратов», а так же для инженеров, и аспирантов, чья деятельность связана с исследованием и анализом динамических характеристик технических объектов.

Учебное пособие разработано на кафедре автоматических систем энергетических установок.

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2010

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1 Оценка модальных параметров	5
1.1 Модальные параметры	5
1.2 Замечания по поводу единиц измерения	8
2 Типы анализа	9
2.1 Методы одной и множества степеней свободы	9
2.1.1 Метод одной степени свободы (<i>SDOF</i>)	10
2.1.2 Метод множества степеней свободы (<i>MDOF</i>)	10
2.2 Локальные и глобальные оценки.....	11
2.3 Анализ множества входных сигналов.....	12
2.4 Анализ во временной и частотной области	14
3. Методы оценки параметров	18
3.1 Метод наименьших квадратов с комплексными экспонентами (<i>LSCE</i>)	18
3.1.1 Модель для непрерывных данных	18
3.1.2 Модель для дискретных данных	19
3.1.3 Практическая реализация метода.....	20
3.1.4 Определение оптимального числа мод	22
3.1.5 Многоопорный метод <i>LSCE</i>	26
3.2 Метод наименьших квадратов для частотной области (<i>LSFD</i>)	33
3.2.1 Многоопорный метод <i>LSFD</i>	34
3.3 Метод наименьших квадратов в комплексной частотной области (<i>PolyMAX</i>).....	35
3.3.1 Модель данных	36
3.3.1 Модальные параметры	37
Заключение	39