

АТОМАРНЫЕ ФУНКЦИИ В ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКЕ СИГНАЛОВ РАЗЛИЧНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ

Гуляев Ю.В., Кравченко В.Ф.

Институт радиотехники и электроники РАН
103907, ГСП-3, ул. Моховая, Москва, Россия.
Тел: (095) 203 47 93, Факс: (095) 203 84 14, E-mail: kravchenko_vf@fromru.com

В обзорном докладе приведены основные результаты, полученные в **ИРЭ РАН** в течение **1993–2003 гг.** по использованию новой конструктивной теории атомарных функций (**АФ**) [1] в цифровой обработке сигналов (**ЦОС**) различной физической природы [2-12]. Изначально АФ наиболее широко использовались при решении краевых задач для уравнений в частных производных математической физики. Вместе с тем, в последнее время круг решаемых с их помощью проблем существенно расширился. Особенно эффективным оказывается использование **АФ** в цифровой обработке одномерных и многомерных сигналов различной физической природы. Развитие и совершенствование математических методов цифровой обработки тесно связано с достижениями в конструктивной теории функций. Расширение известной системы элементарных функций проводилось в направлении синтеза специальных функций, ориентированных на узкий класс задач. Неэффективность такого подхода проявляется в их нефинитности, в то время как обрабатываемые последовательности обладают пространственной локализацией. Кроме того, в связи с широким применением методов спектрального анализа в цифровой обработке сигналов, возникает необходимость в использовании функционального базиса с легко оцениваемым спектром в заданном ограниченном диапазоне. Ситуация еще более усложняется при обработке многомерных сигналов, несмотря на то, что многие операции одномерной обработки сигналов естественным образом переносятся на многомерный случай. Так, многомерное окно с прямоугольной апертурой легко конструируется с помощью прямого произведения одномерных окон. Вместе с тем, при использовании окон с произвольной апертурой возникают сложности как количественного, так и качественного характера, связанные с необходимостью аналитического описания геометрии опорной области. Эффективное решение указанных проблем может быть реализовано с помощью новых неклассических средств теории аппроксимации – атомарных функций. В докладе представлены сведения о некоторых наиболее часто используемых системах **АФ**, затронуты вопросы винеровской и калмановской фильтрации, построения новых типов одномерных и многомерных весовых окон, **КИХ**- и **БИХ**-фильтров на их основе, а также их приложение к некоторым задачам **ЦОС**. Кроме того, в докладе рассмотрен новый класс атомарно-фрактальных функций (**АФФ**) и их применение к задачам синтеза антенн.

С помощью теории **АФ** а также нового класса **АФФ** решен ряд проблем, возникающих в цифровой обработке одномерных и многомерных сигналов, анализе и синтезе антенн, анализе **ЭЭГ** в медицине. Следует заметить, что предложенные и обоснованные методы могут быть использованы при обработке цифровых сигналов доплеровских радиолокаторов, **РЛС** с цифровым синтезированием апертуры антенны, при разрешении и сжатии сигналов, при формировании и обработке изображений в реальном времени, в задачах телемедицины, математического моделирования биоэлектрического генератора сердца, компьютерной термографии и томографии.

Литература

1. Рвачев В.Л. Теория R -функций и некоторые ее приложения. Киев: Наукова думка, 1982.
2. Гончаренко А.А., Кравченко В.Ф., Пономарев В.И. Дистанционное зондирование неоднородных сред. М.: Машиностроение, 1991.
3. Кравченко В.Ф., Рвачев В.А., Рвачев В.Л. Математические методы обработки сигналов на основе атомарных функций. Радиотехника и электроника. 1995. Т.40. №9. С.1385–1406.
4. Кравченко В.Ф., Рвачев В.А., Рвачев В.Л. Построение новых окон для обработки сигналов на основе атомарных функций. ДАН СССР. 1989. Т.306. №1. С.78–81.
5. Гуляев Ю.В., Кравченко В.Ф., Рвачев В.А. Синтез весовых окон на основе атомарных функций. ДАН РАН. 1995. Т.342. №1. С.29–31.
6. Кравченко В.Ф. Новые синтезированные окна. ДАН РАН. 2002. Т.382. №2. С.190-198.
7. Кравченко В.Ф. Синтез антенн на основе нового класса атомарно-фрактальных функций. ДАН РАН. 2002. Т.385. №6.
8. Кравченко В.Ф. Применение функции Больцано к теории фрактальных антенн. ДАН РАН. 2002. Т.386. №2.

9. Басараб М.А., Кравченко В.Ф., Функции В.Л. Рвачева в задачах вычислительной томографии. Зарубежная радиоэлектроника. Успехи современной радиоэлектроники. 2002. №3. С.44-63.

10. Кравченко В.Ф., Басараб М.А. Метод обработки многомерных сигналов с использованием R-функций и атомарных функций. Доклады РАН. 2002. Т.383. №1. С.40-45.

11. Зелкин Е.Г., Кравченко В.Ф. Задачи синтеза антенн и новые методы их решения. Зарубежная радиоэлектроника. Успехи современной радиоэлектроники. 2002. №10. С.3-72.

12. Кравченко В.Ф., Масюк В.М. Новый класс фрактальных функций в задачах анализа и синтеза антенн. Антенны. 2002. №10 (65). С.3-72.



ATOMIC FUNCTIONS IN DIGITAL PROCESSING OF VARIOUS PHYSICAL SIGNALS

Yu. Gulyaev, V. Kravchenko

Institute of Radio Engineering and Electronics of the Russian Academy of Sciences,
11, Ul. Mokhovaya, Center, GSP-3, Moscow, 103907, Russia.
Tel.: +7 (095) 203-47-93, Fax: +7 (095) 203-84-14,
E-mail: kravchenko_vf@fromru.com, kvf@mx.rphys.mipt.ru

This report is dedicated to applications of atomic functions (AF) to various problems of digital signal processing, carried out in the IRE RAS (Moscow) during 1993-2003. Atomic functions were discovered in early nineteen seventies of 20th century by V.A. Rvachev and V.L. Rvachev. Applications to various subjects of mathematical physics, statistical analysis of random processes and fields, signal and image processing have been developed in collaboration of V.F. Kravchenko with V.A. Rvachev, their students and colleagues. The applied problems considered in this report are as follows: antenna analysis and synthesis, digital radar, medical termography and tomography, signal compression and coding, et. al. Among interesting results is the newly developed family of atomic-fractal functions and its use in antenna analysis and synthesis.