

Предисловие

Книга ставит своей целью дать научным работникам, инженерам, преподавателям высших учебных заведений, аспирантам, проводящим исследования в области нелинейной теории колебаний и волн (или, более широко, нелинейной динамики), достаточно полное представление о теории и практическом применении такого современного метода анализа и диагностики пространственно-временных данных как вейвлетный анализ. Она включает подробное описание особенностей и преимуществ непрерывного вейвлетного и бикоррентного вейвлетного преобразования к анализу данных, порождаемых динамическими системами различной природы, методики эффективной численной реализации вейвлетного преобразования, а также обсуждение некоторых приемов применения вейвлетного анализа к исследованию распределенных динамических систем.

Во введении делается попытка, отталкиваясь от хорошо известного читателю спектрального (Фурье) анализа и его разновидности — оконного преобразования Фурье, ответить на вопрос: “В чем смысл вейвлетного анализа и в чем его преимущества перед уже имеющимися методами анализа структуры временных рядов?” Во введении мы постепенно подводим читателя к определению вейвлетного преобразования, вводя его не строго, а феноменологическим образом.

Первая глава книги посвящена строгому рассмотрению базовых понятий и математического аппарата непрерывно-

го вейвлетного преобразования и содержит подробное описание методики численной реализации вейвлетного преобразования. Разбираются характерные особенности численного алгоритма реализации вейвлетного преобразования с использованием преобразования Фурье. Рассматриваются некоторые трудности, связанные с такой методикой, после чего дается описание практической реализации метода с использованием алгоритма быстрого преобразования Фурье. В приложении дается описание и текст компьютерной процедуры, реализующей непрерывное вейвлетное преобразование и написанной на языке программирования С.

Во второй части рассматривается применение непрерывного вейвлетного анализа к ряду модельных сигналов, что дает читателю возможность “почувствовать” на конкретных простых примерах достоинства, недостатки и особенности вейвлетного анализа. В третьей главе иллюстрируются особенности универсальных путей в хаос, реализующихся в нелинейных конечномерных динамических системах (переход к хаосу через каскад бифуркаций удвоения периода и переход к хаосу через перемежаемость), с позиций непрерывного вейвлетного анализа.

Бикогерентный вейвлетный анализ составляет содержание четвертой главы книги. После общих замечаний и определений подробно излагаются характерные особенности, методика интерпретации и пределы применимости бикогерентного вейвлетного преобразования. Особое внимание уделяется методике оценки статистического уровня шума и статистической ошибки, возникающей при численном расчете бикогерентности. Также, как и при изложении непрерывного вейвлетного преобразования, приводятся некоторые приемы анализа с помощью бикогерентного вейвлетного преобразования простых модельных сигналов.

В заключительной, пятой, части содержится небольшой обзор приложенный вейвлетного анализа к исследованию

систем различной природы и более подробно рассматриваются два конкретных примера таких исследований.

В основу книги положены как оригинальные исследования авторов, так и многочисленные публикации и книги, вышедшие в последнее время (по большей части за рубежом¹) и посвященные ветвлению анализу и его приложению в различных областях науки. Книга снабжена достаточно большой библиографией, посвященной как непосредственно теории и методике применения ветвистого анализа, так и приложению ветвистого преобразования к анализу различных процессов и явлений.

При написании книги мы ориентировались прежде всего на научных работников, занимающихся цифровой обработкой данных и анализом динамических систем, однако, книга будет представлять несомненный интерес для студентов и аспирантов естественно-научных специальностей, прежде всего специализирующихся в области нелинейной теории колебаний и волн, нелинейной динамики. Предполагаем, что читатель знаком с основами обработки и анализа сигналов с помощью фуриэ-преобразования и его производных, а именно, с помощью измерения многовременных корреляционных функций и их преобразований Фуриэ (фуриэ-спектров).

Материал, положенный в основу монографии, во многом является результатом научных исследований, поддержанных в различные годы Российским Фондом Фундаментальных Исследований (гранты 96-02-16753, 98-02-16541, 99-02-16016, 01-02-17392, 00-15-96673), программой “Универ-

¹ На момент подготовки монографии авторам известны лишь три книги на русском языке по данной тематике, в которых рассматриваются вопросы дискретного ветвистого анализа: *Лобечи И.* Десять лекций по ветвистам. М.-Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2001, которая представляет собой перевод известной книги *I. Prigogine*. Ten Lectures on Wavelets, SIAM, 1991; *Ваттнер С.* Ветвист-анализ. Основы теории. М.: Постмаркет, 2001 (*Blatter S.* Wavelets: a Primer, Natick, Mass.: A.K. Peters, 1998) и *Чжу С.К.* Введение в ветвисты. М.: Мир, 2001 (*Chu S.-A.* Introduction to Wavelets, Boston: Academic Press, 1992).

ситеты России – Фундаментальные исследования”, Саратовским учебно-научным центром “Волновая электроника, микроэлектроника и нелинейная динамика” на базе Саратовского государственного университета, Саратовского филиала Института радиотехники и электроники РАН и Государственного учебно-научного центра “Колледж” (поддерживаемым Федеральной целевой программой “Интеграция”), научно-образовательным центром “Нелинейная динамика и биофизика” при Саратовском государственном университете (грант REG-006 of U.S. Civilian Research & Development Foundation for the Independent States of the Former Soviet Union (CRDF)). Авторы выражают искреннюю признательность вышеупомянутым фондам и программам, финансирующим научные исследования в России, без поддержки которых данная монография вряд ли бы увидела свет.

Авторы благодарны члену-корреспонденту РАН, профессору Д.И. Грубешкову, директору Государственного учебно-научного центра “Колледж” Саратовского государственного университета, профессору Ю.И. Левину, зав. редакционно-издательским комплексом ГосУНЦ “Колледж” СГУ Н.Н. Левинной, коллегам по работе за помощь и поддержку на различных этапах подготовки монографии.

А.А. Коронаевский
А.Е. Храмов

Саратовский государственный университет
им. Н.Г. Чернышевского,
Факультет нелинейных процессов